Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.

Институт урбанистики, архитектуры и строительства

РЕСУРСОЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬНОМ КОМПЛЕКСЕ

Сборник научных трудов по материалам VII Международной научно-практической конференции

Под редакцией доктора технических наук, профессора Ю.Г. Иващенко

Саратов 2019

УДК 69.(06)
ББК 38
Р 44

Сборник научных трудов составлен на основе материалов VII Международной научно-практической конференции «Ресурсоэнергоэффективные технологии в строительном комплексе», которая проводилась на базе института урбанистики, архитектуры и строительства СГТУ имени Гагарина Ю.А. В сборнике представлены работы, в которых рассматриваются вопросы энергоэффективности и энергосбережения зданий, строений, сооружений, достижения, проблемы и современное состояние строительного комплекса, жилищно-коммунального и дорожного хозяйства, экологические технологии в строительстве, транспорте и энергетике, особенности геоэкологии урбанизированных территорий. Широко представлены работы по исследованию и созданию различных материалов, на основе новых и традиционных местных материалов, а также работы по математическому моделированию процессов.

Предназначается для научных работников, преподавателей, аспирантов и студентов, специализирующихся в области градостроительства, архитектуры и строительства, а также для инженерно-технических работников строительной, дорожно-строительной, энергетической и других отраслей промышленности.

Редакционная коллегия:
доктор технических наук, профессор Иващенко Ю.Г. (отв. редактор);
кандидат биологических наук, доцент Симонова З.А. (зам. отв. редактора)
кандидат архитектуры, доцент Дядченко С.Ф.
доктор технических наук, профессор Осипова Н.Н.
доктор технических наук, профессор Петров В.В.
доктор технических наук, профессор Решетников М.К.
кандидат экономических наук, доцент Стрельцин Я.С.
доктор биологических наук, профессор Тихомирова Е.И.

Одобрено
редакционно-издательским советом
Саратовского государственного технического университета
имени Гагарина Ю.А.

© Саратовский государственный технический университет, 2019
© Авторы статей, 2019

ISBN 978-5-7433-3320-2

Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov

Institute of Urban planning, Architecture and Civil Engineering

RESOURCE-AND-ENERGY EFFICIENT TECHNOLOGY IN CONSTRUCTION INDUSTRY

Proceedings of the 7-th International Scientific Conference

Editor-in-chief: Professor Yu.G. Ivashenko

Saratov 2019

УДК 69.(06)
ББК 38
Р 44

A compilation of articles is based on the materials presented at the 7-th International Scientific Conference on resource-and-energy efficient technology in the construction industry, which was hosted by the Institute of Urban Planning, Architecture and Civil Engineering, Yuri Gagarin State Technical University of Saratov. Individual papers are devoted to the achievements, problems and contemporary condition of civil engineering, housing, utility services, and road construction, along with environmentally-friendly technology in construction, transportation and power supply, as well as specificities of urban areas' geoecology.

The compilation is intended for scientists, teachers, post-graduate and undergraduate students specializing in urban planning, architecture and civil engineering, as well as for engineering and technical professionals in building and road construction, power engineering and other industries.

Editional Board:

Dr. Sci., Professor Ivashchenko Yu.G. (resp. editor);
Ph.d., associate Professor Simonova Z.A. (Deputy. editors)
Ph.d., associate Professor Dyadchenko S.F.
Dr. Sci., Professor Osipova N.N.
Dr. Sci., Professor Petrov V.V.
Dr. Sci., Professor Reshetnikov M.K.
Ph.d., associate Professor Streltsyn Ya.S.
Dr. Sci., Professor Tikhomirova E.I.

Approved
by the Editional Board of Yuri Gagarin State Technical
University of Saratov

© Yuri Gagarin State Technical
University of Saratov, 2019
© Authors of the articles, 2019

ISBN 978-5-7433-3320-2

ОГЛАВЛЕНИЕ

Секция 1. Научно-исследовательские и проектные разработки в области архитектуры, градостроительства, дизайна, историко-архитектурного наследия 13

Абхаирова Е.С., Байкова Е.В. Саратовский пляж – варианты возможного размещения и ландшафтной организации 13
Беликова Д.А., Байкова Е.В. Формирование художественного образа городского пространства 18
Бергман А.В. Анализ структуры прибрежной территории реки Темерник в г. Ростове-на-Дону 23
Бесова О.В. Сохранение памятников деревянного зодчества как один из принципов социального развития Сестрорецка 28
Бородулина С.В., Кузнецова О.Г. Особенности шрифтовой композиции в городской среде 31
Варламова Л.Е., Поляков А.В. Негативное воздействие нового строительства на памятники архитектурного наследия в г. Саратове 36
Васильева А.В. Историко-архитектурные аспекты формирования территории завода «Людвиг Нобель» 41
Вахтель Е.А., Тарасова Л.Г. Загородные дворянские усадьбы как хранители исторической памяти России 46
Горецкая А.Г., Топорина В.А. Историческое наследие в структуре зеленых насаждений города Москвы 51
Гранстрем М.А. Особенности формирования промышленных территорий в Санкт-Петербурге на примере завода «Розенкранц» 55
Грибков А.А., Дядченко С.Ф. Современные тенденции в проектировании зданий культурных центров 60
Гуськова М.Д., Тарасова Л.Г. Этапы развития массовой жилой застройки советского периода на примере города Саратова 65
Дидык Н.А., Байкова Е.В. Канатные дороги в сложных ландшафтах 70
Дядченко С.Ф., Негуляева Т.В. Композиционные основы архитектуры классицизма г. Саратова 74
Дядченко С.Ф., Негуляева Т.В., Тарасова Л.Г. Объемно-пространственные регламенты как инструмент регулирования застройки исторической части г. Саратова 79
Исса Рахаф Мунир. Эволюция архитектуры мечети в столице Египта (642–1867 гг.) 83
Ищенко В.К., Рассада А.А. Энергоэффективные технологии в современном высотном строительстве 87
Кизимова О.В., Бурковский И.В. Легкие конструкции для напольных складов 92
Кизимова О.В., Романова З.А. Улучшение эстетического облика зданий 95
Красненкова П.Н., Байкова Е.В. Опасное оборудование детских игровых площадок 100
Николаева Н.В., Байкова Е.В. Монорельсовый транспорт XIX века (зарубежные и российские примеры) 105
Новикова А.В., Золотарева М.В. Принципы ревитализации прибрежных территорий 109

Радышевская О.В., Дядченко С.Ф. Исторический контекст и архитектура итальянского рационализма 20-30 гг. XX века 114
Сагитова М.И., Тарасова Л.Г. Опыт критического анализа здания на примере одного из новых архитектурных объектов Саратова ..... .119
Сухинина Е.А. Сертифицирование зданий по российскому экологическому стандарту «САР-СПЗС» 124
Сухинина Е.А., Кудашева Ю.С. Особенности офисных зданий, сертифицированных по экологическим стандартам в России 129
Сухинина Е.А., Меньшикова В.А. Примеры и особенности экологических городов 134
Флюстикова А.Д. Проблемы сохранения средневековых памятников фортификации ..... .139
Черненкова А.А. Принципы сохранения и реконструкции исторической среды городских окраин 144
Шунтов А.В. Объемно-пространственные приемы реновации многоэтажной жилой застройки 148
Щепетильник Д.И. История формирования дач Южного берега Крыма на примере поселка Симеиз, современные проблемы сохранения и использования 152

Секция 2. Ресурсо- и энергоэффективные строительные материалы и технологии их производства 158

Акопян Т.В., Шошин Е.А. Перспективы производства высокодисперсных наполнителей для цементных бетонов 158
Александров А.А., Кочергина М.П., Павлова И.Л. Использование наполнителей в составах силикатнатриевых композиций 161
Безродных А.А., Дмитриева Т.В., Беляев А.В., Куцына Н.П. Опыт укрепления грунтов в дорожном строительстве 164
Бобрышева Ю.С., Фомина Н.Н. Перспективные разработки в области декоративных цементных бетонов и изделий из них 168
Бондаренко Д.О., Бондаренко Н.И. Способы окрашивания лицевой поверхности строительных материалов 174
Гнедыш Е.Е., Стефаненко И.В., Акчурин Т.Г. Ресурсосбережение в технологиях жаростойкого бетона 179
Губарева Е.Н. Применение ПАВ при синтезировании наночастиц диоксида титана золь-гель методом 184
Дедкова Е.В., Ишмухаметов Э.М., Абзалилова А.В. К вопросу о разработке и применении водных эмульсий функционального назначения 187
Дешина В.Д., Коваль Э.Р., Огурцова Ю.Н., Ермак С.Н. К вопросу синтеза композиционного материала «волокно − наноразмерные частицы» 190
Евстафьева Н.Ю., Стефаненко И.В., Акчурин Т.К. Полимерная система для защиты строительных изделий от коррозионных разрушений 194
Евстигнеев С.А., Страхов А.В., Иващенко Ю.Г. Разработка составов сухих строительных напольных смесей на основе композиционного фосфогипсового вяжущего 199
Евстигнеева Ю.В., Ибрагимов Р.А. Индукционный прогрев в технологии зимнего бетонирования ..... .204

Ерошкина Н.А., Чамурлиев М.Ю., Коровкин М.О. Влияние измельченных отходов сноса зданий на прочность геополимерного бетона 209
Ибрагимов Р.А. Эффективность измельчения кварцевого песка в аппарате вихревого слоя 213
Иващенко Ю.Г., Кочергина М.П., Павлова И.Л. Роль параметров СВЧ-нагрева в формировании свойств пористых силикатнатриевых гранул 217
Иващенко Ю.Г., Мамешов Р.Т. Органоминеральная добавка полифункционального назначения для получения строительных композиционных материалов на основе местного сырья 221
Иващенко Ю.Г., Тимохин Д.К., Гафанович В.Л., Джулаев М.Н. Современные тенденции развития технологии бетона с применением местных материалов поволжского региона 228
Кайс Х.А., Гуляков Е.Г., Морозова Н.Н. Природные цеолиты разных стран в цементных бетонах 235
Капусто А.В., Шмуневская А.О., Панфилова М.И. Увеличение прочности строительных материалов при использовании углеродных нанотрубок 240
Клоков В.В., Морозова Н.Н., Хуснутдинов Д.А., Кузнецова Г.В. Разработка модификатора для газобетона автоклавного твердения 244
Коновалова В.А., Козлов Н.А., Шошин Е.А. Потенциал применения минеральных добавок в технологии пенобетона 247
Кошелева Д.А., Козлов Н.А., Тихонова К.И. Пластифицирующие добавки для строительного гипса 251
Кузнецова Г.В., Морозова Н.Н., Таминдарова Л.Р., Шарипова А.Р. Шлам ХВО – добавка для производства лицевого силикатного кирпича 254
Кузьмин Е.О., Баскаков П.С., Строкова В.В. Физико-механические свойства композитов с применением полимеров 259
Мавлюдов Л.Н., Тимохин Д.К. Гипсовые сухие смеси для устройства полов 262
Михайлевский В.Р., Виленский М.Ю. Применение инновационных технологий для получения высококачественного бетона 268
Михайлевский В.Р., Смирнова О.М. Оценка влияния состава цементного бетона на объем выбросов углекислого газа 272
Мухаметрахимов Р.Х. Влияние полиакриламида на свойства цементных композиций 278
Мухаметрахимов Р.Х., Лукманова Л.В. Нормативное регулирование аддитивных технологических процессов в строительстве 282
Петров Г.А., Андреева В.Ю., Панфилова М.И. Сера как перердовая нанодобавка в строительные материалы 287
Попов А.Л. Свойства дисперсной фибры как компонента автоклавного пенобетона 289
Растрепина М.А., Козлов Н.А. Эволюция устройств и технологий озеленения элементов интерьера и экстерьера 293
Рахметов И.С., Козлов Н.А. Разработка стеклофибробетона с пластифицирующими добавками 298
Рябчикова И.О., Козлов Н.А., Ларькина Е.А. Исследование способов нейтрализации примесей фосфогипса в производстве строительного гипса 303
Снадин Е.В., Береговой В.А. Гидрофизические показатели газокерамики на основе природных силицитов (опок) 306

Стенина Н.Г. Инновационное значение природоподобных технологий в строительном материаловедении 309
Страхов А.В., Лаушкина А.А. Перспективы применения декоративного бетона в отделке фасадов..... 314
Ступивцев А.В. Пластмассы в строительстве 318
Шошин Е.А. Взаимодействие гидроалюминатныхфаз цементного камня с изомерными полиолами 321

Секция 3. Технология и организация строительства 325

Абрамян С.Г., Оганесян О.В. Основные направления ресурсосбережения в строительном производстве 325
Айгумов М.М., Асланбегов А.И. Мониторинг технического состояния жилого дома после усиления фундаментов в г. Саратове 328
Айгумов М.М., Асланбегов А.И. Технологии усиления оснований фундаментов аварийных и реконструируемых зданий 333
Зобкова Н.В., Горелкин В.Д. Устройство котлована в сложных гидрогеологических и территориальных условиях..... 337
Зобкова Н.В., Гриняев А.Д. Обеспечение энергоэффективности проектируемого здания 343
Зобкова Н.В., Иванов И.И. Технико-экономическое сравнение вариантов монтажа металлической рамы 347
Иванов Д.С., Дюндин В.Э., Павлова И.Л., Кочергина М.П. Анализ применяемых конструктивных и технологических решений теплоэффективных наружных стен зданий..... 352
Иващенко Ю.Г., Тимохин Д.К., Павлова И.Л., Осипова О.А. Эффективность применения высокопрочных бетонов 355
Тухарели В.Д., Тухарели А.В., Очиров Н.Д. Особенности строительства гражданских объектов при обустройстве нефтегазовых промыслов 361
Тимохин Д.К., Страхов А.В., Асафьева С.С. Вариант усиления железобетонных колонн круглого сечения современными композитными материалами 366
Чередниченко Т.Ф., Тухарели А.В., Габбасов Р.Т. Критерии классификации современных напольных покрытий 371

Секция 4. Развитие инженерных методов расчета и проектирования строительных конструкций ..... .376

Амоян М.Ф., Ким А.Ю., Рассада А.А. Эксплуатационная надежность пневматических сооружений 376
Варламова Т.В., Нуриева В.С., Калета Я.Г. К вопросу зимней эксплуатации зданий с неотапливаемыми чердачными помещениями..... 379
Иноземцев В.К., Иноземцева О.В., Муртазина Г.Р. Деформационный расчет общей устойчивости высотных зданий 383
Ким А.Ю., Полников С.В., Рассада А.А. Применение и перспектива развития пневматических сооружений в мире..... 388
Ким А.Ю., Рассада А.А. Особенности применения пневматических сооружений в СССР 392

Ким А.Ю., Рассада А.А. Применение и перспектива развития пневматических сооружений в Российской Федерации.....395
Кривулина Э.Ф., Шляхов С.М. Задача чистого изгиба железобетонной балки с серным упрочнением.....399
Муртазин М.Р., Муртазина Г.Р. Экспериментально-теоретиеское моделирование потери равновесного состояния высотного объекта под воздействием ветровых нагрузок.....404
Редков В.И., Лоренц А.А. Определение аэродинамических параметров ветрового воздействия при испытаниях макета высотного здания.....408
Синева Н.Ф. Критерии бифуркации для немонотонных нелинейных процессов деформирования в условиях агрессивных сред.....413
Смердов Д.Н., Егорова Е.В., Захаров П.А., Лебедева Е.В. Изготовление железобетонных конструкций зданий и сооружений с использованием полимерной композиционной арматуры.....417
Федоров М.В., Снарский С.В. Деформированние в агрессивной среде упругопластических оболочек, прямоугольных в плане.....422
Федоров М.В., Снарский С.В. Испытания образцов и расчет запаса прочности стен здания.....428
Шагивалеев К.Ф., Сурнин Д.А. Расчет стержня кругового очертания при действии вертикальной нагрузки.....433
Шагивалеев К.Ф., Сурнина Е.К. Расчет оболочки при действии на свободном конце неравномерно распределенной нагрузки.....438
Шагивалеев К.Ф., Сурнина Е.К., Васильцов С.В. Пространственная система из двух сопряженных оболочек разной высоты.....441
Шагивалеев К.Ф., Сурнина Е.К., Косов Д.А. Расчет пространственной системы из двух оболочек разной высоты.....444

Секция 5. Моделирование и оптимизация энергосберегающих систем газотеплоснабжения, строительнойклиматотехники, водоснабжения и водоотведения 448

Высоцкий Л.И. Простейшие случаи ламинарных неизотермических течений капельной жидкости.....448
Журавлева А.И., Игонина А.С. Анализ потребления ресурсов электроэнергии и воды в жилых помещениях многоквартирных домов.....451
Катков Д.С. О перспективах применения отопительных приборов парокапельного типа.....455
Малая Э.М., Бычкова И.М., Паршуто А.А. Проектирование новых паропроводов в промышленности и народном хозяйстве.....457
Медведева О.Н. Основные критерии оценки надежности систем газоснабжения.....460
Осипова Н.Н., Бычкова И.М. Режимы течения паров пропан-бутана над зеркалом испарения в подземном резервуаре при автономном газоснабжении индивидуального объекта.....465
Осипова Н.Н., Емельянов Н.В. Обоснование пропускной способности нефтепровода.....470
Осипова Н.Н., Дьяченко К.В. Обоснование уровня заполнения подземных резервуаров техническим бутаном.....473

Рулев А.В., Усачева Е.Ю. Разработка методики сравнения вариантов тепловых насосов, работающих на зеотропных смесях 476
Чеснокова Е.В., Сауткина Т.Н., Нанаджанов Д.Р. К определению потерь в местных сопротивлениях сложной конструкции 482

Секция 6. Развитие инновационных технологий строительства и эксплуатации транспортных сооружений с целью обеспечения их экономичности, надежности и безопасности 487

Акулова Н.Е., Щеголева Н.В. Анализ участков автомобильной дороги с применением дисперсного анализа и теории риска 487
Бондаренко А.М. Оптимизация наклонной площадки с расчетом картограммы земляных работ 490
Ящук М.О., Смердов Д.Н. Исследование ползучести клеевого состав при усилении изгибаемых железобетонных элементов, преднапряженными композитами 494

Секция 7. Инженерное и компьютерное моделирование сложных поверхностей строительных конструкций ..... .498

Антропова Т.В. Применение технологий интерактивного обучения в процессе преподавания дисциплин геометро-графического цикла..... 498
Данилова Е.А. Использование математических кривых для моделирования поверхностей 503
Кузнецов И.М. Применение анализа размерности для получения критериев подобия модели зернового силоса 507
Скотникова А.А. Геометрическое моделирование гравитационной поверхности 512
Чекалин А.А., Решетников М.К., Шалунов В.В. Геометрическая модель поверхности архитектурного покрытия на основе неоднородной интерполяции . 517

Секция 8. Инвестиционно-строительная деятельность в условиях изменения законодательства о долевом строительстве 524

Постюшков А.В., Котов Д.А. Судебная строительно-техническая экспертиза ... 524
Селиванов Ф.С., Батраев Р.Р. Напряженно-деформируемое состояние конструкции, взаимодействующей с нелинейно-деформируемым основанием.... 526
Селиванов Ф.С., Батраев Р.Р. Описание неоднородности жесткостных характеристик..... 528
Селиванов Ф.С., Воронков Р.А. Деформирование конструкции и подстилающего основания с локальной неоднородностью..... 532
Селиванов Ф.С., Котов Д.А. Расчет неоднородной оболочки с нелинейно-деформируемым основанием..... 534
Селиванов Ф.С., Синева Н.Ф., Воронков Р.А. Бифуркации равновесия оболочек с низкой сдвиговой жесткостью..... 537
Селиванов Ф.С., Синева Н.Ф., Воронков Р.А. Энергетическая формулировка критерия бифуркации первого порядка в теории наведенной неоднородности ... 540

Секция 9. Экологические технологии в строительстве, транспорте, энергетике и водном хозяйстве 543

Абросимова О.В., Яковлева Ю.В. Мониторинг почвенных разностей урбосистем г.Саратова 543
Ахмадиев Г.М. Безопасная технология обеззараживания и утилизации иловых осадков сточных вод 548
Ахмадиев Г.М. Проблемы превращения отходов в полезные товары (материалы) в биотехносферной среде 553
Бакнин М.Д. Исследование дополнительных способов снижения загрязнения грунтовых вод нефтепродуктами 558
Белова М.Ю., Умаров А.М. Выбор методов улучшения билогического состояния почвенного покрова урбанизированных территорий (на примере г. Саратова и г. Энгельса) 563
Беляченко А.А. Влияние уровня воды на население птиц пруда Юнёв (заказник «Саратовский») 566
Горбачевский В.П., Панфилова М.И. Интеграция отходов производства в композитные составы 571
Дегтева А.С., Подольский А.Л., Беляченко А.А. Эколого-туристическая оптимизация пригородной ООПТ с учетом зональной специфики 574
Жутов А.С., Логинова А.А. Мониторинг загрязнения водных объектов города Саратова органическими веществами 578
Игнаткина Д.О., Москвичева А.В., Войтюк А.А., Федулова Е.В. Источники образования и химический состав сточных вод предприятий пищевой промышленности 582
Игнаткина Д.О., Москвичева А.В., Войтюк А.А., Федулова Е.В. К вопросу утилизации осадков сточных вод на предприятиях табачной промышленности 587
Измайлова А.Р., Липантьев Р.Е. Применение золошлаковых отходов энергетических предприятий в строительной индустрии 591
Калбагаева Э.О. Особенности изучения показателей энергоэффективности типовых жилых зданий 595
Косарев А.В. Математическая модель адсорбционной системы «бентонит-неионный модификатор» в решении задач повышения эффективности водоочистки от органических соединений 601
Лихачева А.В. Совершенствование водного хозяйства гальванического производства 605
Лихачева А.В., Елец И.Н. Совершенствование схемы очистки сточных вод производства бумаги 608
Лобкова Г.В. Использование *Tagete stenuifolia* в качестве тест-объекта при мониторинге городских почв 611
Плотникова О.А., Адылова А.Ж. Люминесцентный твердофазный метод контроля содержания экотоксикантов в водных средах 615
Растрепина М.А., Козлов Н.А. Принципы концепции «зеленого» строительства 618
Симонова З.А., Омариев Р.Т., Макарова А.А. Плотность ТКО как ведущий показатель при модернизации системы обращения с отходами 623
Суставов А.А., Болотов С.Э. Пространственная организация сообществ

зоопланктона пойменных водоемов нижнего Иртыша 627
Федорова О.А. Цинк в сточных водах и необходимость его извлечения перед сбросом 632

Секция 10. Геоэкология урбанизированных территорий ..... .637

Глинянова И.Ю. Роль фитомониторинга в выявлении техногенного и природного загрязнений в городской агломерации 637
Ревзин С.Р. Эколого-экономические аспекты развития сетей мобильной связи 643
Торбенко А.Б., Байдаков Н.В., Галкин А.Н., Соколовский Е.В. Инвентаризация мест проявления опасных инженерно-геоморфологических процессов на территории города Витебска 648
Цупикова Н.А., Сакович В.Г. Результаты гидрохимического мониторинга пруда у стадиона Пионер (г. Калининград) с октября 2018 по апрель 2019 года 652
Яшков И.А., Шардаков А.К. Динамика сети городских поселений в эволюционной урбанистике (на примере Казахстана за временной интервал XX – начала XXI века) 655

УДК 711.558

САРАТОВСКИЙ ПЛЯЖ – ВАРИАНТЫ ВОЗМОЖНОГО РАЗМЕЩЕНИЯ И ЛАНДШАФТНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Абхаирова Екатерина Серверовна, Байкова Екатерина Владимировна

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., Россия, e-mail: baykovaekaterina@yandex.ru

Аннотация. Расположение города на берегу реки даёт ему значительное преимущество и делать жизнь его жителей более комфортной, так как водоём создаёт приятный микроклимат и служит излюбленным местом отдыха населения. В городе Саратове существует множество мест отдыха, в том числе и городской пляж «Покровские пески», но в последнее время его состояние оставляет желать лучшего. Необходимо либо перенести существующий пляж в более комфортное место, либо искать новые территории для освоения и разработать мероприятия по их ландшафтной организации.

Ключевые слова: пляж, город, ландшафт, организация, берег, Волга

SARATOV BEACH – OPTIONS FOR POSSIBLE ACCOMMODATION AND LANDSCAPE ORGANIZATION

Abhairova Ekaterina Serverovna, Baykova Ekaterina Vladimirovna

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Russia, e-mail: baykovaekaterina@yandex.ru

Abstract. The location of the city on the river bank, gives a significant advantage to the city and makes the life of its residents more comfortable, as the reservoir creates a pleasant microclimate and serves as a favorite vacation spot for all segments of the population. In the city of Saratov there are many places of recreation, including the city beach «Pokrovskie sands». But recently his condition leaves much to be desired. It is necessary either to bring the current beach to a comfortable place for its visitors, or to look for new territories to develop them under the beach and develop activities for landscape organization.

Keywords: beach, city, landscape, organization, coast, Volga

Река Волга – самая большая река Европы [1]. Это достопримечательность нашего края, которая из года в год привлекает как жителей региона, так и туристов, особенно в летний сезон. Для комфортного отдыха и пребывания на реке требуется пляж соответствующего уровня комфортности.

На сегодняшний день в Саратове существует официальный городской пляж на острове «Покровские пески», который располагается под саратовским мостом. Но в последние годы пляж стал сильно вымываться течением, а его территорию привели в запустение (местами берег порос камышом). Также значение имеет отдалённое расположение пляжа от города, и на личном транспорте до него не добраться. Таким образом, жителям приходится либо идти пешком под палящим солнцем, либо добираться на общественном транспорте.

Вышеперечисленные причины отражают актуальность проблемы, так как существующий городской пляж на сегодняшний день не удовлетворяет комфортному отдыху людей. Данная статья направлена на выявление оптимальных мест расположения нового пляжа и формирование принципов ландшафтной организации его территории.

В 2016 году министром строительства был презентован проект нового пляжа от улицы Провиантской до Вольской вдоль реки Волги. По проекту запланировано строительство двух молов, работа по насыпи песка, создание новых ливневых водостоков и перенос лодочной базы в район села Юриш [2].

Все работы достаточно дорогостоящие, поэтому пляж решили «отодвинуть» на 500 метров ниже по течению. Таким образом, его планировалось расположить от улицы Вольской до 2-й Садовой, обусловливая тем, что намыть пляж в этом месте будет дешевле, а также он будет располагаться в границах нового бизнес-квартала «Мельница Шмидта» [3]. Но и этому проекту не суждено было осуществиться, решение о строительстве пляжа тянется уже третий год. Так же полноценный пляж планировалось оборудовать в районе посёлка Затон, где во избежание подводных течений необходимо было установить бетонные блоки.

Поиски решения данной проблемы будут производиться по двум направлениям: внешнее (расположение пляжа) и внутреннее (организация пляжа). Для внешнего направления определяющими факторами будут служить такие параметры как: безопасность береговой линии от подводных течений, сбросы водосточных сетей, инженерная защита территории, доступность для населения. Для внутреннего направления: оптимизация санитарно-гигиенических условий, оздоровление окружающей среды, функциональное деление территории.

Несомненно, пляж должен расположиться на берегу Волги, возможно, неподалёку от новой набережной, так как это положение удобно как для жителей, так и для гостей города. Целесообразно выбирать территории, находящиеся вдали от сброса сточных вод или располагать пляж выше по течению, чтобы избежать загрязнения воды у береговой линии.

На карте инженерной защиты от опасных природных процессов можно выделить территории, располагающиеся вдали от сточных вод и канализаций (рис. 1). Это улицы от Октябрьской до Провиантской и вдоль Большой Затонской улицы, начиная от Малой Горной.

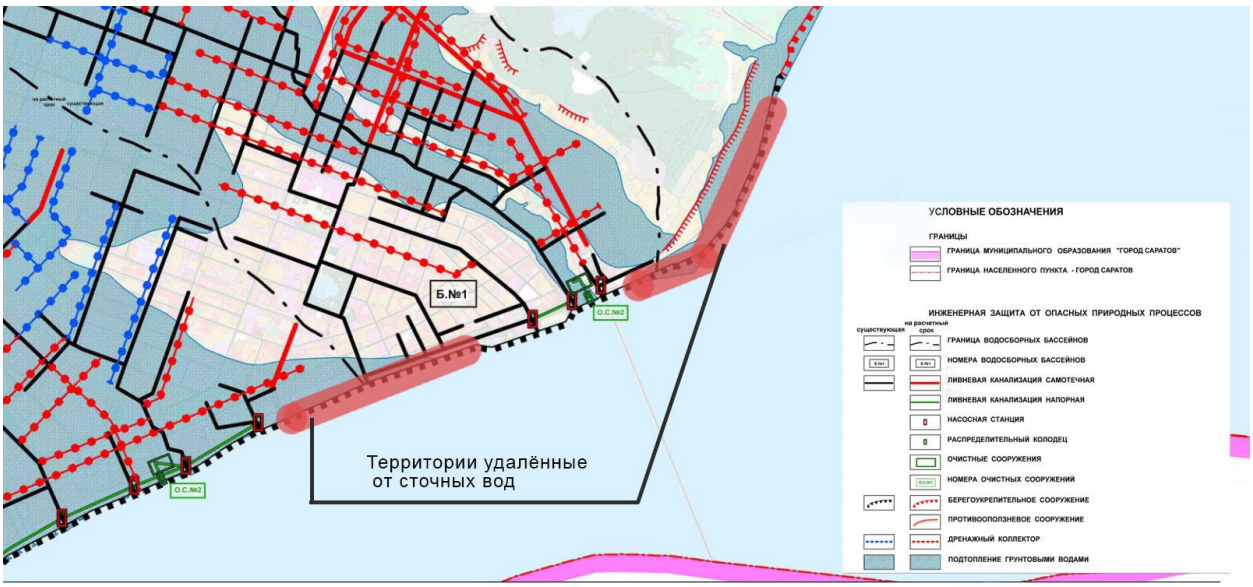


Рис. 1. Карта инженерной защиты от опасных природных процессов

Но если обратиться к карте санитарно-защитных и водоохранных зон, можно отметить, что часть территорий попадает в санитарно-защищённые объекты производственного назначения, она не может быть использована для обустройства нового пляжа.

Рис. 2. Карта санитарно-защитных и водоохранных зон

Чтобы расположить здесь пляжи придётся создать песочную насыпь и защитить пляжный материал от сильного течения реки. Методы и способы инженерной защиты зависят от гидрологических и морфологических характеристик берегового склона. На реках, русла которых сложены глинистыми и суглинистыми грунтами, организуют искусственные пляжи, применяя отсыпку песчаных или галечниковых грунтов. После расчистки и углубления берега таким способом производится отсыпка пляжевого материала слоем толщиной 0,5-1,0 м.

Скорость течения воды в районе пляжа не должна превышать 0,5-1,0 м/с. Уклон дна пляжной полосы рекомендуется принимать 2-3%. Для защиты пляжа от размыва в ряде случаев устраивают пляжеудерживающие сооружения: дамбы, полузапруды, дамбы, шпоры и т.д. [4]. Применение этих мер, в том числе понизит и скорость течения, которая в отмеченных территориях сильнее положенного для купания. Также до этих мест легко организовать общественный транспорт, а для жителей с личным автомобилем есть возможность предусмотреть парковочные места.

Внутреннее направление (ландшафтная организация). Береговая часть на пляжах делится на 3 основные зоны: у воды (непосредственно сам пляж с местами для принятия солнечных ванн), примыкающая к пляжу зона (отводится для активных игр и мест отдыха) и зона тихого отдыха (аэросолярии и прогулки). В первую очередь, если мы выбираем территории воль набережной Космонавтов от улиц Октябрьской до Некрасова и вдоль Большой Затонской улицы, начиная от Малой Горной, то стоит учесть, что эта часть берега реки имеет наибольшую инсоляцию. Необходимо предусмотреть достаточно плотные посадки деревьев в зоне тихого отдыха, чтобы создать естественную теневую защиту от солнца и барьер между автомобильным движением – источника шума и пыли. Посадки необходимы в зоне активного отдыха, но уже менее плотные.

Принимая во внимание то, что пляж будет насыпаться с «нуля», стоит заранее предусмотреть материалы для создания спортивных площадок. Они должны отвечать повышенным требованиям в процессе эксплуатации, поскольку при игре и тренировках возникают существенные нагрузки. Поверхность площадок должна быть ровной, хорошо спланированной и иметь определенный уклон, чтобы не было застоя дождевых вод.

Одежды площадок устраивают многослойными (рис. 3). В качестве материалов для одежд применяют каменный или кирпичный щебень различных фракций, крупнозернистый песок, волокнистый торф, обычную растительную почву, каменную пыль или высевки щебня, молотую глину [5].

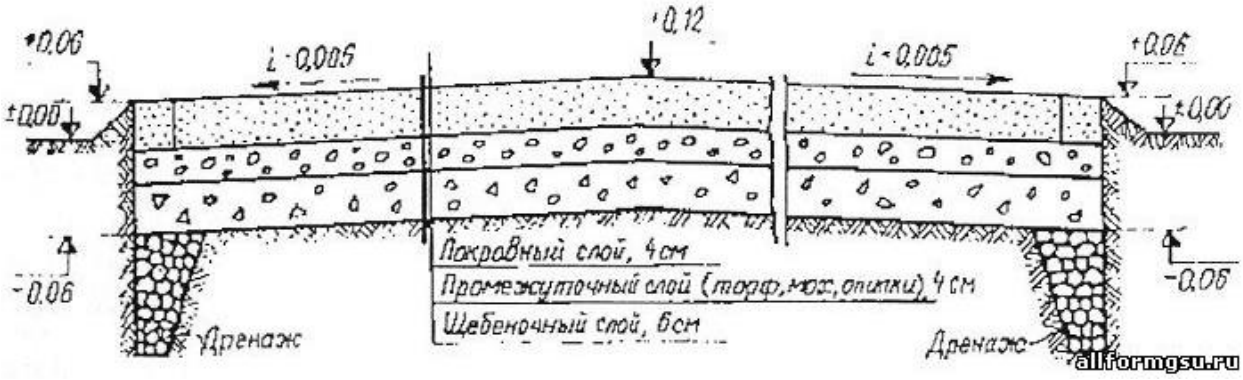


Рис. 3. Конструкция покрытия спортивной площадки

При проектировании пляжа необходимо предусматривать распределительную аллею, отделенную от пляжа зелеными насаждениями с

проходами. Ширина зеленой полосы должна быть не менее 6 м, ширина распределительной аллеи устанавливается с учетом посещаемости пляжа. Поперечный профиль ее проектируется таким образом, чтобы загрязненные поверхностные воды перехватывались водосточной системой и не попадали на пляж. Конструкции аллей, дорожек, тропинок на пляжах и в прилегающей зеленой зоне должны обладать беспыльностью, не сильно нагреваться от солнечных лучей. Должны быть стойки к атмосферным осадкам и удобны для ходьбы.

Лучшим покрытиям служат сборные покрытия из бетонных плит или естественного камня. Они удобны в укладке и эксплуатации, им можно придать любое очертание, любую фактуру и цвет [6].

Проанализировав ситуацию на берегу Волги с помощью карт водоохранных, санитарных и карт инженерных и природных процессов, можно сказать, что на территории города практически нет мест, где бы без излишних затрат был возведен новый пляж, так как течение вдоль всего берега очень сильное и необходимо его укрепление. Однако, были выявлены места, наиболее благоприятные для создания нового городского пляжа. Места выбирались на основе близости к центру города, отсутствие вблизи ливневых и сточных сбросов. Такими оказались территории воль набережной Космонавтов от улиц Октябрьской до Некрасова и вдоль Большой Затонской улицы, начиная от Малой Горной. Основными принцами, влияющими на организацию ландшафта, являются санитарно-гигиенические нормы, которые рекомендуют зонирование территории, уклон и глубину дна водоёма.

Список литературы

1. Волга река // water-rf.ru: научно-популярная энциклопедия «Вода России». [Электронный ресурс]. URL: https://water-rf.ru/a80

2. Министр презентовал проект нового пляжа Саратова//news.sarbc.ru: Саратов Бизнес Консалтинг. [Электронный ресурс]. URL: https://news.sarbc.ru/main/2016/12/14/192063.html

3. Мельница Шмидта с выходом на Волгу // fn-volga.ru: информационные новости. Свободное агентство. [Электронный ресурс]. URL: https://fn-volga.ru/newspaperArticle/view/id/6528

4. Гидротехнические сооружения // ecohydroproject.ru: экогидропроект. [Электронный ресурс]. URL: http://ecohydroproject.ru/proektirovanie-gidrotexnicheskix-sooruzhenij/110-proektirovanie-plyazha.html

5. Благоустройство пляжей // allformgsu.ru: всё для МГСУ. [Электронный ресурс]. URL: http://allformgsu.ru/publ/kompleksnoe_inzhenernoe_blagoustrojstvo/ blagoustrojstvo_pljazhej/12-1-0-58

6. Ландшафтнаяархитектураизеленоестроительство// landscape.totalarch.com: Totalarch. [Электронный ресурс]. URL: http://landscape.totalarch.com/node/24.

УДК 712.01

ФОРМИРОВАНИЕ ХУДОЖЕСТВЕННОГО ОБРАЗА ГОРОДСКОГО ПРОСТРАНСТВА

Беликова Диана Андреевна, Байкова Екатерина Владимировна

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., Россия,e-mail:baykovaekaterina@yandex.ru

Аннотация: в данной статье поднимается проблема взаимодействия концептуальной городской среды и человека, рассмотрены различные подходы к решению данного вопроса на примере зарубежных стран, рассмотрены методы и способы реализации подобных решений на территории России.

Ключевые слова: городская среда, пространство, художественный образ, концепция, ландшафт

FORMATION OF THE ART OF THE URBAN SPACE

Belikova Diana Andreevna, Baykova Ekaterina Vladimirovna

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Russia, e-mail: baykovaekaterina@yandex.ru

Annotation: this article raises the problem of interaction between the conceptual urban environment and a person, discusses various approaches to solving this issue on the example of foreign countries, discusses methods and methods for implementing similar solutions in Russia.

Keywords: urban environment, space, artistic image, concept, landscape

Урбанизация современного мира неизбежна, рост городов побуждает создавать больше новых общедоступных внутригородских пространств, а также, модернизировать качество старой городской среды.

Изучение данной проблемы активно в развитых странах Европы, Америки, Австралии, Океании и Дальнего Востока, в России данная проблема начала рассматриваться относительно недавно.

Цель исследования заключалась в выявлении основных тенденций в формировании художественного образа городских пространств.

Задачей работы было рассмотрение принципов формирования общедоступной городской среды и насыщения ее художественным образом на примере современных реализованных проектов.

Особенность художественного толкования различных вещей, исторических событий или явлений, всегда была неразрывно связана с культурой того или иного общества. На этом строится искусство разных стран и народов, а города, их архитектура и пространства, являются ничем иным как открытой книгой, повествующей нам о традициях и тенденциях старого и нового общества. Художественный образ – всеобщая категория художественного творчества, форма истолкования и освоения мира с

позиции определенного эстетического идеала путем создания эстетически воздействующих объектов. Говоря о художественном образе пространства, в первую очередь необходимо уточнить, что определяет само понятие пространство. Существует множество определений с позиций различных наук, таких как физика, математика, философия и других, узконаправленных дисциплин. Однако для раскрытия данной проблемы, необходимо рассмотреть понятие «пространство» с точки зрения архитектуры. И так, пространство в архитектуре – это эстетическая категория, характеризующая свойства окружения места, искусственно созданного с помощью средств архитектуры и благоустройства.

Пространство в Новое время рассматривается не только «объективно», как связанное с физическими телами, но и «субъективно», как продукт сознания или восприятия. Другими словами, трактовать образ того или иного пространства каждый человек будет по-своему. Проблема «человеческого» пространства – это сложный комплекс факторов психофизиологических, социальных, эстетических и т.д. Человек может по-разному воспринимать пространственные характеристики окружающего мира.

Существует целый подраздел в психологии человека, который объясняет субъективное восприятие цвета, глубины, формы, объемности предметов, направления и размеров. Помимо всего этого, человек эмоционально реагирует на окружающие его вещи. Большинство из таких реакций можно объяснить всплывающими ассоциациями от образов, с которыми человек уже сталкивался ранее. Так, темно алый цвет, наверное, у всех вызовет ассоциацию с кровью, а яркий желтый – с солнцем.

Городская среда играет в жизни человека значимую роль. Можно с уверенностью сказать, что города, в которых мы живем, откладывают большой отпечаток в формировании нашего восприятия мира. Поэтому так важно не допустить негативного воздействия, который будет отталкивать желание у людей взаимодействовать вместе со своим городом, со средой, в которой они находятся.

Однако на сегодняшний момент в провинциальных городах России наблюдается обратная тенденция. Причинами запущенности и посредственности в отношении к общественным пространствам можно назвать многие вещи: отсутствие финансирования, качество существующих проектов по благоустройству и их реализации, восприятие людьми такой ситуации как должное, отсутствие должного культурного просвещения и т.д.

Тем не менее, наверное, все существующие крупные города, когда-либо сталкивались с такой ситуацией. Многим удалось из нее выйти путем переосмысления и реновации городской среды, внедрения в нее художественного осмысления.

Художественный образ в контексте исторической среды. Не стоит думать, что на создание хорошего городского пространства необходимо тратить колоссальное количество денег из бюджета города. Для начала

проясним, что существует несколько способов реализации того, чтобы в городе появились места, имеющие художественное осмысление. Самый простой из них – раскрыть подтекст исторической архитектурной среды города. Многие города России имеют большое количество объектов культурного наследия. Их вид и эстетика являются ничем иным, как художественным образом, отображающим тенденции и идеалы культуры прошлых столетий. Они же, в своей совокупности с благоустройством, формируют историческое городское пространство. Однако запущенность, визуальный мусор, загрязнение и прочие, вполне устранимые проблемы, не предоставляют возможности этой среде раскрыться и донести свой образ зрителю.

Обращаясь к опыту зарубежных стран, стоить отметить трепетное отношение европейцев к своему историческому наследию. Банальным примером сохранения исторического художественного образа могут служить всем известные красные телефонные будки в Лондоне (Англия). Безусловно, одни лишь будки не могут формировать облик пространства, однако этот мелкий акцент моментально дает отсылку к историческому образу городской среды Англии первой половины XX века [1].

Стоит отметить, что этот образ считается ярким не столько из-за своего цвета, сколько из-за своего яркого контраста на фоне серой исторической застройки Англии, поэтому его можно рассматривать только в совокупности с городской средой. Из этого можно сделать вывод, что этот образ был успешно раскрыт настолько хорошо, что большинство, увидев только лишь телефонную будку, сразу узнают в ней именно Англию, а не любую другую европейскую страну (рис. 1).

Рис. 1. Телефонные будки в Лондоне

А как много ассоциаций могло бы возникнуть, если бы во всех российских провинциях были художественно раскрыты облик и особенности старых городов. Ведь наша культура и исторические достопримечательности ничем не хуже, даже наоборот, они уникальны. Воссоздание образов старых улиц могло бы породить множество новых идей, сюжетов, подвигнуть жителей интересоваться собственной историей и

культурой и гордиться ей. И, безусловно, такая городская среда, стала бы популярным местом для туризма, новых инвестиций и простых прогулок горожан, что только бы улучшило город в целом.

Художественный образ в современной городской среде. Другой, менее «бюджетный» способ реализовать комфортную концептуальную среду, это создание совершенно новых пространств. Для достижения такой цели необходимо не только учитывать опыт исторической архитектуры, но и использовать современные методы, разработанные архитекторами и дизайнерами современности. Так, для начала необходимо учитывать функцию нового создаваемого пространства. На сегодняшний день выделены следующие типы городских пространств по функциональному назначению: музеи под открытым небом, торгово-развлекательная среда, учебные и научные центры, деловые и административные центры, жилые улицы и дворовые пространства, ландшафтно-рекреационные зоны (парки), курортные зоны, транспортные узлы, развязки и артерии, промышленно-производственные зоны [2].

Выбрать или определить функцию поможет предпроектный анализ выбранного участка городской среды. Основываясь на результатах первых этапов работы, автор проекта может приступить к раскрытию контекста существующего пространства. Таким образом, можно привнести в него художественный образ, который может как подчеркивать индивидуальность существующей среды, так и вступать с ней в резонанс, выделяя тем самым проблему, которую необходимо раскрыть. Отличными примерами реализации проектов ландшафтно-рекреационных зон могут служить работы зарубежных специалистов.

Джентрификация – это реконструкция районов, которые приходят в упадок, путем создания благоустройства, привлечения в эти районы более богатых жителей и т.д. В Нью-Йорке повсеместно можно наблюдать активное строительство и реконструкции старых неблагоприятных районов. Спрос рождает предложение – города растут вместе с населением. Бруклинский Domino Park (США) раньше являлся территорией сахарного завода, но некоторое время назад ее выкупил застройщик, с условием создания общедоступного городского пространства для людей. Расположение этого места само по себе выигрышное, т.к. находится на береговой линии рядом с Вильямсбургским мостом.

Созданием нового городского пространства занималось бюро ландшафтной архитектуры James Corner Field Operations. Проект предложил оставить не только колоритное старое здание завода, но и всю промышленную составляющую, а именно краны, рельсы и прочие инженерные детали, естественно обезопасив и благоустроив территорию в связке с ними. Портовые краны были перекрашены в бирюзовый цвет; старые металлические балки и другие элементы просто обработали специальным нержавеющим составом, и расположили согласно ландшафтно-дизайнерским решениям. Пространство получилось очень

насыщенным и разнообразным. Таким образом, в Бруклине вместо старой недоступной промышленной зоны появился не просто парк, а новая общественная среда, чей художественный образ был раскрыт благодаря идентичности старого места [3] (рис. 2).

Рис. 2. Бруклинский Domino Park (США)

На самом деле такие общественные пространства за рубежом не редкость, примером того могут быть парк Ла-Виллет (Франция) на месте бывшей скотобойни; парк Цольферайн» (Германия) на месте бывшей промышленной зоны; Хай-Лайн парк в Нью-Йорке и другие.

Также стоит отметить, что подобные проекты начали реализовываться и у нас. Иностранное бюро Diller Scofidio + Renfro спроектировала всеми известный парк «Зарядье» в Москве, который отлично иллюстрирует принцип мизансцен. Художественный образ этого пространства показывает природу России в сочетании с современными урбанистическими тенденциями и архитектурой. Этот образ современен и актуален, т.к. позволяет немного прикоснуться к просторам необъятной Руси, при этом оставаясь в диссонансной системе исторической и современной развивающейся урбанистической среде. Поэтому в парке, помимо ландшафтной архитектуры, присутствуют такие объекты, как амфитеатр, медиацентр, концертный зал и «парящий» мост [4].Парк сразу же стал пользоваться спросом из-за своего удачного расположения, качества реализации и доступности (рис. 3).

Рис. 3. Парк «Зарядье» в Москве

Развитые страны стали чаще ставить вопрос комфортного пребывания человека в городской среде и его взаимодействия с ней. Об этом говорят многочисленные проекты городских пространств, которые в развитии стали не только комфортными, но и художественно осмысленные. Наполняя пространство художественным образом, мы сохраняем историю, придаем ему значимость, развиваем культуру общества. Прогнозирование: основываясь на факте заимствования идей и следования за тенденциями развития стран Европы и Северной Америки, можно предположить, что в скором времени базовые проблемы, связанные с развитием городской среды, в рамках концептуального художественного моделирования общедоступных территорий, будут решены в ближайшем будущем.

Список литературы

1. Chambon A. "Die kleine Geschichte"... der englischen Telefonzelle [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://web.archive.org/web/20131023063859/http://www.arte.tv/de/wissen-entdeckung/chic/kleine-geschichte/2015804.html(дата обращения 29.03.2019).

2. Нефедов В.А. Как вернуть город людям. М: Искусство-XXI век, 2015. 160 с.

3. Варламов И.А. Поучимся жить у Америки! [Электронный ресурс]. URL: https://varlamov.ru/3317405.html (дата обращения: 30.03.2019).

4. Зарядье. [Электронный ресурс]. URL: https://www.zaryadyepark.ru (дата обращения 29.03.2019).

УДК 712.1

АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ ПРИБРЕЖНОЙ ТЕРРИТОРИИ РЕКИ ТЕМЕРНИК В Г. РОСТОВЕ-НА-ДОНУ

Бергман Анастасия Владимировна

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, Россия, e-mail:stasie_b@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрены аспекты влияния прибрежной территории на структуру городской ткани Ростов-на-Дону, а также актуализированы особенности ее формирования. Фокус внимания автора обращен на анализ связей между территорией участка для проектирования линейного парка и окружающей застройкой. В результате исследования автором были сделаны выводы, касающиеся изучения феномена линейного парка, его роли и места в средовом проектировании, специфики, важной функции в городе.

Ключевые слова: линейные парки, природно-урбанистическая среда, экологический каркас, линейная структура, городское пространство

ANALYSIS OF THE STRUCTURE OF THE COASTAL TERRITORY OF THE RIVER TEMPERNIK IN ROSTOV-ON-DON

Bergman Anastasia Vladimirovna

Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, Russia,
e-mail: stasie_b@mail.ru

Abstract. The article discusses aspects of the influence of the coastal territory on the structure of Rostov-on-Don urban fabric, and also features of its formation are updated. The focus of the author's attention is on analyzing the links between the territory of the site for designing a linear park and the surrounding buildings. As a result of the study, the author made conclusions concerning the study of the linear park phenomenon, its role and place in environmental design, specificity, an important function in the city.

Keywords: linear parks, natural and urban environment, ecological framework, linear structure, urban space

В контексте современной градостроительной теории, выдвинутой в 80-е годы XX века профессором А.Э. Гутновым, определяющей отношение к городу как живому организму, растущему и развивающемуся, существует разделение городской среды на ткань (жилые и общественные здания) и каркас (сеть дорог, общегородские коммуникации) [1].

Для более детального анализа структуры городской ткани Ростова-на-Дону автор выделяет несколько типов этого образования:

- 1-й тип – городская ткань, тип застройки одноквартирными домами с прилегающими участками земли.
- 2-й тип – высотная городская застройка, начавшая свое формирование в 1970-е годы.
- 3-й тип – многофункциональная общественная застройка-парки, скверы, общественные пространства и т.д.
- 4-й тип – обслуживающая застройка, больницы, школы, ДДУ и т.д.

Опираясь на контекст городской ткани центра Ростова-на-Дону, можно предположить, что наиболее логичным ответом на созданные точечные центры притяжения для гармонизации и создания баланса пространственной среды станет линейная структура, возобновляющая утраченные ранее средовые связи [2].

В основе планировочной структуры Ростова-на-Дону лежит принцип развития города вдоль реки – основные транспортные магистрали проложены параллельно ее руслу, а пересекающие их проспекты расположены перпендикулярно.

Именно этот принцип развития города является наиболее естественным и гармоничным для сложившейся исторической среды городского центра. Также большое значение в становлении города имела река Темерник. Она разделяет город по оси Север-Юг.

По реке проходит граница административных районов города, а также сильно разнится характер застройки – на правом берегу неплотная тканевая застройка, на левом – высотная. Типологически разный характер застройки порождает значительный контраст в образе жизни горожан в пределах одной

территории. Небольшие одноквартирные дома с участками предполагают ведение натурального хозяйства и размеренный образ жизни в связи с низкой частотой использования транспорта [3].

Панельные дома, расположенные по актуальным в то время (1970-е годы) принципам строчной застройки, особенностью которой является отсутствие внутридворовых пространств, диктуют иной образ жизни для горожан [4]. Он подразумевает, что горожанин привязан к рабочему месту и местам досуга в центе города, а квартира в «спальном районе» используется для отдыха.

Данная типология разрушает устойчивую связь человека с его домом, в котором он живет, проводит досуг, с участком, на котором он ведет натуральное хозяйство [5]. Именно эта разница в образе жизни горожан является ключевым фактором при анализе участка. В этой связи следует проанализировать отношение типологии городской ткани к территории участка линейного парка) [6].

В качестве участка для проектирования выбран фрагмент реки и прибрежной территории от Северного водохранилища (нижнего) до парка Глазго. Этот протяженный участок разделен на 6 частей, каждая из которых граничит с фрагментами застройки (рисунок). Следует сказать, что для выбранной территории характерно наличие высотной застройки и большой площади тканевой застройки одноквартирными домами.

Обращаясь к участку №1, следует отметить, что в этом случае преобладает высотная застройка, прилегающая к прибрежной территории реки Темерник. С северной стороны имеется фрагмент парка «Дружба», с Юга-береговая линия практически отсутствует, с ней граничит обсуживающая застройка (БСМП №2). Очевиден весомый разрыв между высотной застройкой и тканевой застройкой, примыкающей с Запада.

Обращаясь к участку №2, фрагменту нижнего Северного водохранилища, стоит обратить внимание на схожий по высотности фрагмент многоквартирной застройки, примыкающей к участку, а также незначительный фрагмент тканевой застройки. Выявлен ощутимый перепад в визуальном восприятии застройки.

Аналогичную ситуацию можно зафиксировать на участке №3, дополнив ее тем, что здесь тканевая застройка примыкает вплотную к береговой линии-практически отсутствует набережная. Об участке №4 стоит сказать, что в схожий состав окружающей застройки вклинивается достаточно большой фрагмент общественного пространства - парка близ церкви Сурб-Хач, которая является объектом культурного наследия регионального значения. Этот факт усложняет восприятие этой зоны от водного пространства.

Участок № 5 уникален тем, что он почти полностью окружен тканевой одноквартирной застройкой, что дает возможность отнести его к низкоплотностному участку будущего линейного парка.

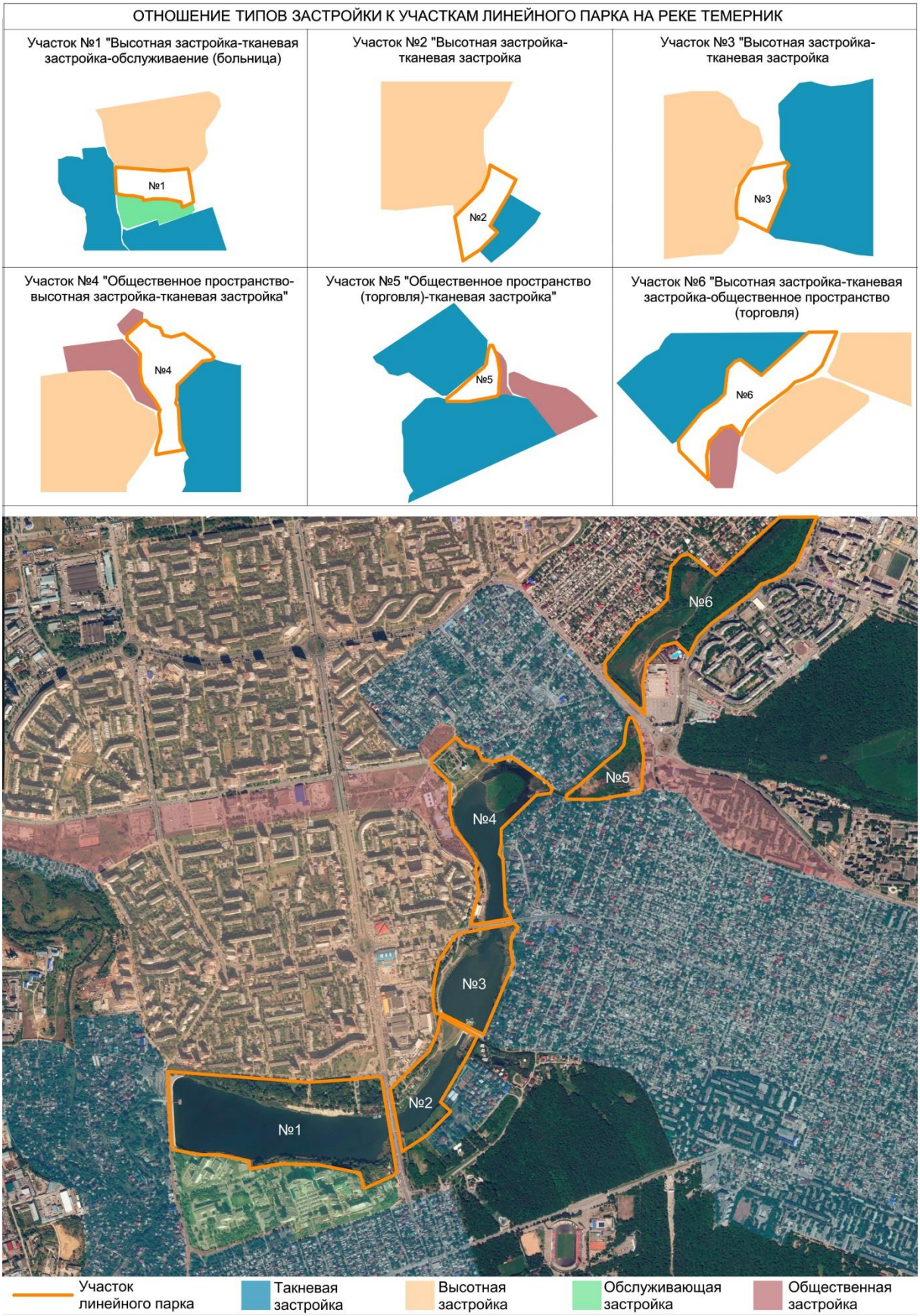


Схема отношения типов застройки к участкам линейного парка на реке Темерник

Также для этой территории характерна связь с комплексной застройкой, незначительно прилегающей с восточной части, – высотные жилые дома, здания торговли, школы и гостиница. Эта функциональная связь задает исходно комплексность пространств линейного парка, которые должны быть связаны с существующими функциями в прилегающей застройке.

Заключительный участок № 6 обладает застройкой со значительными высотными характеристиками, данной ему от района «Темерницкий». Эта застройка резко контрастирует с тканевой застройкой и общественным пространством близ этой части будущего линейного парка. Здесь следует обратить внимание на создание разноуровневых связей между окружающей застройкой посредством включения в планировку будущего линейного парка пешеходных мостов, соединяющих разновысотные фрагменты рельефа.

Следуя вышесказанному, хочется отметить, что линейный парк является необходимым элементом неоднородной городской среды, так как он будет являться связующим звеном между разнородной застройкой. При создании линейного парка будут активированы ранее не задействованные структурные, образующиеся связи вдоль реки Темерник.

Линейный парк создаст дополнительное обрамление прибрежной территории, которая на данном этапе не задействована в рекреационной функции. Именно в освоении прибрежных территорий заключён колоссальный потенциал пространства реки Темерник и Северного жилого массива.

Список литературы

1. Гутнов А.Э. Эволюция градостроительства М.: Стройиздат, 1984. 256 с.

2. MichelConan. Environmentalism in Landscape Architecture . D.C. as volume 22 in the series Dumbarton Oaks Colloquium on the History of Landscape, 2000 Dumbarton Oaks Trustees for Harvard University Washington. pp 20-33

3. Михайлов С.М. Дизайн современного города: комплексная организация предметно-пространственной среды (теоретико-методологическая концепция), автореф. дис…. д-ра искусствовед. наук: 17.00.06. М., 2011. 362 с.

4. Morgun N.A., Reznitskaya L.A., Skopintsev A.V. Architectural Scenography of City Environment - as a Project Strategy of Reconstruction of Historical Center and Reinforcement Factor of its Tourist Image. WorldAppliedSciencesJournal № 26 (8). 2013. pp 1019-1026.

5. Дьяченко Е.В. Архитектурно-ландшафтная организация туристических маршрутов (на примере города Москвы), автореф. дис. …канд. арх: 05.23.22 . М., 2010. 110 с.

6. Нефедов В.А. Архитектурно-ландшафтная реконструкция как средство оптимизации городской среды, автореф. дис. … д-ра арх: 18.00.04. СПб., 2005. 329 с.

УДК 711.1; 719

СОХРАНЕНИЕ ПАМЯТНИКОВ ДЕРЕВЯННОГО ЗОДЧЕСТВА КАК ОДИН ИЗ ПРИНЦИПОВ СОЦИАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ СЕСТРОРЕЦКА

Бесова Ольга Владимировна

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, Россия, e-mail:kodik2005@inbox.ru

Аннотация. В статье отражена проблема сохранения и приспособления для современного использования памятников деревянного зодчества, расположенных в Сестрорецке. Рассматривается история застройки Сестрорецка и анализируются его градостроительные особенности. Описывается опыт других городов по сохранению деревянных объектов культурного наследия и их системы финансирования. В итоге предлагается осуществить сохранение деревянных объектов культурного наследия путем привлечения инвесторов с целью создания новых зон притяжения как для местного населения, так и для туристов.

Ключевые слова: Сестрорецк, объекты культурного наследия, памятники деревянного зодчества, деревянные дачи

CONSERVATION WOODEN ARCHITECTURE MONUMENTS LIKE ONE OF PRINCIPLES OF SOCIAL DEVELOPMENT OF SESTRORETSK TOWN

Besova Olga Vladimirovna

Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering Russia, e-mail: kodik2005@inbox.ru

Abstract. The article reflects the problem of preservation and adaptation for the modern use of wooden architecture monuments located in Sestroretsk. The history of the development of Sestroretsk is considered and town-planning features are anatomicized. It describes the experience of other cities in preserving the wooden objects of cultural heritage and their financing system. As a result, it is proposed to implement the preservation of Wooden objects of cultural heritage by attracting investors in order to create new zones of attraction both for the local population and for tourists.

Keywords: Sestroretsk, cultural heritage sites, Wooden Cultural Monuments, Wooden Villas

Город Сестрорецк, расположенный на берегу Финского залива, является крупнейшим из 11 муниципальных образований, входящих в состав Курортного района Санкт-Петербурга. Сестрорецк – курортный город, в котором проживают свыше 40 тысяч человек. Летом население Сестрорецка увеличивается за счет отдыхающих в несколько раз. От центра Северной столицы его отделяют около 25 км, но имеется достаточно удобная транспортная связь; время в пути на общественном транспорте составляет от 35 до 60 минут.

В начале 20 века Сестрорецк активно стал застраиваться деревянными дачами. В те времена строительство дачи в Сестрорецке могли себе позволить только зажиточные люди, над проектами дач, для которых работали талантливые архитекторы (рис. 1).

В отличие от Санкт-Петербурга в Сестрорецке уже почти сложилось социальное районирование. «Элитные» коттеджи сконцентрировались в бывшем пос. Курорт и на Угольном полуострове. «Средний класс» в основном расположился в многоквартирных кирпичных домах, построенных по индивидуальным проектам и расположенных западнее вокзала. И, наконец, муниципальная пятиэтажная застройка 1960-х годов компактно разместились на востоке города, в кварталах вокруг улицы Володарского.

Рис. 1. Историческая деревянная застройка в Сестрорецке

Согласно информации, представленной в Концепции комплексного развития общественных пространств Курортного района (город Сестрорецк) Сестрорецк имеет полицентрическую урбаническую модель развития города, спецификой которой является наличие нескольких центров притяжения. Пространственная структура полицентричного города обеспечивает функциональное разнообразие и вариативность потребления городского пространства жителями. В Сестрорецке возможно выделить три планировочных района, каждый из которых обладает сложившейся структурой местных точек притяжения, собственными предпосылками для развития, собственными комплексными проблемами. В городе много парков и водных артерий. В пространственном отношении Сестрорецк может быть разделен рекой Сестрой и Сестрорецким разливом на три слабо связанных друг с другом планировочных района: Канонерка (исторически – Канонерская слобода), Разлив, Северо-Восточный [1]:

- Канонерка – между Финским заливом и рекой Сестрой, подразделяется на:

1. Дубковскую планировочную зону.
2. Курортную планировочную зону.
3. Заводскую планировочную зону.

- Разлив – на левом берегу реки Сестры (между озером Сестрорецкий разлив и Приморским шоссе);
- Северо-Восточный – между рекой Сестрой и озером Сестрорецкий разлив.

Сестрорецк и в дальнейшем необходимо развивать в качестве города-курорта и города-спутника Санкт-Петербурга. Вместе с тем следует тщательно оберегать невозобновимый ресурс – историко-культурное наследие города – исторические дачи, являющиеся памятниками деревянного зодчества, расположенные в Курортной планировочной зоне района Канонерка [2]. Необходимо выделить сохранившиеся «оазисы» старого Сестрорецка и поддерживать их в целях увеличения туристической привлекательности города.

Необходимо отметить, что в соответствии с пунктами 4 и 7 статьи 36 Градостроительного кодекса Российской Федерации на земельные участки, расположенные в границах территории объектов культурного наследия,
в том числе выявленных объектов культурного наследия, действие градостроительного регламента не распространяется, и использование указанных земельных участков определяется уполномоченным органом исполнительной власти, которым на территории Санкт-Петербурга является Комитет по государственному контролю, использованию и охране памятников истории и культуры.

Проведя анализ существующей градостроительной ситуации, необходимо определить приоритетные виды использования объектов культурного наследия. Также необходимо определиться с финансированием работ, понять, возможно ли привлечение инвесторов и условия работы с ними, например, в рамках государственно-частного партнерства, либо же использовать бюджетные средства.

Изучая опыт других городов (Томск, Иркутск, Москва и Таллин), имеющих аналогичные ценные объекты деревянного зодчества, можно сказать, что для их полноценного сохранения необходим постоянный контроль соответствующего органа государственной власти за работой инвестора на объекте. Практика показала, что при работе инвестора часто, в последний момент, с подачи градозащитников, возможно спасение ценных объектов деревянного зодчества.

В Томске работы над сохранением объектов проходят в рамках муниципальной программы «Сохранение деревянного зодчества» и дефицит бюджета приводит к постоянным переносам сроков по восстановлению памятников. Отсутствие бюджетного финансирования приведет объекты культурного наследия к полному уничтожению. Таким образом, необходимо выработать совместный механизм действий

инвестора и государства.

Учитывая, что большинство деревянных дач Сестрорецка находятся в курортной зоне района Канонерка, где расположена индивидуальная жилая застройка и зоны рекреации (Верхний, Средний и Нижние парки), необходимо выработать механизм государственно-частного партнерства с привлечением инвесторов. Это создаст зоны притяжения не только для населения Петербурга, приезжающего на курорт, но и для жителей Сестрорецка, для круглогодичного использования исторических деревянных дач, что позволит сохранить уникальные объекты культурного наследия.

Список литературы

1. Концепция комплексного развития территории Курортного района Санкт-Петербурга (город Сестрорецк) // Санкт-Петербург; проектный офис АО «Авенариум+», 2017 – 71 с.

2. Старые дачи. Сестрорецк. Историческая справка. [Электронный ресурс]. URL:https://terijoki.spb.ru/old_dachi/sestroretsk_history.php/

УДК 72.017; 76.01

ОСОБЕННОСТИ ШРИФТОВОЙ КОМПОЗИЦИИ В ГОРОДСКОЙ СРЕДЕ

Бородулина Светлана Владимировна, Кузнецова Ольга Геннадьевна

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., Россия, e-mail: borodulina-svetlana@rambler.ru, o.g.sar@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрено историческое развитие организации наружной рекламы в городской среде, традиции и «вывесочные каноны». А также особенности развития шрифтовой вывески в городах русских. Дан ретроспективный анализ вывески со времен возникновения и до XX в. И определен его итог.

Ключевые слова: шрифтовая композиция, мастера-вывесочники живописные и шрифтовые вывески.

FEATURES TYPE COMPOSITIONS IN URBAN ENVIRONMENT

Borodulina Svetlana Vladimirovna, Kuznetsova Olga Gennadievna

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Russia, e-mail: borodulina-svetlana@rambler.ru, o.g.sar@mail.ru

Abstract. The article considers the historical development of the organization of outdoor advertising in the urban environment, traditions and "signage canons". And also features of development of a font sign in the cities of Russian. A retrospective analysis of the signs from the time of occurrence to the XX century is given. And its result is determined.

Keywords: font composition, outdoor-sign-craftsmans, fonts sign

При формировании и оформлении городской среды активно использовалась и используется шрифтовая композиция различного значения и назначения. Это - вывески, памятные доски, надписи различного назначения и прочие. Надписи не только несут информацию, но формируют эстетику среды жизнедеятельности человека. Рассмотрим историческую трансформацию одного из главных компонентов визуального коммуникативного дизайна - вывеску.

Изначально понятие - «вывеска» - означало вывешивание товара над прилавком торговца или подручных средств над рабочим местом ремесленника стародавней Москвы и др. городов русских. Такая традиция имела место довольно долго, и в современной системе визуальных коммуникаций применима и сегодня.

Первые вывески, как средства наружной рекламы имели вид бутафорских предметов или плоских щитовых конструкций с рисунками и подписями информационного характера, сообщающими о роде деятельности и названии заведения. Прародителем таких рекламных изображение с подписью, отличающееся доступностью образов и лаконичностью исполнения можно считать особый вид народного творчества - лубок и жанр конклюзии. Который сочетает в себе изобразительность и текстовую содержательность; рукописный и печатный тексты; рисованные изображения на бумаге, дереве или ткани. И такие народные произведения являются прототипами будущих вывесок, плакатов или афиш. В России XVIII в. начинают использовать шрифтовые вывески и к концу XIX в. такие вывески становятся главными элементами в оформления центральных улиц столичных городов. А удаленных городах присутствие лубочного стиля можно видеть почти до самой Октябрьской революции [1]. Самое популярное старейшее изображение московской предметно-символической вывески датируется 1705 годом. Изначально, с вывешиванием предметов, т.е. вывеской, занимались сами торговцы или ремесленники, то с распространением вывески живописной и объемной, а позднее и шрифтовой этим уже занимаются мастера-вывесочники [2].

Исследователи русской живописной вывески А.В. Повелихина и Е.Ф. Ковтун пишут: «зачастую выходцами из деревень и прочих пестрых слоев городского населения были «вывесные живописцы» или «вывесные мастера». В городе, для того, чтобы открыть свое «живописное дело», всякий должен был вступить в корпоративную организацию ремесленников. После строгого испытания в живописном мастерстве, если просимый удовлетворял всем требованиям, его записывали в подмастерскую книгу живописно-малярного цеха и выдавали диплом. Проработав подмастерьем и показав умение, он мог сдать экзамен в Ремесленной управе, получить звание мастера живописного ремесла, открыть мастерскую» [3, с. 30-31].

К 1900-1910 гг. писание вывесок является специальным художественным разделом малярного дела. Вывески становятся целыми

«живописными произведениями». Так на протяжении XIX в. устанавливаются фиксированные вывесочные «каноны» - в композиции, колорите и форме вывесок, которые определяются специализацией магазина. Таким образом, появляется традиционная манера писать вывески кондитерских и пекарен охрой или золотом в контраст к темному фону. Изображения кренделей с парой львов или пирамид из хлебов, закомпонованные в желтый треугольник на черном, становятся популярными в рекламе пекарен и в настоящее время имеет применение в графическом дизайне. Вывески зеленщиков, мясников, магазинов торгующих разнообразной продукцией являют громоздкие, сложные, многокомпонентные композиционные построения из предлагаемого ассортимента товаров. Создатели вывесок использовали простые в понимании образы, основанные на композиционных «канонах», используя свою воображение и применяя сочные и броские колеры. На финальной стадии покрываемые олифой, которая сохраняла их на долгий срок, спустя которого темнела и вывеска обновлялась подобно иконе [4, с. 21-45].

К концу XIX века живописные вывески достигают высокого уровня мастерства, но несмотря на это, постепенно теряют свою популярность, хотя на окраинах Москвы и Петербурга они встречались еще до конца 1920-х гг. И в начале XX века главная роль на центральных улицах столичных городов, а после и пр. городов русских, начинают играть вывески другого рода. Возросшая грамотность, городская монопольная культура, выразившаяся в процессе стандартизации вкусовых предпочтений горожан, требовали мгновенного плаката, буквенной рекламы [3, с 115]. Как можно видеть по старинным фотографиям главных улиц столиц (рисунок 1-2) и прочих городов русских (рисунок 3-5), благоустройство в организации вывесок достигалось за счет отказа от натуралистичности изображения в пользу четко выстроенных, графически гармоничных шрифтовых композиций.

Рис. 1. Один из корпусов Апраксина двора в Петербурге, фото 1910-х гг.

Рис 2. Тверская улица в Москве, фото 1914 г.

Рис. 3. Московская улица в Саратове, фото 1890-1904 гг.

Рис. 4. Фрагмент улицы Немецкой, на фотографии видно, где этот был магазинчик (дом № 21 по № после 1905 года). Снимок был сделан между 1889-1891 гг.

Рис. 5. Фрагмент рекламы магазина В.В. Буковецкого «Главный склад полотняных и чулочных изделий Жирардовской фабрики» в доме бывшем Мейендорфа на Немецкой улице (ныне пр. Кирова) (Саратовский дневник. 1878 г.)

Шрифтовая вывеска столичных городов XVIII веке незатейлива. XIX века на смену плоскостной шрифтовой вывеске с намалеванной краской, приходит популярная вывеска с объемными золочеными буквами в накладку – на европейский манер; но и старые варианты шрифтовых вывесок не теряют популярности.

Несмотря на все сложности процесса сложения вывесочного стиля, в конце XIX – начале XX века в вывесках проявляются многие черты, специфические именно для России – назидательность, предметность, иллюстративность. Можно выделить два основных направления стиля рекламы на пороге XX века – модерн и неорусский (русские мотивы). А также отметить влияние вывески на жанр плаката – как жанра рекламного искусства и наоборот.

В начале XX столетия работа изготовителей вывесок и наружной рекламы вызвала большой интерес художников-авангардистов: М. Ф. Ларионова, Н. С. Гончаровой, М. З. Шагала; И. И. Машкова, П. П. Кончаловского и других; а также искусствоведы обратили внимание на живописные навыки наивных художников и прежде всего на их изобразительные приемы. Позднее появились коллекционеры вывесок и выставки, демонстрирующие их собрания. Такую выставку можно и сегодня увидеть в Петербурге (в коллекции вывесок и цеховых знамен из собрания Государственного музея истории Санкт-Петербурга) [5].

Подводя итог ретроспективному представлению шрифтовой композиции в среде города, главным образом выраженной в вывеске, как образующем элементе наружной рекламы, можно заключить; что большой путь развития, становления, исканий и трансформаций пройден и в настоящее время модернизации, стилизации, переосмысления накопленного опыта графических представлений. Обобщая вышеизложенное, условно можно охарактеризовать периоды развития главного компонента коммуникативного дизайна – вывески. Первоначальный смысл вывески пиктографический, не утратил своего значения и сегодня. Период развития - первостепенна изобразительность, дополненная поясняющей шрифтовой надписью. Период исканий – отказ от изобразительности в пользу шрифтового обобщения. И на рубеже XIX и XX веков этап трансформации - главенствующая роль шрифтовой композиции с подчиненным изобразительным началом. А в настоящее время - периода постмодернизма - время шрифтового «хаоса».

Список литературы

1. Зубань А.Н. Историко-стилистический анализ развития наружной рекламы в России // Universum: Филология и искусствоведение: электрон. науч. журн. 2014. № 10 (12).

2. URL: http://7universum.com/ru/philology/archive/item/1659 (дата обращения: 21.10.2016)

3. Газиков А. Московские вывески. 02 02. 2011 [электронный ресурс] http://www.signbusiness.ru/publications/history/763-moskovskie-vyveski.php (дата обращения: 18.10.2016)

4. Повелихина А.В., Ковтун Е.Ф. Русская живописная вывеска и художники авангарда. - СПб.,1991. - 200 с.
5. Ривош Я.Н. Время и вещи: иллюстрированное описание костюмов и аксессуаров в России конца XIX - начала XX в. - М.: Искусство, 1990. - 304 с.
6. Вывески [электронный ресурс] http://memo-projects.livejournal.com/1073732.html (дата обращения: 18.10.2016).

УДК 719.72

НЕГАТИВНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НОВОГО СТРОИТЕЛЬСТВА НА ПАМЯТНИКИ АРХИТЕКТУРНОГО НАСЛЕДИЯ В Г. САРАТОВЕ

Варламова Любовь Евгеньевна, Поляков Андрей Владимирович

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., Россия, e-mail: polyakovsgtu@mail.ru

Аннотация. На примере города Саратова рассмотрены вопросы сохранения зданий, относящихся к памятникам архитектурного наследия, в условиях нового строительства, а так же влияние развивающейся городской среды на архитектурный облик старинных зданий.

Ключевые слова: Памятник, строительство, история, воздействие, плотная застройка

THE NEGATIVE IMPACT OF THE NEW CONSTRUCTION ON MONUMENTS OF ARCHITECTURAL HERITAGE IN THE CITY OF SARATOV

Varlamova Lyubov Evgenyevna, Polyakov Andrey Vladimirovich

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Russia, e-mail: polyakovsgtu@mail.ru

Abstract: On the example of city of Saratov the questions of maintenance of building related to the monuments of architectural heritage are considered, in the conditions of new building, and similarly influence of developing municipal environment on the architectural look of ancient building.

Keywords: Monument, construction, history, impact, dense buildings

Саратов – старинный город, основан 2 (12) июля 1590 года князем Григорием Засекиным и боярином Фёдором Туровым. Именно в городе Саратове можно увидеть совокупность разных эпох нашей истории, отраженных в объектах культурного наследия. Здесь были построены здания в стиле классицизма, модерна, рококо, готический стиль, конструктивизм т.д. Некоторые из них приводятся ниже.

Саратовский академический театр оперы и балета (1875 г.) выполнен в стиле классицизм (рис. 1).

Рис. 1. Театр оперы и балета

Здание на улице Волжской выполнено в стиле модерн (1887 г) (рис. 2). Одним из самых красивых объектов является Саратовская государственная консерватория им. Л.В. Собинова, выполненная в готическом стиле (рис. 3) и является памятником культурного наследия федерального значения.

Рис. 2. Особняк 1887 года

Рис. 3. Саратовская Государственная консерватория им. Л.В. Собинова

Одним из наиболее старинных зданий в Саратове является Троицкий собор, который был заложен в 1698 году и достроен в 18 веке.

Все памятники подразделяются на объекты культурного наследия местного, регионального и федерального значения и находятся под охраной. На данный момент насчитывается 143 объекта культурного наследия местного (муниципального) значения, 360 – регионального и 54 федерального значения.

Объекты культурного наследия являются исторической, духовной и культурной памятью народа, однако, как и любой объект, созданный человеком, подвергаются моральному и физическому износу.

К сожалению, значительное влияния на сохранность исторических зданий оказывает новое строительство. Поэтому при его организации и проведении вблизи исторических объектов, необходимо соблюдать повышенные меры предосторожности.

Одним из негативных примеров является случай с особняком из красного кирпича, который был построен в 1905 году и несколько лет назад признан памятником архитектурного наследия (рис. 4). При строительстве нового жилого дома, вплотную прилегающего к особняку, был вырыт котлован глубиной 6 метров, в результате в стенах особняка образовались трещины, пришли в негодность оконные рамы, частично обрушился потолок, осыпалась штукатурка.

Рис. 4. Фрагмент дома на ул. Т. Шевченко, 49

Участки земли в центральной части Саратова являются самыми привлекательными для строительства новых объектов, но застройка очень плотная, поэтому строительство объекта с благоустроенной территорией практически невозможна. Из-за этого страдают объекты культурного наследия.

В принятом Федеральном законе № 95 ФЗ от 05.04.2016 г. «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации», предусматривается в статье 34 «Зоны охраны объектов культурного наследия» пункте 2:

«…2. Охранная зона объекта культурного наследия - территория, в пределах которой в целях обеспечения сохранности объекта культурного наследия в его историческом ландшафтном окружении устанавливается особый режим использования земель и земельных участков, ограничивающий хозяйственную деятельность и запрещающий строительство, за исключением применения специальных мер, направленных на сохранение и регенерацию историко-градостроительной или природной среды объекта культурного наследия.»

Во избежание неблагоприятном воздействия на близлежащие здания, необходимо провести оценку степени влияния нового строительства на окружающую застройку и инженерные сети (здания, сооружения и конструкции), в соответствии с требованиями Свода правил «Основания зданий и сооружений» (СП 22.13330.2016).

Рис. 5. Кинотеатр «Родина»

Перед возведением нового объекта необходимо позаботиться о пожарной безопасности не только строящегося объекта, но и близ лежащего объекта, так же по возможности такие элементы как арматура, металлические конструкции и т.д. изготавливать не на месте строительства, а за ее пределами. Необходимо провести геотехническую оценку влияния нового строительства на изменение напряженного-деформированного состояния оснований и фундаментов существующей застройки, в том числе и инженерные коммуникации, влияние на окружающий грунтовый массив, возможное повышение или понижения уровня грунтовых вод. По результатам определяют радиус влияния на существующую застройку, определяется необходимость в дополнительном усилении конструкций, близлежащего объекта. К сожалению, на архитектурный облик старинных зданий города Саратова также может оказывать негативное влияние развитие городской среды в современных условиях. Вывески, баннеры, пристройки разрушают сложившийся облик города.

Список литературы

1. СП 22.13330.2016 «Основания зданий и сооружений».

2. Федеральный закон № 95 ФЗ от 05.04.2016 г. «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации».

УДК 725

ИСТОРИКО-АРХИТЕКТУРНЫЕ АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ ТЕРРИТОРИИ ЗАВОДА «ЛЮДВИГ НОБЕЛЬ»

Васильева Анна Владимировна

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, Россия, e-mail: 79118303108@ya.ru

Аннотация: представлены результаты исследования исторических аспектов промышленной территории завода «Людвиг Нобель» города Санкт-Петербурга в аспекте предстоящего поиска решений по приведению в соответствие заводского комплекса застроек как архитектурного наследия современным запросам развивающегося города. На основе анализа содержания разнохарактерных источников: исторических материалов, картографических документов и результатов натурного обследования объектов промышленной территории завода «Людвиг Нобель» изложена картина становления архитектурного облика территории, представляющая культурно-исторический интерес и исходный материал для поиска перспективных градостроительных решений.

Ключевые слова: Завод Людвиг Нобель, династия Нобелей, Выборгский район, культурное наследие, современный город

HISTORICAL AND ARCHITECTURAL ASPECTS OF THE FORMATION OF THE TERRITORY OF THE PLANT «LUDWIG NOBEL»

Vasilyeva Anna Vladimirovna

St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, Russia, e-mail: 79118303108@ya.ru

Annotation: The results of the study of the historical aspects of the industrial territory of the Ludwig Nobel plant in St. Petersburg are presented in the aspect of the upcoming search for solutions to align the plant complex of buildings as an architectural heritage to the modern needs of a developing city. Based on the analysis of the content of diverse sources: historical materials, cartographic documents and the results of a field survey of industrial objects of the Ludwig Nobel plant, a picture of the formation of the architectural appearance of the territory is presented, representing cultural and historical interest and starting material for finding promising urban solutions.

Key words: Ludwig Nobel plant, Nobel dynasty, Vyborg district, cultural heritage, modern city

Исследование историко-архитектурных аспектов промышленной территории завода «Людвиг Нобель» города Санкт-Петербурга проводиться с целью изучения исторических документов для предстоящего поиска решений по реновации территории, являющейся культурно-историческим наследием.

Территория бывшего завода Людвига Нобеля располагается на Выборгской стороне по правому берегу Большой Невки. С запада территории

завода проходит Пироговская набережная. Площадь исследуемой территории 43 890 м^2.

История развития исследуемой территории связана с деятельностью известных предпринимателей XIX и начала XX веков, династии инженеров и изобретателей деятелей шведского происхождения Нобелей, семьи основателя одной из наиболее престижной международной премии, ежегодно присуждаемой за выдающиеся научные исследования, революционные изобретения или крупный вклад в культуру или развитие общества. В 1842 году в город Петербург приехал жить Нобель Эммануил Эммануилович, совместно со своей супругой и детьми. В 1846 году Э.Э. Нобель организовал на Петроградском острове механический завод. На заводе производились металлические конструкции, заряды, спецстанки, паровые машины, водяное центральное отопление, изобретенное самим Нобелем. Вместе с сыном Робертом был выполнен заказ на производство ограждения из мин во время Турецкой войны. Но по окончании войны актуальность продукции снизилась, Нобель перешел в сферу кораблестроения. Так как завод изначально строился для массового производства, частные заказы не спасли завод от разорения и Нобелю пришлось огласить себя банкротом. В 1859 году Э.Э. Нобель с сыновьями Альфредом, Робертом и Эмилем направляется обратно в Швецию, прожив и проработав в нашей стране около 22 лет.

А управление заводом возглавил, по просьбе кредиторов, Людвиг Нобель. Два года Людвиг пытался возродить завод, но понял, что это невозможно. Заработав большие финансы на операции разорения завода, вскоре арендовал завод «Имервуда», находившийся на Выборгской стороне, на берегу реки Большой Невки, с другой стороны, немного наискосок от завода Э.Э. Нобеля.

Считается, что завод основан 1 октября 1862 года, когда Людвиг выкупил производство и основал собственный бизнес «Чугунно-медно-сталелитейный и котельный завод». Изначально завод специализировался и предлагал чугунное и бронзовое литье, а также раковины, сифоны, отопительные батареи и чугунные печи.

Завод занял нишу, как постоянный поставщик Артиллерийского ведомства и Сестрорецкого оружейного завода. С 1863 по 1867 года Производство выполняло заказы на изготовление оружия, а также станки и машинное оборудование заводов. Активная работа завода шла в период конца 1870х годов в связи с перевооружением русской армии [2].

Тогда же принимается решение о строительстве здания, которое бы служило и жилым домом для многочисленного семейства Нобелей, и конторой завода. С 1870 по 1886 годы под руководством архитектора К.К. Андерсона начинается возведение здания по образу итальянского палаццо эпохи Возрождения, строительство происходит в несколько этапов. Место размещения было выбрано на набережной реки Большой Невки. Фасад здания обращен в сторону реки и участвует в создании исторического силуэта городской набережной. Особняк построен на территории завода и представляет

собой трехэтажное каменное здание желтого цвета с красными архитектурными деталями. С устройством двусветного пространства зимнего сада с южной стороны здания, крупными оконными проемами арочного типа, обеспечивающими необходимую инсоляцию внутренних пространств. Здание имеет характерные черты архитектуры того времени - отход от классицизма, появление эклектики (рис. 1).

Рис. 1. Дом Э.Л. Нобеля

А уже в 1879 году на основе нефтеперерабатывающего завода в столице Азербайджана, братья объединяют капиталы и учреждают «Бранобель». Благодаря этому наш исследуемый объект увеличивается и развивается, так как производство завода «Людвиг Нобель» начинает нацеливается на производство спецоборудования для нефтедобычи и сопутствующих нефтепродуктов. Нобели первыми возглавили нефтеналивные суда в России. Завод Людвига Нобеля в 1879 году первым в России начинает производство резиновых шин для колес [3].

В 1882 году вместе с инженерами, одним из которых был А.Тернквист, Людвиг Нобель внес изменения в работу нефтяной форсунки для сгорания нефтепродукта. Форсунка применялась при работе поездов и кораблей, а также для отопления жилья. В 1883 году Нобели вытесняют из России нефтяную корпорацию из Америки «Standard Oil» владельцем которой является John Rockefeller.

31 марта 1888 года в 57 лет умирает Людвиг Эммануилович Нобель. После смерти Людвига все дело переходит к его сынам Карлу и Эммануилу. Карл продолжает вести дела завода, а Эммануил занимается Товариществом Братьев Нобель [4].

По данным архива в 1890 году возводят чугунолитейную мастерскую. Нынешний адрес на пересечении Большого Сампсониевского с улицей Фокина. В 1912 году его расширяют по проекту инженера Г.Ф. Джонсона. Здание одноэтажное, удлинено в сторону Большой Невки, в плане прямоугольной формы, проектировалось в стиле промышленного модерна. Боковой фасад, обращенный на Сампсониевский проспект, завершен щипцом

ступенчатой формы. Все фасады имеют большие окна-витражи для лучшей инсоляции рабочих пространств. Здание возведено из кирпича с использованием металлических конструкций – материалов, характерных для технологий начала XX века. Раньше к большому одноэтажному зданию вела железная дорога, а широкие ворота и высота сводов позволяли проходить платформам с грузом прямо в цех. Ныне заброшено, восстановлению подлежат только два фасада выходящие на улицу Фокина и Сампсониевский проспект; кровля и остальные фасады разрушены. В начале 1890х годах Карл Людвигович наблюдает за техническим прогрессом и запускает производство керосиновых двигателей. А в 1893 году на Всемирной выставке за форсунки и керосиновый двигатель двумя медалями награждается завод «Людвиг Нобель».

В 1894 году Карл Людвигович Нобель умирает и производство переходит в распоряжение к Эммануилу Людвиговичу. В тот период в России производства испытывали упадок. Э.Л. Нобель организовал на заводе дополнительные специальности и рабочие места. В 1898 году заплатив большие деньги, Э.Л. Нобель приобрел право на производство и продажу двигателя внутреннего сгорания у Рудольфа Дизеля. Схемы двигателя были изменены Нобелем и конструкция двигателя позволяла работать на нефти. На Всемирной выставке в Париже в 1900 году двигатель Дизеля получил главную награду. Благодаря этой гран-при было налажено производство. В Европе этот двигатель называют «Русский дизель» [5].

В 1908 г на заводе были произведены 2 двигателя для первой в мире дизельной подводной лодкой. В этом же году закончилось строительство производственного корпуса №1. Это двухэтажное кирпичное здание прямоугольной формы с гладкими неоштукатуренными стенами. К зданию примыкает кирпичная ограда с въездными воротами. Выделяются оконные перемычки над большими окнами и витражами. На углах здания расположены пилястры, которые заканчиваются карнизом по боковым фасадам. После революции 1917 года династия Нобелей и высшие служащие уехали из России за границу. С установлением новой власти завод был национализирован и приобрёл новое название – «Русский дизель» территории увеличили за счёт соседней льнопрядильной джутовой мануфактуры Д.Н. Лебедева.

1930-х годах начали строительство постройки к производственный цех №2 построенному в 1912 году по нынешнему адресу Сампсониевский проспект, дом 30, корпус 1. До изменений здание имело протяженную прямоугольную форму с массивными неоштукатуренными стенами и кирпичным декором ритмично расчлененное контрфорсами, имеющее большие окна-витражи, обширные, хорошо освещенные внутренние пространства, перекрытые легкими металлическими конструкциями. А вот трехэтажный блок пристройки теперь является лицевым фасадом Выполнен в характерных для конструктивизма формах с применением железобетонного каркаса. Его несущие элементы выделены на фасаде светлым колером. Пространство между ними заполнено витражным остеклением. Венчает фасад карниз на консольной плите. Корпус расположен в одном ряду со старым

чугунолитейным цехом. Вместе эти два здания создают живой, запоминающийся образ фабричной застройки разных времен. Завод являлся лидером в отечественном дизелестроении и оставался им до начала ВОВ. После войны производство дизелей было продолжено. К 2009 г. завод «Русский дизель» и его филиал были ликвидированы по завершению процедуры банкротства [6].

Династия Нобелей оставила яркий след в индустриальной истории России. Впечатляющие изменения, как выросло за три поколения семейное дело от небольшого металлопроизводства в нефтяную корпорацию. 1917 год изменил ход истории, Россия потеряла таких выдающихся инженеров, предпринимателей и новаторов. Сегодняшний наш долг сохранить хотя бы то, что еще осталось от вклада семейства Нобелей в индустриальную архитектуру города Санкт-Петербурга. Все выше описанные здания и сооружения, являются выявленный объектами культурного наследия, а особняк Нобелей является объектом культурного наследия федерального значения. На территории находятся еще несколько исторически значимых зданий и сооружений. Все эти здания и особняк находятся в плачевном и упадническом состоянии. И теперь наша задача – предложить рекомендации по реабилитации территории и её внедрения в современную градостроительную структуру Выборгского района Санкт-Петербурга.

Список литературы

1. Андреев М. Реновация промышленных территорий и объектов/ http://arch-grafika.ru/publ/bez_kategorij/bez_kategorij/renovacija_promyshlennykh_territorij_i_obektov/12-1-0-69
2. Завод «Людвиг Нобель» – Завод «Русский дизель». [Электронный ресурс]. URL: http://www.citywalls.ru/house6089.html (дата обращения: 15.09.2018).
3. Пятидесятилетие Товарищества нефтяного производства братьев Нобель, 1912. СПб.: Т-во Р. Голике и А. Вильборг, 1912. [Электронный ресурс]. URL: http://www.raruss.ru/bind-edition/bindings2/4173-nobel-mechanical-plant.html (дата обращения: 07.10.2018).
4. Династия Нобелей в России. [Электронный ресурс]. URL: http://www.promved.ru/articles/article.phtml?id=836&nomer=30 (дата обращения: 02.11.2018).
5. Зеленин К.Н.// Три поколения Нобелей в Росии // Вестник Российской академии наук. 2001. Т. 71. №12. С. 1089-1099.
6. Документы жизни и деятельности семьи Нобель. 1801 – 1932 / Под ред. профессора А.И. Мелуа. Том 12. Санкт-Петербург: «Гуманистика», 2013. 480 с. [Электронный ресурс]. URL: http://eanw.info/nobel/12ndsf.pdf
7. Другов И.К. Русский дизель – путь от первого российского дизеля завода «Людвиг Нобель»: его развитие, современное состояние и перспективы: [докл. на юбил. конф., посв. 100-летию рос. дизелестроения, Санкт-Петербург, сент. 1999 г.] // Двигателестроение. 2000. № 3. С. 6–7.
8. Центральный государственный исторический архив Санкт-Петербурга – фонд 513, опись 102, дело 2858, заказ 66 (дата обращения: 19.10.2018).

УДК 72.035

ЗАГОРОДНЫЕ ДВОРЯНСКИЕ УСАДЬБЫ КАК ХРАНИТЕЛИ ИСТОРИЧЕСКОЙ ПАМЯТИ РОССИИ

Вахтель Екатерина Алексеевна, Тарасова Лариса Германовна

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., Россия, e-mail: vahtel.l00@gmail.com, tar-lar@rambler.ru

Аннотация. В статье раскрывается феномен дворянской усадьбы, влияние «поместной системы землевладения» на становления дворянских усадьб. Рассматриваются структура и функции усадьбы в различные исторические периоды. Поднимается вопрос о возрождении загородных дворянских усадеб как историко-культурного наследия России.

Ключевые слова: дворянская загородная усадьба, поместная система, вотчина, поместье, старая Бахметевка

COUNTRY NOBLE ESTATES AS KEEPERS OF RUSSIA'S HISTORICAL MEMORY

Vakhtel Ekaterina Alekseevna, Tarasova Larisa Germanovna

Yuri Gagarin state technical university of Saratov, Russia, e-mail: vahtel.l00@gmail.com, tar-lar@rambler.ru

Annotation. The article reveals the phenomenon of the nobility. Also, the term «local land tenure system» its influence on the formation of noble estates.Analysis of the formation of the type and function of the estate in a different time period. The question of the revival of country noble estates as a historical and cultural heritage of Russia is raised.

Keywords: noble country estate, local system, patrimony, manor, old Bakhmetyevka

Актуальность выбранной темы определяются прослеживающимися в современной России тенденциями к возрождению утраченных традиций и ремесел, возвратом к своим корням и истокам. Русское дворянство является неотъемлемой частью нашей богатой истории, оно во многом определяло духовное и культурное развитие страны на протяжении многих тысячелетий.

После бурных событий первой русской революции, исследователь усадебной культуры России барон Н.Н. Врангель с горечью писал: «Бунтующие крестьяне сожгли и уничтожили то немногое, что осталось дорогого и милого, что напоминало о том, что Россия когда-то могла».

Дворянская усадьба – важная часть культурного наследия России. Она в течение длительного периода развития страны представляла определенную форму пространственной организации жизнедеятельности. Усадьба прошла длительный этап формирования от дворов *вотчинника*[1] XV века до устоявшегося в понимании современного человека классического образа дворянской усадьбы XIX века [2].

[1]Вотчинник – крупный землевладелец в Московской Руси, владелец вотчины.

На сегодняшний день понятия «*усадьба*» используется достаточно широко. В него может входить понимание только дворянского дома с примыкающим к нему парковым комплексом. Так же в состав усадьбы могут входить различные хозяйственные постройки, либо под термином «усадьба» подразумевается вся территория, находящаяся в собственности. Таким образом «усадьба» становится синонимом к понятию «*имение*[2]». В данной статье под термином «дворянская усадьба» понимается – дом в сельской местности с имеющимися у него строениями службами и угодьями.

Предпосылками к формированию дворянской усадьбы послужило возникновение так называемой поместной системы[3]. В основе формирования данной системы лежало *поместье*[4]– одним из видов земельного владения, участок государственной земли, пожалованный самим государем, как правило, под условием службы[5] [3]. При Иване III[6] началась разработка отлаженного алгоритма раздачи земель под поместья. Поместная система землевладения оказала колоссальное воздействие на государственный и хозяйственный аспекты жизни русского общества. Поместные земли раздавались повсеместно, однако они существенно различались в зависимости от занимаемой должности получателя.

С момента раздачи поместных земель можно обозначить три значимых витка в формировании внешнего вида и функции загородной усадьбы [2].

Усадьбы, сформировавшиеся до 1762 г., на сегодняшний день практически не сохранили первоначального облика и планировочного решения. Говоря об усадьбах данного временного периода, правильным будет термин «господская усадьба». Согласно архивным данным, господская усадьба могла состоять из господского двора, различных хозяйственных построек и *экономии*[7]. Характер и внешний вид построек зависел от нескольких факторов, например, был ли этот дом местом постоянного пребывания, а также от доходов и возможностей владельца [4]. Планировочное решение и материалы для строительства усадеб XV–XVII века не многим отличалась от дворов обычных крестьян. С середины XVIII века усадьбы сосредоточат в себе ряд новых функций, становятся социально-административными и культурными центрами.

Со второй половины XVIII века под строительство усадьбы начали выбирать места с живописным природным ландшафтом в отдалении от города. Изменилось и архитектурно-планировочное решение. Основу усадьбы составлял господский дом, часто дополненный по обе стороны флигелями, образующими каре. Производилось разграничение на зимнюю и летнюю половину дома. Наравне с привычным хозяйственным двором

---

[2]Имение – относительно крупное землевладение с исторически обусловленными границами.

[3]Поместной системой называется порядок служилого землевладения, установившийся в Московском государстве XV и XVI веков.

[4]Поместье – земельное владение помещика

[5]Поместная система – полное собрание законов Российской империи (все собрания).

[6]Иван III Васильевич – великий князь Московский с 1462 по 1505 год, государь всея Руси.

[7]Экономия – усадьба снабженная всем нужным для ведения организованного хозяйства.

постепенно появлялись плодовые сады [5].

Расцвет усадебной культуры прошелся на конецXVIII – первую половину XIX века. Наравне с изменением архитектурного ансамбля и благоустройства территории, многие владельцы начали организовывать на своих землях более мощную, промышленную экономию.

Ряд реформ 1860-х годов подорвал основы экономической и социальной жизни России того времени, что сказалось и на возможности развивать и совершенствовать усадебные комплексы. Мало кто из владельцев развивал свои усадьбы, в большинстве случаев старались поддерживать хотя бы существующую инфраструктуру.

В ряду помещичьих губерний Саратовская, слывшая всегда «степной», занимала в своё время одно из видных мест. Множество ее селений именуется по фамилиям помещиков, основателей или владельцев [6]. На территории бывшей Саратовской губернии к настоящему времени известно о существовании тридцати восьми загородных усадеб, принадлежащих, в том числе, и известным в России представителям дворянских фамилий Нарышкиным, Голицыным, Куракиным, Устиновым. Большинство усадебных комплексов находятся в плачевном состоянии.

Одна из таких усадеб была расположена в селе Старая Бахметьевка, бывшего Аткарского уезда,ныне окраина р.п. Лысые Горы. Земли, на которых было построено родовое гнездо Бахметевых, были даны в собственность генерал-поручику Ивану Ивановичу Бахметеву, отцу Николая Ивановича Бахметева, ставшего в дальнейшем наиболее известным представителем рода и собственником этой усадьбы(рис.1).

Рис.1. Николай Иванович Бахметев
(10 октября1807 г. – 31 августа 1891 г.)

Прежде всего, он известен и интересен нам как музыкант: скрипач и композитор, который внес большой вклад в развитие в России музыкального образования, начало которому было положено в 1873 году. В это время Н.И. Бахметев был уполномоченным от главной дирекции Саратовского отделения Императорского Русского Музыкального Общества (ИРМО). Двадцать два года он находился на должности директора Придворной певческой капеллы в Санкт-Петербурге. На счету Бахметева – композитора музыкальных произведений, в том числе 47 русских и французских романсов, струнный квартет, 13 пьес для скрипки, камерные произведения.

Серьезный вклад Бахметев внес в церковную музыку: под его редакцией вышли сборники годичного обихода церковной службы, кроме того он сочинил 32 духовных произведения.

Церковная составляющая творчества Н.И. Бахметева была не востребована в Советской России и постепенно его вклад в музыкальное образование не только Саратовской губернии, но и всей России, его произведения были забыты. Изучение его наследия – это открытие забытой страницы истории нашей страны.

В настоящее время на территории р.п. Лысые Горы сохранились следующие объекты, входившие в состав усадьбы Бахметевых: часть барского сада (заложен он был в середине XVIII века) и проложенная по его склону тропинка, которая вела к реке. На берегу реки была устроена купальня с зимним садом и фонтаном. К сожалению, сейчас на месте купальни располагаются жилые дома. По словам местных жителей, эта тропинка была выложена мраморными плитами и, лет 15 назад, во время дождя их было видно. Также, жители рассказывают, что в саду сохранился остов беседки. От построек усадьбы сохранилась только церковь (с утраченной колокольней) от жилого дома – только остатки фундамента.

Николай Иванович был рачительным хозяином. Известно, что незадолго до отмены крепостного права у семьи Бахметевых, в собственности имелось 7500 десятин земли, была возведена мельничная плотина на Медведице, функционировал винокуренный завод, построены училище, больница, церковь. Из записок Николая Ивановича известно, что, доставшаяся ему в наследство усадьба состояла из 14 строений и при ней было 180 душ дворовых, среди которых были музыканты, актеры, певчие, мастеровые.

Известно, что перед своей свадьбой он существенно переделал старую усадьбу и привез туда молодую жену. Однако случившийся вскоре пожар, практически уничтожил господский дом, который удалось отстроить заново уже через несколько месяцев. Бахметев пишет в своих записках, что два сохранившихся каменных флигеля было решено соединить большой залой в два света, и отмечает, что в просторной зале еще лучше раздавались звуки оркестра, который был сформирован им из крепостных крестьян.

Большую часть времени Н.И. проводил в Санкт-Петербурге, но когда приезжал в свою усадьбу, она становилась центром музыкальной жизни. Существует рисунок с изображением усадьбы, похожей на описание, оставленное Николаем Ивановичем в своих записках, с подписью под ним «Усадьба Бахметевых» (рис. 2).

После крестьянской реформы 1861 года Н. И. Бахметев распустил своих музыкантов, и окончательно уехал в Санкт-Петербург, оставив родовое гнездо в наследство сыну. Похоронен композитор на территории своей усадьбы, в склепе при Церкви Святого Иоанна Предтечи.

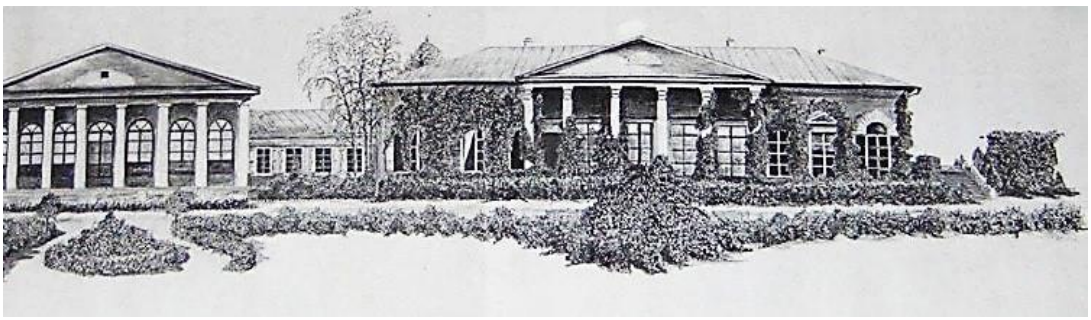


Рис. 2. Усадьба семьи Бахметевых. Зарисовка. Автор неизвестен

Несмотря на то, что современное состояние усадебного комплекса находится в чрезвычайно плачевном состоянии, всегда существует возможность восстановления если не материальных объектов, то хотя бы исторической памяти об этом месте. К счастью в Лысых горах существует инициативная группа местных жителей, работающая в этом направлении. Ими расчищена территория церкви, проведена её первичная консервация, там проводятся службы. Собираются исторические сведения о жизни и деятельности Н.И. Бахметева, организуются культурные мероприятия, как в Саратове, так и в Лысых горах, где пропагандируется забытые музыкальные произведения композитора.

Мечта этих активистов – отреставрировать церковь, начать восстановление парка, а на территории, где имеются фундаменты усадебных построек, создать условия для проведения фестивалей духовной музыки под открытым небом. Хорошо бы еще организовать не территории небольшой музей усадьбы, где посетители могли бы узнать её историю. Под влиянием политических преобразований историко - культурный феномен «дворянская усадьба» был недооценен и заброшен. На сегодняшний день имеются все предпосылки к реконструкуии подобных комплексов для возрождения забытых имен в истории, так много сделавших для становления России.

Список литературы

1. Абрамович Г.В. Поместная система и поместное хозяйство в России в последней четверти XV и в XVIв. АДД. Л., 1975.
2. Козлов В.Ф. Дворянская и купеческая сельская усадьба в России XVI-XX вв. // Вопросы истории. 2002. № 4. С. 166-168.
3. Курсеева О.А. Поместное дворянство Поволжья в конце XIX-начале XX века: Автореф. дис. .канд. ист. наук. Куйбышев, 1985.
4. Лотман Ю.М. Беседы о русской культуре: быт и традиции русского дворянства (XVIII начало XIX вв.). СПб.: Искусство, 2002. 413 с
5. Нащокина М.В. Русская усадьба Серебряного века. М.: Улей, 2007. 432 с.
6. Третьякова Г.А. Поместное дворянство Европейской России в 1917 году (на материалах губерний центрально-земледельческого района и Поволжья): автореф. дис. ….канд. ист. наук. Куйбышев, 1990.
7. Язвицкий В. И. Иван III – государь всея Руси. Альфа-книга, 2017. 1278 с.

УДК 711.01/.09

ИСТОРИЧЕСКОЕ НАСЛЕДИЕ В СТРУКТУРЕ ЗЕЛЕНЫХ НАСАЖДЕНИЙ ГОРОДА МОСКВЫ

Горецкая Александра Григорьевна, Топорина Валентина Алексеевна

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Россия,
e-mail: aggoretskaya@yandex.ru,valya-geo@yandex.ru

Аннотация. Рассмотрены исторические аспекты формирования зеленых насаждений города Москвы. Выделены основные этапы развития садов и парков. В статье приведены современные насаждения, которые по сути являются объектами наследия структуры зеленой инфраструктуры города.

Ключевые слова: зеленые насаждения, историческое наследие, объекты садово-паркового искусства, городское озеленение, зеленая инфраструктура

HISTORICAL GARDENS AND PARKS AS CONSTITUENT PARTS OF URBAN GREEN SPACES IN MOSCOW

Goretskaya Alexandra, Toporina Valentina

Lomonosov Moscow State University, Russia,
e-mail: aggoretskaya@yandex.ru, valya-geo@yandex.ru

Abstract. Paper shows the role of garden and park communities and their place in the frame of green spaces of the city. The authors look through ways of old urban parks and preserved gardens renovation, and mark and analyze several stages of green areas formation for the period from the early middle ages to the present time in Moscow.

Key words: green spaces, historical heritage, monuments of landscape architecture, urban greening, green infrastructure

Облик зеленых насаждений города Москвы претерпевал за длительный период существенные трансформации. Естественно, что с момента первого официального упоминания о г. Москве в 1147 г., природная составляющая зеленых насаждений сменилась на элемент городского культурного ландшафта. Однако большинство современных городских парков и садов исторически возникло и на месте антропогенно освоенных территорий, например, монастырских огородов, дворянских усадеб и т.д.

Изучаемая территория относится к подзоне елово-широколиственных лесов, до настоящего времени фрагментарно представлены зональные растительные комплексы, старовозрастные леса, сохранившиеся в особо охраняемых природных территориях, таких как: национальный парк «Лосиный остров» (сосновые леса и липняки), природный заказник «Ивановский» (липняки и сосняки, фрагменты мезотрофных болот), природно-исторический парк «Битцевский лес» (дубовые леса, липняки, фрагменты суходольных лугов), природно-исторический парк «Кусково»

(дубовые леса) и т.д.

Единичные экземпляры-представители широколиственных лесов – старовозрастные дубы, липы сохранились даже в пределах Садового кольца. Среди них довольно большое количество вековых деревьев имеют природоохранный статус, в настоящее время рассматривается вопрос о присуждении статуса «памятник природы» другим уникальным экземплярам древесных пород, произрастающих в Центральном административном округе г. Москвы.

Характер озеленения и облик насаждений Москвы отличался от «имперского» Санкт-Петербурга. Принципиальная схема озеленения в Москве своеобразна [1]. Москва, как и многие русские города следовала устоявшимся традициям и правилам «Закона градского» (IX в., Византия) и «Соборного уложения» (1649 г.). Изначально «озеленение» Москвы носило целесообразный утилитарный характер – это сочетание плодовых и фруктовых садов (в том числе сады городских жителей, монастырские сады и государев двор) и естественных лесов, окружавших Москву. Озеленение Москвы согласно иным (современным на то время) планировочным решениям началось в послепетровское время (1775 г. – создание Бульварного кольца на месте Белого города). Таким образом, зеленые насаждения Москвы прошли путь развития от природных геосистем к смешанным природно-культурным комплексам.

Рассматривая формирование облика зеленых насаждений г. Москвы, можно выделить несколько этапов, которые демонстрируют, как менялся внешний «зеленый» вид города (таблица).

Основные этапы формирования системы зеленых насаждений города Москвы

Характеристика этапов и типы насаждений	Примеры
I этап «Деревянная Москва»; «город садов» (условно до 1775 г.)	
Монастырские сады/ хозяйства	Монастырские хозяйства: *Спасо-Семеновое подворье* (у Никольских ворот в Кремле), *Новоспасский*[8], *Донской монастырский сад*, *Кудринский патриарший сад* за Москвой, *Новодевичий сад* и т.д.
Господский двор с садами/ царские луга и огороды	Царские луга и сады: Васильевский сад (у слияния Москвы-реки и Яузы), Воронцовский сад, Аптекарские сады (у Кремля и т.д.), *Царицын луг (*Сквер на Болотной)

[8] Курсивом выделены сохранившиеся до наших дней объекты садово-паркового искусства.

Продолжение табл.

Исторические местности	Царевы огороды: *Измайловское, Коломенское* и 50 дворцовых садов в ближайших окрестностях Москвы Ивановская горка *(Милютинский и Морозовские сады, парк «Горка» в Староглинищевском переулке)*
Москва Просвещенная (конец XVIII в.-нач.XIX в.)	
«План прожектированный городу Москве и предместьям»: применение принципов классицизма	*Бульварное кольцо;* строительство водоотводного канала; радиальное озеленение «прошпектов»; общедоступные бульвары.
Москва общественная(1818-1917-е гг.)	
«Прожектированный план Столичного города Москвы» (1818 г.): - уплотнение застройки и сокращение площади зеленых насаждений вдоль Москвы-реки и Яузы, у Новодевичьего и Симонова монастырей, на Пресне, в Тюфелевой и Марьиной рощах; - «компенсационные палисадники» и создание третьего «зеленого» пояса вокруг Москвы вдоль всего Камер-Коллежского вала; - новые парки и «увеселительные» сады	Садовое кольцо; устройство Кремлевских садов (*Александровский сад*); *парк около Екатерининского института* благородных девиц в районе Старой Божедомки; благоустройство старых парков (*Петровский, Нескучный сад* – бывшая усадьба Голицыных); *Сад «Эрмитаж»* (1894 г., архитектор А.У. Белевич); *Сад «Аквариум»* (1897 г. на месте сада «Чикаго»).
«Построение образцового коммунистического города»(1917-30- е гг.)	
Проекты Москвы (1918 г., 1923 г.) – указывался «зелёный пояс»; пояс городов-садов и зеленый пояс, зеленые клинья; Генеральный план реконструкции Москвы (1935 г.): - постепенная деградация дореволюционной системы насаждений; - функциональное озеленение города, соединение зеленых массивов с центром Москвы	1928 г. – открытие парка *ЦПКиО им. Горького* (частично – Нескучный сад); *Парк центрального дома Красной армии им. М. В. Фрунзе* (1928 г., на территории «Екатерининского парка»); *Измайловский Парк культуры и отдыха* (1931 г., бывшая царская усадьба); *Краснопресненский парк культуры и отдыха* (1932 г., бывшая усадьба «Студенец») и т.д.
«Москве –быть зеленой!» (1940-1960-е гг.)	
Совершенствование планировочной структуры уже имеющихся насаждений; непрерывность насаждений; стройка и благоустройство новых кварталов, придворовых территорий, общественных центров	*Парк Пятидесятилетия Октября* (1967); *Спортивный парк Лужники* (1954-1956 гг.); «Черемушки» • План озеленения Москвы 1947 г. • Опытные посадки в центре города;. • Постановление «О развитии парков в г. Москве» (1948 г.). С 1948 по 1958 гг. было озеленено 200 улиц и проспектов

Окончание табл.

«Москва – образцовый коммунистический город» (1970-1980- е гг.)	
Генплан Москвы (1971 г.): окружающий столицу лесопарковый пояс должен был служить природным рубежом	пристальное внимание озеленению периферийных районов - «зеленые массивы для отдыха»
«Москва в поиске стратегии»(1990-2000-е гг.)	
«Основные направления градостроительного развития города Москвы и Московской области на период до 2010 года» (1991-1992 гг.): инвестиционная привлекательность и передел территориальной собственности; городская застройка и транспортная инфраструктура; полицентрическая система города	ликвидация отделов парков в Министерстве культуры; сокращение государственных дотаций; отсутствие необходимого ухода, что привело к их деградации; уменьшение числа парков.
«Традиции и инновации в озеленении столицы» (2010-2025-е г.)	
Идея озеленения 1935-х гг.: вывод промышленных территорий из города с их последующим благоустройством и озеленением;	увеличение количества парков и внутридворовых насаждений, новых «зеленых» зон (в т.ч. мобильных); Парк «Зарядье» (2017 г.)- ценность как системы насаждений, способной выполнять разнообразные функции, весьма низкая. Москва приближается к мировым стандартам с неуклонной потерей аутентичности

Условно авторы выделили 8 этапов, для которых характерны определенные типы насаждений, осуществляемые по планам, которые представлены в таблице, с применением специфических для конкретного исторического периода приемов ландшафтного проектирования и градостроительства. Приведенные примеры системы озелененных насаждений г. Москвы демонстрируют типичные для рассматриваемого этапа утраченные объекты озеленения и сохранившиеся до наших дней.

На основании представленной таблицы, очевидно, что озелененные городские территории обновляются. При этом на каждом этапе наблюдается историческая связь с предыдущим и преемственность, по крайней мере, места расположения. «Обновленные» озелененные территории приобретают новые символы и функции.

Для г. Москвы наследование характера системы зеленых насаждений не такое уж редкое явление. Особенно это относится к центральной исторической части города. Так, например, в пределах Белого города на одном из «московских» холмов –Ивановской горке – восстановлены в XXI в. Милютинский и Морозовский сады, парк «Горка» в Староглинищевском переулке. Показателен пример и земель, принадлежавших Новодевичьему монастырю: Новодевичий огород в 1893 г. был преобразован в «увеселительный» сад «Чикаго, а затем в сад Эрмитаж (1897 г.).

Старинные парки и сады составляют каркас современного городского озеленения. В настоящее время проявляется общая черта для всех крупных городов - унификация и упрощение облика насаждений.

Вместо коренных пород используют интродуценты, порой более декоративные, но в экосистемном понимании не обладающие ценностью, а также внедряют искусственные конструкции, которые не несут смысловой нагрузки, вместо создания многоярусных насаждений.

Необходимо использовать традиционные исторически сложившиеся приемы и техники организации садового пространства в городах, так как это является основным условием сохранения индивидуальности города.

На территории центральной части современной Москвы четко прослеживается характер структуры зеленых насаждений, который был сформирован за длительный исторический период.

Предпринятая попытка выделить и охарактеризовать основные этапы формирования структуры зеленых насаждений города Москвы позволяет утверждать, что несмотря на глобальные процессы урбанизации, исторические черты облика зеленой инфраструктуры прослеживаются до сих пор.

Необходимость их дальнейшего изучения связана не только с улучшением экологического состояния мегаполиса, но и с важнейшей функцией сохранения культурного исторического наследия города Москвы.

Списоклитературы

1.Goretskaya A., Toporina V. The natural and ecological frameworks of the city of Moscow // Three pillars of landscape architecture: design, planning and management. New visions. Eds: Ignatieva M., Melnichuk I. Saint-Petersburg State Polytechnic University, Polytechnic University Publishing House Saint-Petersburg, 2017. P. 136–146.

УДК 725.643

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ НА ПРИМЕРЕ ЗАВОДА «РОЗЕНКРАНЦ»

Гранстрем Мария Александровна

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, Россия, e-mail: arch_project@bk.ru

Аннотация. В статье рассматриваются историко-архитектурные аспекты возникновения комплекса, расположенного на территории бывшего завода «Розенкранц». Производственные здания конца XIX века, двухэтажный классический особняк с парком – деревянный, на каменных сводчатых подвалах - тип застройки, исчезающий в Петербурге. В непосредственной близости к особняку - рабочий клуб, возникший здесь в советское время. Различные по функции и стилистике здания образуют, тем не менее, целостный законченный фрагмент уникальной исторической среды.

Ключевые слова: историческая промышленная территория, историческая среда, особняк владельца предприятия, парк, рабочий клуб

FEATURES OF THE INDUSTRIAL TERRITORIES FORMATION BY THE CASE OF «ROSENKRANZ» PLANT

Granstrem Maria Alexandrovna

Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, Russia,
e-mail: arch_project@bk.ru

Abstract. The article is focused on the historical and architectural aspects of an architectural complex located on the territory of former Rosencrantz plant. There are located the industrial buildings of the end of the XIX century: the two-storey classical mansion, made of wood and stayed on the stone vaulted cellars representing the type of building, disappearing in St. Petersburg now. There is also the club for workers in close proximity to the mansion, which has built later in the Soviet era. These buildings different in function and style form, however, a holistic finished fragment of a unique historical environment.

Key words: historical industrial territory, historical environment, mansion of the owner of the enterprise, park, work club

В конце XIX века исторические предместья Петербурга стали входить в черту города. На месте огородов и загородных дач возникали промышленные зоны. Особенности формирования промышленных территорий можно проследить на примере завода «Розенкранц», сохранившего образцы не только производственной застройки конца XIX века, но и деревянный владельческий особняк с парком, а также рабочий клуб постройки 1930-х гг.

В 1857 г. рижский гражданин механик Федор Федорович Гош купил в Полюстрово, на набережной Большой Невы, участок земли и построил завод для изготовления медных труб. На плане 1857 года, найденном автором в ЦГИА СПб, на участке, принадлежащему Гошу, показаны, помимо небольшого производственного здания, два жилых дома, сад и деревянные хозяйственные постройки [1]. На плане «двора Механика Федора Гоша Выборгской части 1-го квартала» 1864 года [4] севернее деревянных жилых построек присутствует каменный производственный корпус. Но в середине 19 века здесь преобладали загородные дома, а промышленность занимала второстепенную роль [2, 3, 4].

В 1881 г., сменив несколько владельцев, завод переходит во владение Французского Акционерного общества меднопрокатного и трубного завода «бывшего Розенкранца». К 1900 г. завод уже представляет собой комплекс, состоящий из множества каменных построек [10].

Архитектурно-планировочное решение территории на протяжении всего этого времени оставалось прежним - на всех картах и планах этого периода виден один и тот же деревянный владельческий особняк, окруженный парковой зоной, расположенный в непосредственной близости к набережной Невы. Новый этап строительства начался в 1890-1893 гг. когда

были построены: корпус лаборатории, обращенной лицевым фасадом к Неве и производственный корпус, ориентированный на набережную торцевым щипцовым фасадом. Здания сформировали предзаводскую площадь, в ансамбль которой органично вошел и особняк [9].

Декоративное оформление краснокирпичных производственных зданий - с налетом историзма: пилястры с навершиями, ступенчатые карнизы со стилизованными машикулями, сухарики, пояса из бегунка. На крыше производственного здания расположены деревянные мансарды, придающие ему свой неповторимый образ и обогащающие силуэт. В документах, хранящихся в ЦГИА СПб [5] указано, что в третьем, мансардном этаже, располагались жилые квартиры. Знаменательно, что на всех хранящихся в архивах планах остаются неизменными не только конфигурация жилого дома с полукруглым эркером на южном фасаде, но и очертания границ парковой зоны [1, 2, 3, 4]. Сохранившаяся до наших дней овальная клумба с восточной стороны особняка присутствует на всех исторических чертежах, начиная с 1857 года.

Деревянный дом управляющего завода, окруженный небольшим парком – тип редкой и, к сожалению, исчезающей петербургской среды. Расположенное в непосредственной близости к Неве здание дает представление о историческом характере и масштабе Выборгской стороны конца XVIII века. «Особняк, построенный в царствование Екатерины II, расположен среди красиво раскинутого парка, на берегу Невы, почти напротив Смольного монастыря и его затейливой колокольни» [20] – писал журнал «Столица и усадьба» в 1915 году… Деревянное здание стоит на высоких кирпичных подвалах с массивными сводчатыми перекрытиями. А северная часть здания имеет более позднее конструктивное решение – перекрытия подвалов здесь выполнены из кирпичных сводиков по металлическим балкам. Действительно, 1912 году техником Н.А. Морозовым был пристроен небольшой остекленный объем террасы – зимнего сада, придавший дому черты модерна [3]. За 4 года до этого начались работы по благоустройству территории – была возведена металлическая решетка на каменном основании [7], ограничивающая парк с востока (по исторической скругленной границе, прочитывающейся на всех планах). Предположительно в это же время были установлены и малые формы – до наших дней сохранился фонтан с декоративной каменной стенкой и вазой.

В особняке жили владельцы и директора завода, начиная с Федора Гоша; точные сведения об этом отсутствуют. Но о последнем владельце особняка известно немало: в адресно-справочной книге «Весь Петербург» есть имя Ивана Августовича Шарлье – директора Медно-прокатного и трубного завода с 1902 года, с 1907 года являющегося бельгийским вице-консулом, а с 1910 г. – консулом [23]. Бельгийский подданный, с детства выросший в Петербурге, коммерсант и меценат И.А. Шарлье много сделал для промышленности России. «Дом г. Шарлье на Полюстровской

набережной – один из наиболее благоустроенных маленьких особняков города», читаем в «Столице и усадьбе» [20].

После Октябрьской революции завод перешел в национальную собственность, в 1922 году предприятие было переименовано в «Красный Выборжец», а в 1926 году администрация завода приняла решение о размещении в особняке заводского клуба. В ЦГА НТД СПб хранится этот проект «сохранения и приспособления объекта к современному использованию» [15].

В пояснительной записке, датированной 1926 г., описывается возможность разместить в бывшей столовой особняка зрительный зал на 170 человек. В технических актах засвидетельствовано, что количество одновременно присутствующих в клубе людей достигало иногда трехсот(!) человек [15].

Несмотря на то, что за время советской властиособняк утратил большую часть ценной отделки, до наших дней сохранилась обшивка стен дубовыми панелями, два витража, лепные украшения, деревянная лестница, уникальные конструкции ложных деревянных сводов.

В начале 1930-х гг. было принято решение построить новый заводской клуб. В различных документах он назван «Дом технической учебы» и «Культкомбинат». Разработкой проекта занималась Архитектурно-планировочная мастерская №2 института «Ленпроект», ответственный архитектор – Д.Л. Кричевский, руководитель мастерской – А.И. Гегелло. Чертежи были подписаны в феврале 1938 года, а в 1939 году было начато строительство. Объемно-пространственное решение клуба – функциональное, асимметричное, с характерной компоновкой прямоугольных и скругленного объемов, с «конструктивистскими» пропорциями оконных проемов. Восточный фасад напоминает растиражированные конструктивистские проекты общественных зданий 1930-х годов. На оштукатуренном фасаде минимум декора - простые профилированные тяги и лапидарные наличники. Фасад, обращенный на запад, выполнен иначе – в неоклассических пропорциях, декорирован в духе безордерного классицизма. Но на чертежах, подписанных архитектором Кричевским в 1938 году, здание имеет совершенно иную отделку! Руст, пилястры и колонны с капителями композитного ордера, треугольные сандрики и поистине роскошные интерьеры – колонны, балюстрада, лепной кессонированный потолок, лепные профилированные карнизы и тяги, хрустальные люстры [13].

На чертежах можно увидеть, что первоначально конфигурация здания была иной – клуб подходил к набережной Невы помпезным вестибюлем с многоколонным портиком. Натурные обследования показали, что при осуществлении этого замысла деревянный дом управляющего был бы утрачен – вестибюльная группа, создающая репрезентативную входную зону, попадает на пятно застройки особняка Шарлье. Что помешало в полной мере осуществить проектные решения? Может быть, входную зону

должны были возводить 2-й очередью и строительству помешала Великая Отечественная война? После войны не хватило средств? Или кто-то решил сохранить особняк? Так или иначе, вестибюль не был пристроен, клуб занимает второстепенную роль в панораме набережной, а деревянный особняк дошел до наших дней.

В период послевоенного восстановления здание клуба было достроено. Восточный фасад, несмотря на профилированные карнизы и подоконные тяги, может претендовать на конструктивизм, а фасад, обращенный к набережной, так и не получивший парадный вход, оформлен в упрощенной безордерной неоклассике. В полной мере было реализовано богатое внутренне убранство, иллюстрирующее характерные черты «сталинского» неоклассицизма.

Выявление внутренних связей исследуемых объектов и механизмов их функционирования показало, что в наибольшей степени на формирование объемно-пространственной структуры комплекса оказал влияние деревянный особняк с прилегающим к нему парком. Удивительно, но именно небольшой деревянный дом организовал современную панораму набережной.

Промышленные постройки, сформировавшие предзаводскую площадь, были запроектированы в тесной взаимосвязи с особняком, будто бы компонуя фон для деревянной дачи с выразительным силуэтом, стоящей в небольшом зеленом оазисе. Отношение к этой территории как к единому пространственно-временному целому может являться залогом сохранения этого уникального разновременного и разностилистического комплекса, формирующего собой важный участок набережной Невы напротив Смольного собора.

Список литературы

1. ЦГИА СПб. Ф. 513., оп. 102, д. 2810, л.4-6, 24-25, 523.
2. ЦГИА СПб. Ф. 513., оп. 86, д. 474, л.1-3.
3. ЦГИА СПб. Ф. 513., оп. 102, д. 2810, л.311-314.
4. ЦГИА СПб ф.513, оп. 102, д.2810-1, л. 524, 525
5. ЦГИА СПб. Ф. 513., оп. 102, д. 2810, л.372-373.
6. ЦГИА СПб. Ф. 515., Оп. 1, д. 487, л.3.
7. ЦГИА СПб. Ф. 513., оп. 102, д. 2810, л.346-347.
8. ЦГИА СПб. Ф. 514., Оп. 1, д. 2071, л.2.
9. ЦГИА СПб ф.513, оп. 102, д. 2810-1, лл. 355, 358.
10. ЦГИА СПб.ф.513, оп. 102, д.2810-1, лл. 311-314.
11. ЦГАНТД СПб. Ф. 36. Оп. 3-3, д. 18.
12. ЦГАНТД СПб Ф. 36. Оп. 3-3. Д. 19
13. ЦГАНТД СПб. Ф. 36. Оп. 3-3, Д. 20.
14. ЦГАНТД СПб Ф. 192. Оп. 3-1 Д. 163
15. ЦГА НТД СПб, ф. 192, оп. 3-1, д. 2077, лл. 13, 13-об.
16. Архитекторы - строители Санкт-Петербурга середины XIX - начала XX века: справочник / авт. сост. А.М. Гинзбург, Б.М. Кириков, под общ.ред. Б.М. Кирикова. СПб.: Пилигрим, 1996. 396 с.
17. Георги И. Г. Описание российско-императорского столичного города Санкт-

Петербурга и достопамятностей в окрестностях оного. СПб. 1996.
18. Горбачевич, К.С, Хабло Е.П. Почему так названы? О происхождении названий улиц, площадей, островов, рек и мостов Санкт-Петербурга: 5-е изд. СПб.: Новоринт, 2002. 348 с: ил.
19. Жукова, С.А. К истории возникновения акционерного общества меднопрокатного и трубного завода, бывшего Розенкранца (ныне «Красный Выборжец») // Петербургские чтения 97. СПб, 2001. С.532-534.
20. Столица и усадьба. СПб, 1915. №32. С.22-23.
21. Штиглиц М.С. Промышленная архитектура Петербурга / М.С.Штиглиц. СПб.: Нева, 1995. 128 с;
22. Штиглиц М.С. Промышленная архитектура Петербурга в сфере «индустриальной археологии». СПб.: Белое и Чёрное, 2003. 222 с.
23. Иван Августович Шарлье 1858 – 1933 инженер директор и Член правления нескольких крупных предприятий, консул Бельгии в Петербурге и Владивостоке. [Электронный ресурс]. URL: http://www.kmay.ru/sample_pers.phtml?n=3393

УДК 728.012.2

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В ПРОЕКТИРОВАНИИ ЗДАНИЙ КУЛЬТУРНЫХ ЦЕНТРОВ

Грибков Антон Александрович, Дядченко Сергей Федорович

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., Россия, e-mail: arch.gribkov@yandex.ru, dsf1953@yandex.ru

Аннотация. В статье приведена систематизация современных зданий культурных центров[9]. Также проведен сравнительный анализ объемно-пространственных структур и фасадов культурных центров с целью выявления тенденций их архитектурного формообразования.

Ключевые слова: культурный центр, современная архитектура, досуг, общество, общественное здание.

MODERN TENDENCIES IN DESIGNING CULTURAL CENTERS

Gribkov Anton Aleksandrovich, Dyadchenko Sergey Fedorovich

Yuri Gagarin state technical university of Saratov, Russia, e-mail: arch.gribkov@yandex.ru, dsf1953@yandex.ru

Abstract. The article presents the systematization of modern buildings of cultural centers. A comparative analysis of volume-spatial structures and facades of cultural centers carried out as well to identify trends in their architectural formation.

Keywords: cultural center, modern architecture, leisure, society, public building.

[9]Культурный центр(КЦ) – широко используемое обозначение для организаций, а также зданий или их комплексов, предназначенных для сосредоточения, преумножения и продвижения в жизнь окружающего их общества – тех или иных ценностей, традиций и практик, лежащих в сфере культуры и искусства [1].

Современное общество характеризуется устойчивым ростом интереса к культуре и искусству. В связи с этим есть острая необходимость в создании объектов и пространств сосредоточения различных форм деятельности в этой сфере – арт-пространств, платформ искусств, пространств для досуга и дополнительного образования. В статье анализируются наиболее характерные для современной практики культурные центры, выявляются особенности их функционально-типологического, объемно-планировочного и архитектурного решения с целью определения современных тенденций их формообразования.

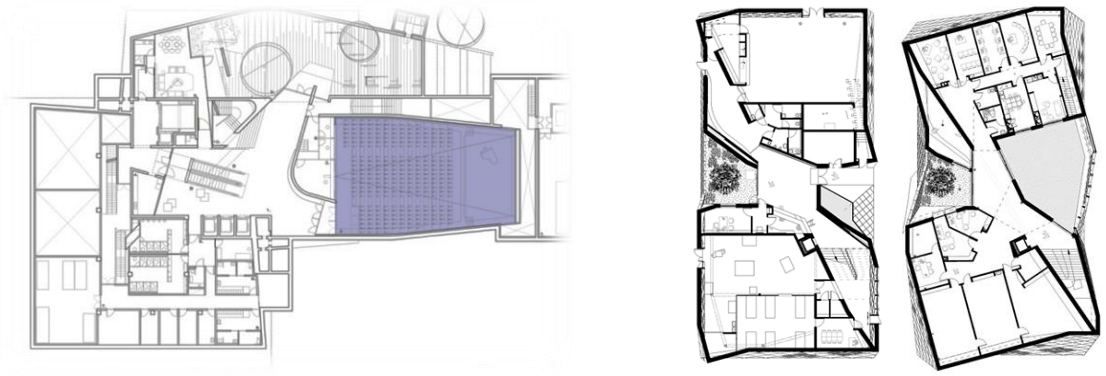
Архитектурная практика последних лет демонстрирует новизну и многообразие подходов в проектировании объектов культурных центров. Но систематизации и анализа их архитектуры на данный момент в полной мере еще не проведено. Тем не менее, можно отметить несколько диссертационных исследований и публикаций на данную тему, авторами которых являются Кулиш Д.В., Дуцев М.В., Голубева, Е.П., Смирнов А.В., Donald E. Simpson, Weed, J.E. и др.

Представляется целесообразным провести систематизацию современных культурных центров по следующим критериям:

- по функциональному наполнению (видам деятельности);
- по уровню специализации-универсальности;
- по значению (статусу) в городе

*По функциональному наполнению (видам деятельности)*следует разделять культурные центры и их комплексы на два типа:

1. Массовый, развлекательный КЦ, с развитой зрелищной частью [2] (рис. 1а);
2. Камерный, «кружковый» КЦ, с клубной частью [3] (рис. 1б).



(а) (б)

Рис. 1. Культурные центры по функциональному наполнению:
(а) - план 3-го этажа (со зрелищной частью) Культурного центра CaixaForum, Сарагоса, Испания
(б) - планы этажей (с клубной частью) культурного центра в Мюлузе, Франция

По уровню специализации-универсальности:

1. Универсальный многофункциональный комплекс [4] (рис. 2а), на базе которого охватывается сразу несколько сфер культуры и искусства, а

также культурно-зрелищная и другая публичная деятельность;

2. Специализированное учреждение культуры, которое имеет национальную, конфессиональную, социальную либо другую групповую ориентацию или принадлежность, к тому же в большинстве случаев – ставящее перед собой задачи не только обслуживания внутренних интересов этой группы или диаспоры (в отличие от клуба), но и знакомящее с этой характерной культурой – окружающее общество, создавая условия для её сохранения, понимания и дальнейшего развития в этом обществе [5, 6] (рис. 2б).

По значению (статусу) в городе можно выделить три группы культурных центров:

1. Культурные центры местного значения – это небольшие центры, деятельность которых направлена на культурное обогащение и дополнительное образование жителей определенного микрорайона или ряда кварталов города. Это могут быть камерные культурные центры, например, КЦ в Мюлузе, Франция [3] (рис. 2в), а также центры, расположенные в школах и детских садах.

а

б

в

г

Рис. 2 Современные культурные центры

2. Культурные центры районного значения – это средние по величине и более функционально насыщенные центры, деятельность которых охватывает жителей данного района. Помимо кружковой деятельности в них могут располагаться полноценные зрительные залы. Ярким примером подобных центров в России являются Дома Культуры. В европейском опыте проектирования культурных центров можно выделить Дом искусств от FAT, Миранда-ду-Корву, Португалия [7] (рис. 2г).

3. Культурные центры городского значения - это крупные центры, которые нацелены на всех жителей города или нескольких его районов. Обычно, в них располагаются большие выставочные площадки крупные концертные залы, множество мест дополнительного образования, арт-площадки, коворкинг пространства и др. Примером такого центра может быть Культурный центр Eemhuis, Amersfoort в Нидерландах [8] (рис. 3).

Рис. 3. Культурный центр Eemhuis, Amersfoort в Нидерландах

На основе проведенного сравнительного анализа объемно-пространственных структур и фасадов ряда характерных культурных центров сделана попытка определения особенностей их архитектурного формообразования (рис. 4).

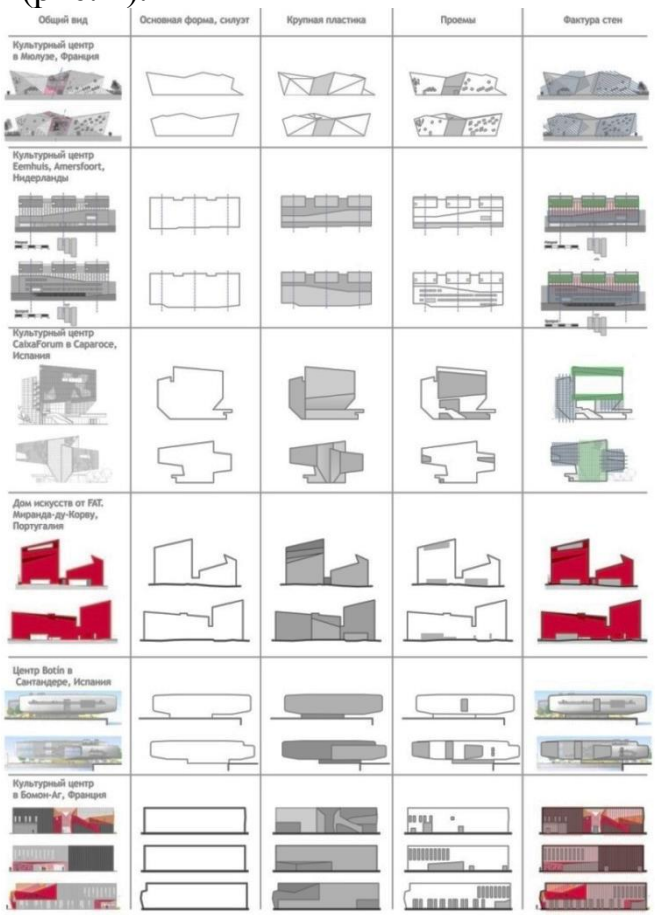


Рис. 4 - Сравнительный анализ объемно-пространственных структур и фасадов культурных центров

К тенденциям формирования архитектуры культурных центров можно отнести то, что они становятся важными доминантами в структуре города интегрированными в систему его общественных пространств. Как правило – это инновационная архитектура с использованием современного арсенала средств – объемно-пространственная структура с системой общественных рекреационных пространств, использование сложных, ломанных и деформированных объемов, активной пластики фасадов, фактур и текстур материалов, образность и неповторимый дизайн – все делается с целью создать центр культурной жизни города. Современные культурные центры, по сути, сами являются объектами искусства и придают городу, району или кварталу неповторимый характер.

Список литературы

1. Культурный центр [Электронный ресурс]. URL: https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/1536784 (дата обращения: 26.01.2019).
2. Культурный центр CaixaForum в Сарагосе [Электронный ресурс]. URL: https://archi.ru/projects/world/8680/kulturnyi-centr-caixaforum-v-saragose (дата обращения: 26.01.2019).
3. Культурный центр в Мюлузе. Экспрессивный деконструктивизм в действии [Электронный ресурс]. URL: http://www.abitant.com/posts/kulturnyy-tsentr-v-myuluze (дата обращения: 26.01.2019).
4. Культурный комплекс от Renzo Piano, Афины, Греция. Архитектура и дизайн. Архиновости [Электронный ресурс]. URL: http://www.arhinovosti.ru/2016/06/27/kulturnyjj-kompleks-ot-renzo-piano-afiny-greciya/ (дата обращения: 26.01.2019).
5. Еврейский общинный центр расположится в бывшем здании «Советского спорта». Una Cultura [Электронный ресурс]. URL: https://cultura.one/evrejskij-obshhinnyj-centr-raspolozhitsja-v-byvshem-zdanii-sovetskogo-sporta/ (дата обращения: 26.01.2019).
6. Понятие «культурные центры». Виды культурных центров -Неформальные молодёжные центры и объединения [Электронный ресурс]. URL: https://studbooks.net/662106/kulturologiya/ponyatie_kulturnye_tsentry_vidy_kulturnyh_tsentrov (дата обращения: 26.01.2019).
7. Дом искусств от FAT. Миранда-ду-Корву, Португалия. Архитектура и дизайн Архиновости [Электронный ресурс]. URL: http://www.arhinovosti.ru/2014/01/15/dom-iskusstv-ot-fat-miranda-du-korvu-portugaliya/ (дата обращения: 26.01.2019).
8. Библиотека начинается с лестницы [Электронный ресурс]. URL: https://archi.ru/world/54610/biblioteka-nachinaetsya-s-lestnicy (дата обращения: 26.01.2019).
9. Горин С.С. Формирование объектов общественного назначения в контексте развития крупнейшего города (на примере г. Москвы). М.: 2015. 95 с.
10. Даняева Л.Н. Архитектурно-типологическое формирование деловых клубов: дис. канд. арх.: 18.00.02. Нижний Новгород, 2007. 187 с.
11. Коробьина, И.М. Формирование общественно-культурных комплексов на основе специализированных объектов культуры: дис. … канд. арх.: 18.00.02. М.:, 1987. 236 с.

УДК 711.58

ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ МАССОВОЙ ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКИ СОВЕТСКОГО ПЕРИОДА НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА САРАТОВА

Гуськова Мария Дмитриевна, Тарасова Лариса Германовна

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., Россия, e-mail: gmd.94@mail.ru, tar-lar@rambler.ru

Аннотация. В статье приводится и анализируется опыт развития массового домостроения, проиллюстрированный существующими типами жилой застройки города Саратова. Отмечаются положительные и отрицательные стороны индустриальной застройки.

Ключевые слова: типология жилых зданий, массовое строительство, типовое проектирование, жилая застройка, индустриальное строительство

EVOLUTION PHASES OF MASS RESIDENTIAL DEVELOPMENT OF THE SOVIET PERIOD ON THE EXAMPLE OF SARATOV

Guskova Maria Dmitrievna, Tarasova Larisa Germanovna

Yuri Gagarin state technical university of Saratov, Russia, e-mail: gmd.94@mail.ru, tar-lar@rambler.ru

Abstract. This article describes and analyzes experience of mass housing construction, illustrated by the existing residential development types in the Saratov. Positive and negative aspects of industrial development are marked.

Keywords: typology of dwelling houses, mass development, model designing, residential development, industrial construction

В настоящее время перед российскими городами остро стоит вопрос регенерации городских территорий, решение которого позволит переселить граждан из ветхого жилья; улучшить городскую среду, повысить её качество в экологическом, социальном и архитектурно-планировочном аспектах [1].

Основная масса таких территорий представлена районами массового жилищного строительства 50-х-80-х годов XX века, различающихся между собой характером планировки, этажностью, типами секций, степенью износа застройки.

В данной статье автор выделяет и характеризует типы массовой жилой застройки г. Саратова в соответствии с этапами её развития и приемами планировочных решений (периметральная, строчная, ленточная, точечная и смешанная застройка).

Периметральная застройка, называемая также квартальной (Рис. 1), – это самый ранний из всех типов планировки. Ее характерной особенностью является сплошной фронт фасадов, формирующих улицу, замкнутый периметр и размещение общественных функции в первых этажах

зданий. Благодаря этому, пространство ясно дифференцируется на частное и общественное [2].

Квартальный способ застройки активно использовался в период сталинского неоклассицизма. Жилые дома возводились преимущественно мало- и среднеэтажные, что позволяло не делать крупных разрывов по фасаду улицы, сохраняя неразреженный периметр и соразмерный человеку масштаб. Углы квартала замыкались п- или г-образными зданиями.

Ярким примером квартальной застройки того периода может служить ансамбль из четырех жилых кварталов в границах ул. Спартака, ул. им. Попова А.С., ул. Гвардейская, ул. Бережная (конец 1940-х) (рис. 1). Застройка велась единовременно, формируя законченную градостроительную единицу. Размер квартала при такой компоновке зданий колеблется в пределах от 2 до 5 Га. По своим пространственным характеристикам этот тип застройки близок к кварталам исторического центра Саратова.

В настояще время этот комплекс внесен в государственный реестр как объект культурного наследия. Он нуждается в реконструкции, но она должна проводиться с учетом его исторической ценности.

а

б

Рис. 1. Пример периметральной застройки. Фрагмент в границах ул. Спартака, ул. им. Попова А.С., ул. Гвардейская, ул. Бережная, г. Саратов
а) перспективный вид, б) схема генплана

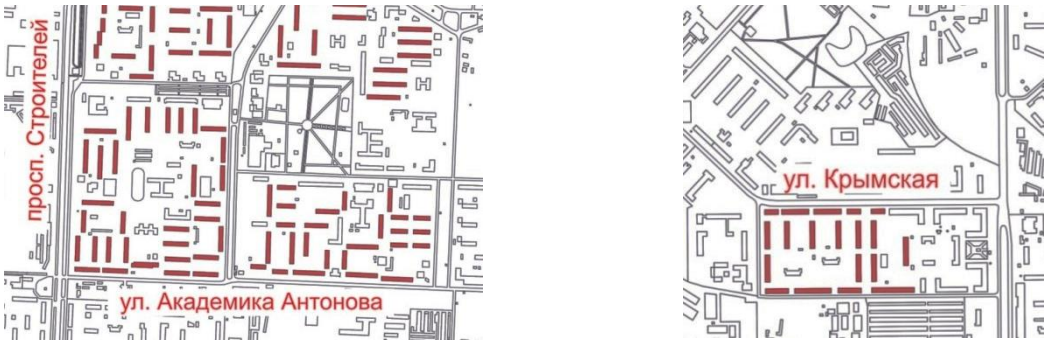
В послевоенный востановительный период, в конце 1940-х годов, был внедрен метод типового проектирования. Объектом типизации являлось здание вцелом, а не отдельная его часть. Несмотря на то, что активно использовались унифицированные строительные изделия и устанавливался единый характер архитектуры, скорость и масштабы строительства были недостаточно высокими, чтобы обеспечить население жильем.

Удешевление строительства, увеличение его масштабов и сокращение сроков возможно было реализовать только при более активной типизации жилья и унификации строительных элементов. В 1955 г. выходит Постановление № 1871 «Об устранении излишеств в архитектуре и строительстве», которое декларировало более функциональную и простую

архитектуру. Первичный элемент жилой застройки существенно укрупняется, городская планировка мыслится не отдельными кварталами, включенными в функциональную структуру, а микрорайонами, в которых общественная функция концентрируется не по периметру, а в центре, а транспорт вынесен на периферию. Эта концепция просуществовала практически без корректировок вплоть до распада Советского Союза.

На основе закупленной во Франции в 1956 г. технологии крупнопанельного домостроения советскими проектировщиками разрабатывались первые всесоюзные серии. В 1959 году, с появлением домостроительных комбинатов (ДСК), было положено начало эпохе индустриального домостроения.

Переход к микрорайонной системе расселения, появление многосекционных жилых домов и технологии их возведения повлияли на формирование *строчной застройки.* Среднеэтажные, четырех-шестиподъездные здания устанавливались параллельно друг другу, обеспечивая хорошие гигиенические показатели по инсоляции и проветриванию [3]. Более свободная расстановка домов давала возможность насытить жилую группу зеленью. Величина кварталов строчной застройки в Саратове варьировалась в среднем от 12 до 18 гектаров. Масштаб самих жилых домов был соразмерен человеку.



а б

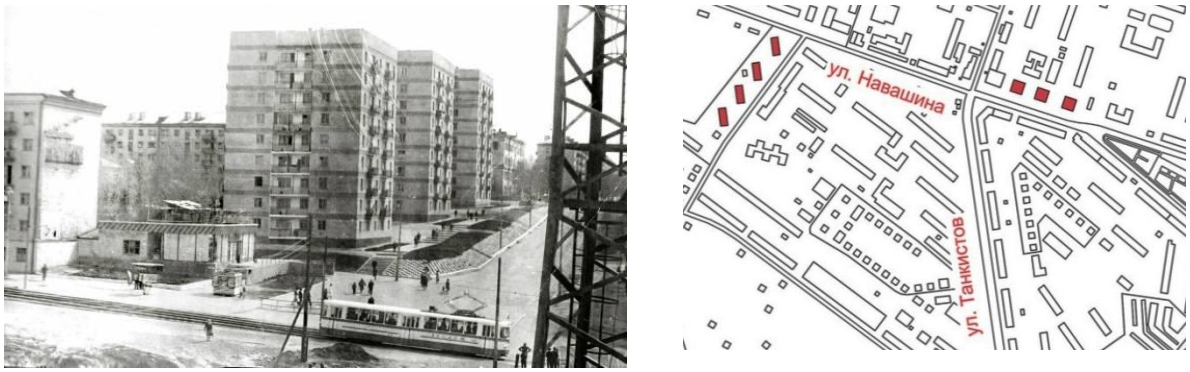
Рис. 2. Пример строчной застройки. а) Фрагмент в границах ул. Академика Антонова, ул. Перспективная, ул. Тархова и просп. Строителей г. Саратов. б) Фрагмент в границах ул. Крымская, Крымский пр., Крымский туп., г. Саратов

Практически хрестоматийным примером строчной компоновки может служить микрорайон 6-й Квартал в границах ул. Академика Антонова, ул. Перспективная, ул. Тархова и просп. Строителей (рис. 2). Застройка образует читаемые жилые группы, но не формирует дворы и фасад улицы (здания или выходят на улицу торцом, или заглублены внутрь квартала). Скудная номенклатура серий и механически повторяемый ритм разрывов между зданиями неизбежно привели к монотонности внешнего облика застройки.

Отсутствовало маркирование границ приватной и общественной территории. Чтобы это снивелировать, были предприняты попытки формирования периметра строчными зданиями, (фрагмент застройки в границах ул. Крымская, Крымский пр., Крымский туп). Размер

планировочной единицы снова приблизился к «историческому» (5-6 Га), но углы квартала оставались незакрепленными и разомкнутми, отсутствовали высотные акценты. Помимо этого, плотность микрорайона, сформированного исключительно среднеэтажными зданиями, оказалась низкой [4]. Это послужило импульсом к разработке новых девятиэтажных серий.

Создание домов с улучшенными архитектурно-планировочными решениями, которые повышали эксплуатационные качества жилья, и использование *точечной застройки* помогали частично ликвидировать однообразие среды [5]. В районе СХИ, на пересечении ул. Танкистов и ул. Навашина одноподъездные многоэтажные здания расставлены особенно удачно (рис. 3). Высотные акценты, воспринимаемые в перспективе, формируют пространственную композицию на активном рельефе.



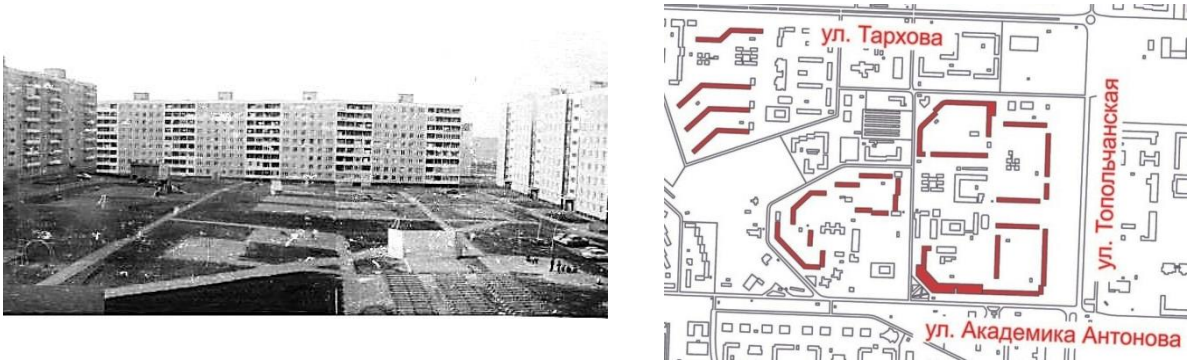
а б

Рис. 3. Пример точечной застройки. Фрагмент по ул. Танкистов, ул. Навашина, г. Саратов. а) перспективный вид, б) схема генплана

Увеличение темпов роста городов стимулировало быстрый рост периферийных районов. Их территории членились на более крупные структурные элементы, чем застройка предыдущих этапов. Разработка новых объемно-компоновочных элементов сделала возможной блокировку рядовых секций в корпуса большой протяженности и сложной конфигурации (рис. 4). Такая застройка гибко реагирует на рельеф и может служить ветрозащитой [6]. *Ленточная застройка* в Саратове представлена наиболее наглядно районом Солнечный-1, в границах ул. Академика Антонова, ул. Топольчанская, ул. Уфимцева, ул. Бардина. Целостный характер организации территории, который предполагался изначально, не прочитывался из-за преувеличенного масштаба жилых групп. Один многосекционный дом, может формировать двор площадью до 5 га, а площади кварталов колеблются в районе 30 Га. Практически нивелировано различие между общественными и приватными пространствами, что было ярко выражено в квартальной застройке и частично сохранялось в строчной застройке.

Еще один тип застройки, достаточно полно представленный в Саратове – это *смешанная застройка*, возникающая при разновременном

освоении участка разноэтажными зданиями с различными приемами их компоновки.(рис. 5). Неоднородность повышает узнаваемость и эстетическую привлекательность застройки этого типа. Примером может служить жилой район СХИ, в структуре которого представлены практически все типы массового жилищного строительства.



а б

Рис. 4. Пример ленточной застройки. Фрагмент в границах ул. Академика Антонова, ул. Топольчанская, ул. Уфимцева, ул. Бардина, г. Саратов
а) перспективный вид, б) схема генплана

а б

Рис. 5. Пример смешанной застройки. Фрагмент района СХИ, г. Саратов
а) перспективный вид, б) схема генплана

Обзор типов жилых единиц массового строительства показывает их разнообразие, достоинства и недостатки, на основании чего может быть сформулированы различные подходы к их регенерации. Общая направленность преобразований должна заключаться структуризации пространств, замене ветхого фонда, повышении качества благоустройства, формировании разнообразных планировочных и фасадных решений, обеспечении развития общественных функций, за счет использования первых этажей зданий.

Список литературы

1. Градостроительный Кодекс Российской Федерации. Федеральный Закон РФ от 29 декабря 2004 №190-ФЗ. [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_51040/ (дата обращения: 19.10.2018).

2. Калабин А.В. Виды жилой застройки: современное состояние // Академический вестник УРАЛНИИПРОЕКТ РААСН. №4. 2017. С. 50-58.

3. Кудрявцев А.О. Рациональное использование территорий при планировке и застройке городов СССР. М.: Стройиздат, 1971. 184 с.
4. Калабин А.В., Куковякин А.Б. Массовая жилая застройка: проблемы и перспективы // Академический вестник УРАЛНИИПРОЕКТ РААСН. №3.2017.С. 55-60.
5. Всеобщая история архитектуры. Т. 12. М: Стройиздат, 1975.
6. Массовое домостроение в России: история, критика, перспективы / Под ред. А. Белова. М: 2016.

УДК 656.7

КАНАТНЫЕ ДОРОГИ В СЛОЖНЫХ ЛАНДШАФТАХ

Дидык Надежда Александровна, Байкова Екатерина Владимировна

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., Россия, e-mail: tigryly@yandex.ru, baykovaekaterina@yandex.ru

Аннотация. В данной статье рассматривается происхождение канатных дорог, их развитие в городах со сложным ландшафтом, разновидности подъёмников и их функции. Изучаются различные способы применения канатных дорог. Рассматриваются технико-экономические показатели и ближайшие перспективы на строительство канатных дорог в российских городах.

Ключевые слова: канатные дороги, функционализм, канатный транспорт

ROOMWAYS IN COMPLEX LANDSCAPES

Didyk Nadezhda Aleksandrovna, Baykova Ekaterina Vladimirovna

Yuri Gagarin state technical university of Saratov, Russia,
e-mail: tigryly@yandex.ru, baykovaekaterina@yandex.ru

Abstract: This article discusses the origins of cableways and development in cities with complex landscapes. Types of lifts and their functions depending on this.Different ways to use cable cars. Technical and economic indicators are considered. The relevance of the topic and the nearest plans of Russia for the construction of cableways in megacities revealed.

Keywords: cableways, functionalism, cable transport

Канатные дороги довольно распространены в мегаполисах, особенно в местах со сложным ландшафтом. Они позволяют развиваться городу в направлении туризма и создают новую платформу для города**.** Канатные дороги позволяют создавать транспортную систему в местах со сложным рельефом. Очень удобно использовать такой вид для транспортировки полезных ископаемых к местам погрузок или к обрабатывающим предприятиям. Маятниковые канатные дороги позволяют перевозить большое количество людей по местности с трудным рельефом, при этом открываются красивые панорамные виды. Тем самым появляется еще одна функция – экскурсионная.

На данный момент строительство канатных дорог очень распространено, т.к. широко развита туристическая сфера и создается все больше и больше горнолыжных курортов. Строители сильно продвинулись в создании таких трасс.

Цель работы заключалась в выявлении актуальности использования канатных дорог и ознакомлении с их разновидностями. Задачами исследования было изучение видов канатных дорог; применение канатных дорог в местах со сложным рельефом; оценка технико-экономических показателей и дополнительных возможностей.

История транспортировки при помощи канатных дорог началась еще около 500 лет назад. В Зальцбурге появились первые прототипы канатной дороги (подвесные). Перевозка производилась при помощи колеса, на которое были накручены тросы из волокон. А вместо вагонеток использовались плетеные корзины больших размеров, в которых могли перевозиться как люди, так и различные грузы. Возникновение обусловлено тем, что люди стремились облегчать свой труд, а такое изобретение позволяло перевозить тяжелые грузы, применяя минимальную силу. Позже появилась улучшенная версия первоначальной канатной дороги. Теперь вагонетки двигались по деревянным рельсам при помощи двигательной силы. Эти дороги были чисто для перевозки грузов и только в XIX веке появились, привычные нам, подъемники для пассажиров. Изначально это представляло собой вагоны, которые передвигались по рельсам. В начале XX века был построен кресельный подъемник, единственный в своем роде. Всю половину XX века активно строились канатные дороги, в связи с развитием горнолыжных курортов для туризма. В тот момент и зародились различные типы канатных дорог [2].

Самый распространенный вид канатной трассы – это *безопорная*, по-другому «бэби-лифт». Он представляет собой малый подъёмник с двумя опорами по краям, применяется для организации перевозки пассажиров для катания на снежных склонах. Склоны должны быть длиной не более 300 метров и иметь маленький наклон высоты (до 100 метров). Это простой трос, на которые цепляются пластиковые крепления.

Похожий вид канатной трассы –*травалатор.* Это движущаяся дорожка, которая поднимает пассажиров на спуск. Применяется на склонах с небольшим перепадом высот или на учебных склонах, имеет небольшую скорость

На российских курортах довольно распространена *кресельная канатная дорога* с фиксированным зажимом. Эта система позволяет сразу нескольким лыжникам комфортно подняться на склон, благодаря креслам. Часто эти кресла защищены сзади стенкой из стекла, а сиденья оборудованы подогревом. Сиденья закреплены на канате, протянутом между опор.

Наиболее широкое распространение получили *кресельные канатные дороги* с отцепляемыми зажимами. Их зона посадки наиболее удобно по сравнению с фиксированными, так как скорость в зоне посадки

уменьшается, что позволяет наиболее безопасно сесть на него. Тем не менее, на протяжении всей канатной трассы скорость становится выше, чем при посадке. Применяется к небольшим трассам, подъем длиной не более 700 метров.

Наиболее надежным средством передвижения являются *гондольные канатные дороги*, их вместимость до 20 человек. Очень часто их можно встреть в городах и живописных местах. Около станции скорость снижается и в кабину удобно садиться, а на протяжении всей трассы развивает скорость 6 км/ч, что позволяет быстро поднимать людей наверх и повышает ее производительность. Такая система является наиболее надежной.

Маятниковые подъемники это разновидность гондольных канатных дорог. Кабины таких подъемников двигаются друг другу навстречу по тросам, натянутым между опорами. Обычно такая канатная дорога проходит в местах со сложным рельефом. Такие подъемники имеют ряд преимуществ. Самая большая длина пролетов будет составлять около 3 км, а кабина вмешает около 200 человек. Скорость такой дороги значительно выше обычного гондольного подъемника.

Подвесные канатные дороги используют при сложных рельефах местности и представляют собой целые транспортные комплексы, которые позволяют перевозить грузы и людей. К преимуществам таких дорог относятся:

1. Они почти независимы от параметров и рельефа местности, т.к. пролеты между опорами могут быть очень большими.
2. Хорошая возможность прокладки трасс без сильных затрат между ущелий и оврагов, заболоченных местностей и других водных преград.
3. Хорошая эксплуатация при любых погодных условиях.

Такие дороги сооружаются на горных предприятиях преимущественно для перевозки полезных ископаемых сразу к обогатительным фабрикам или погрузочным пунктам.

Функции канатных дорог не ограничиваются только туристической составляющей, это также безопасный и очень мало затратный вид транспорта по системе его проложения. Ведь подвесные канатные дороги позволяют перемещаться в районах со сложным ландшафтом. В Америке уже давно практикуется использование таких трасс как дополнительный транспорт и называют их канатное «мини-метро». Они позволяют соединять терминалы Цюриха, Детройта и других городов. А так же снижают нагрузку на транспортную сеть.

Если оценивать канатные дороги как транспорт, то они, в последнее время, стали наиболее недорогим и эффективным способом перевозки пассажиров в местах со сложным рельефом или водными преградами.

Примерами канатного транспорта можно считать Рио-де-Жанейро и Медельине. В первом случае, канатные дороги включены в систему пригородных поездов, а в Медельине они просто выступают в качестве обычного метро. В обоих случаях такой вид транспорта позволяет соединить

транспортные развязки мегаполисов с удалёнными районами от центра, а также проходит над густо заселенными территориями.

Статистика такого транспорта впечатляет, потому что канатное метро позволяет за кратчайшее время добраться до места назначения, а количество выбросов углекислого газа очень сильно сократилось за все время его использования.

Строительство такого метро дает возможности рабочих мест людям, а также способствует развитию удаленных частей города. Выручка с продажи билетов оказывает влияние на экономику города. Само по себе строительство таких трасс приблизительно равны стоимости покупки автобусов для такого же числа пассажиров. А вот расходы, связанный с эксплуатацией на 1 пассажира значительно ниже, чем при использовании привычного нам транспорта.

Одной из самых безопасных является канатная дорога, которая находится в Нью-Йорке и соединяет Манхэттен и остров Рузвельта [3]. Ее длина равна 960 метрам и проходит она над проливом Ист-Ривер. Технические показатели кабин делают их устойчивыми к любой силе ветра. Даже во время урагана канатные дороги работали лишь перерывом, когда движение остальных транспортов было остановлено.

В России примеров канатного метро не так уж и много. Сравнительно недавно началось развитие этой отрасли, когда в 2013 году в Нижнем Новгороде была запущена трасса через Волгу. Это было первое применение канатной дороги как отдельного вида транспорта. Эта трасса стала пассажирской дорогой с самым большим пролетом (860) над рекой. Но ради этого пришлось увеличить высоту опорных столбов [1].

Такой ход стал важным толчков в развитии города, ведь это позволило большому количеству людей гораздо быстрее добираться до места работы, чем по пробкам и такая дорога теперь выступает и как туристическая составляющая города. Строительство такой трассы экономически сильно повлияло на город. Чуть позже похожая дорога открылась в Москве, которая соединяет Лужники и Воробьевы горы.

Таким образом, канатные дороги в настоящее время стали достаточно популярны. Они выполняют различные функции от перевозки людей до места спуска до роли городского общественного транспорта.Такая система позволяет провести экскурсии и посмотреть город с высоты. Их строительство увеличит туристический поток в мегаполисы, а также малые города и значительно снизит нагрузку на транспортную сеть города.

Канатные дороги – это новая ветвь развития транспортной системы во всем мире, а также хороший вклад в туристическую составляющую страны. В ближайшее время намечается большое количество строительства канатных дорог, особенно в местах со сложным ландшафтом.

Список литературы

1. Бовский Г.Н. Пассажирские канатные дороги. М.: [б.и.], 2016. 78 с.

2. Дукельский А.И. Подвесные канатные дороги и кабельные краны. 4-е изд. М.: Машиностроение, 1966. 482 с.
3. Беркман М.Б. Подвесные канатные дороги. М.: Машинстроение,1984. 264 с.

УДК 728.012.2

КОМПОЗИЦИОННЫЕ ОСНОВЫ АРХИТЕКТУРЫ КЛАССИЦИЗМА Г. САРАТОВА

Дядченко Сергей Федорович, Негуляева Татьяна Валерьевна

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., Россия, e-mail: dsf1953@yandex.ru, negtan@mail.ru

Аннотация:В статьерассматриваются композиционные основы Классицизма, как стилистического направления в архитектуре; анализируются памятники архитектуры г. Саратова, относящиеся к данной стилистике.

Ключевые слова: классицизм, стиль, композиция, ордерная система.

THE COMPOSITIONAL FRAMEWORK OF CLASSICAL ARCHITECTURE IN SARATOV

Dyadchenko Sergey Fedorovich, Negulyaeva Tatiana Valerievna

Yuri Gagarin state technical university of Saratov, Russia, e-mail: dsf1953@yandex.ru, negtan@mail.ru

Abstract. The article article deals with the compositional foundations of Classicism as a stylistic trend in architecture; the monuments of architecture of Saratov relating to this style analyzed.

Keywords: classicism, style, composition, order system.

В архитектуре под классицизмом понимают стиль, распространённый в Европе в XVIII – начале XIX века, в период эпохи Просвещения. В основе его лежат идеи рационализма, исходящие из философии Декарта. Главной чертой стиля было обращение к формам античного зодчества как к эталону гармонии, простоты, строгости, логической ясности, монументальности и обоснованности наполнения пространства.

В данный исторический период возврат к классическому направлению в искусстве был не случаен. Это отражение естественного для человека стремления найти точку опоры в динамично меняющемся мире и обрести уверенность в будущем. С психологической точки зрения – рациональное и ясное художественное мышление великого древнегреческого наследия качественно справляется с этой задачей, применяя завершенные, строгие, уравновешенные формы.

Русский классицизм возник в России в процессе европеизации при Екатерине II, и распространился во второй половине XVIII – первой

половине XIX веков. Как и всякий другой архитектурный стиль, классицизм характеризуется присущим ему языком архитектурным языком. В нем нашла отражение система идейно-эстетических воззрений эпохи: культ разума, призывы к «мудрой простоте» и «естественности». Постройки классицизма отличаются ясностью, уравновешенностью, четким и спокойным ритмом, выверенностью пропорций. *Главными законами построения архитектурной композиции стали симметрия, акцентирование центра, гармоническое соподчинение частей и целого.*

Основы эстетики Просвещения определяли и характер использования декоративных элементов в архитектуре. «Украшение только то у места, которое вид надобности имеет» – писал архитектор Н. А. Львов. Строгостью отбора декоративных средств достигалась та «величавая простота», которая стала одним из важнейших принципов художественной программы классицизма.

Кроме того, одной из важнейших композиционных основ архитектуры классицизма стала система архитектурных ордеров, разработанная зодчими Древней Греции. Идейно-смысловое содержание ордерной системы – спокойное равновесие архитектурных масс, торжественность, величие, ясность, гуманистичность. Применение самой стоечно-балочной системы не являлось обязательным, формы стен создавались на основе композиционных приемов ордерной системы.

Показательно также, что теория композиции (как и сам термин) родилась в эпоху Итальянского Возрождения, и в определении этого понятия Л.Б.Альберти почти без изменений повторил формулу Витрувия: *«Композиция – организм, к которому нельзя ничего прибавить, ни убавить и в котором ничего нельзя изменить, не сделав хуже».*

Итак, в начале XIX века передовые идеи эпохи Просвещения, проявившиеся в классицистической стилистике, проникли и в провинциальные города России, принося в них рациональные изменения. Общественная значимость архитектуры в данный период была высока, в связи с чем новые веяния быстро находили в ней место и проявлялись на разных уровнях – от градоустороительного уровня до уровня отдельных объектов.

Первый регулярный план для г. Саратова был составлен в 1803 году, затем заменен в 1810 году на новый, который учитывал ранее заложенные принципы регулярности, и характерный для города природный каркас. Этот план и был утверждён 14 сентября 1812 года (рис. 1).

Новая, прямоугольная сетка улиц была расположена под углом 45 градусов к Волге. За основу принято направление Московской улицы. Вдоль нее располагалась цепочка площадей и скверов. В прибрежной части города продолжилась уличная сеть, основанная на системе взвозов, поднимавшихся от пристаней к Царицынской (ныне Чернышевского) улице, которые соединяли подгорье с городом.

Рассматривая классицистические постройки г. Саратова нельзя не

отметить местные особенности. Как и утверждала эстетика эпохи Просвещения «в зданиях видны благородная простота, изящный вкус и рассудительное согласие во всех частях», но монументальность, торжественность и величие уступают место простоте и естественности, как бы указывая на роль города в государственной политике, его малозначительность, провинциальность и скромность. Но несмотря на это, объекты рассматриваемой стилистики пунктиром проходят по главным улицам города (преимущественно Московской и Царицынской), указывая на путь развития городского центра (рис. 1).

Рис. 1. Проявление классицистического направления в градостроительстве на примере развития г. Саратова с конца XII в. до начала XIII в.

Как пример культового объекта, возведенного в период классицизма, рассмотрен кафедральный собор Александра Невского (арх. В. Стасов. 1826г постройки), некогда размещавшийся на территории современного стадиона Динамо. Композицией храма явился кубический объем, завершенный плоским куполом. С трех сторон его окружали лаконичные шестиколонные портики дорического ордера (рис. 2).

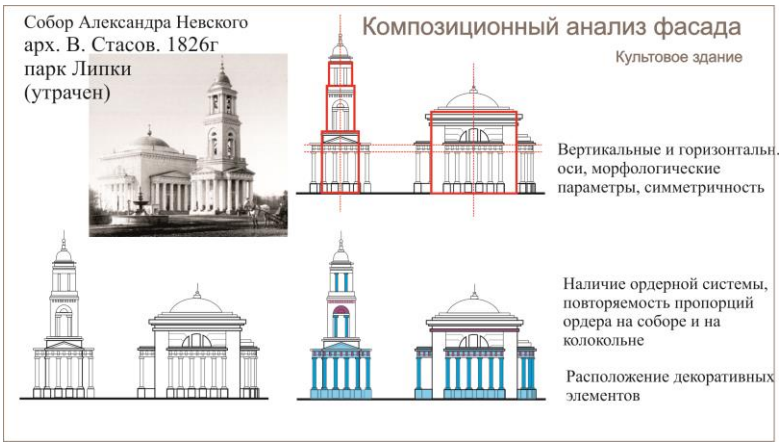


Рис. 2. Композиционный анализ фасада культового здания

По проекту известного саратовского зодчего В.И. Суранова была построена духовная семинария на Соборной (ныне Музейной) площади. Замысел автора был прост – возвести рядом два схожих по архитектуре здания. Центральная площадь города очень нуждалась в едином, цельном решении. На нижнем ярусе здания автором был применен прием повторяющихся аркад, общую композицию составил четкий и уравновешенный симметричный силуэт (рис. 3).

Рис. 3. Композиционный анализ фасада общественного здания

На углу Царицинской и Воздвиженской (Первомайская) улиц в 40-х годах 19в. Была сооружена усадьба Тюльпиных, типичная для своего времени, но, пожалуй, лучшая из сохранившихся до наших дней. Это здание наиболее цельный и показательный образец усадебного строительства эпохи классицизма в г. Саратове. Усадьбу строил казанский архитектор И. Бессонов. Она поражает уравновешенностью пропорций, ясностью композиции и строгостью деталей. Гордость здания – шестиколонный канонический портик тосканского ордера, воспроизведенный со скрупулёзной точностью (рис. 4).

В период с конца XII – XIII вв. город активно развивался, а классицистическое направление было проявлено ярко и всесторонне. В это время сложилось новое рациональное направление в развитии архитектуры города, которое существует по настоящий период. Утвержденный в 1812г генеральный план имел реализацию, центральные улицы довольно активно застраивались. Появились ансамбли центральных площадей города, «образцовые» жилые дома на Московской улице, богатые городские усадьбы и дворцовые особняки на периферийной исторического центра, церкви. Таким образом, сформировался определенный архитектурный каркас из каменных зданий, выстроенных в стиле классицизм.

Рис. 4. Композиционный анализ фасада жилого здания

Саратовский Классицизм не был величественным и монументальным, но его стремление к целостности, ясности, простоте, гармонизации с применением завершенных, строгих, уравновешенных форм возносит его на высокий и осмысленный художественно-эмоциональный уровень. Зодчие по сей день с трепетом и уважением оглядываться на наследие этой эпохи, вновь и вновь трактуя его в своих произведениях.

Список литературы

1. Орельская О.В. К вопросу о методологии исследования культурного наследия / О. В. Орельская // Изв. вузов. Сер. «Строительство». 2005. № 9. С. 95-97.
2. Терехин С.О. Века и камнт: (Памятники архитектуры Саратовской области) // Саратов: Приволж. Кн. Изд-во, 1990. 152 с.
3. Кириченко Е.И. Русская архитектура 1830-1910-х годов. М.: Искусство, 1982. 399 с.
4. Иконников А.В. Историзм в архитектуре. М.: Стройиздат, 1997. 559 с.
5. Иконников, А.В. Архитектура XX века. Утопии и реальность. В 2 т. Т. 2. М.: Прогресс-Традиция, 2002. 671 с.
6. Власов В.Г. Стили в искусстве. СПб.: Кольна, 1995. 672 с.
7. Бартенев И.А. Очерки истории архитектурных стилей. М.: Изобр. искусство, 1983. 256 с.
8. Айдарова-Волкова Г.Н. Архитектурная культура Среднего Поволжья XVI-XIX веков: модель развития, структура типов, влияния. Казань: Казан. архитектур.-строит. акад. 1997. 196 с.

УДК 728.012.2

ОБЪЕМНО-ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ РЕГЛАМЕНТЫ КАК ИНСТРУМЕНТ РЕГУЛИРОВАНИЯ ЗАСТРОЙКИ ИСТОРИЧЕСКОЙ ЧАСТИ Г. САРАТОВА

Дядченко Сергей Федорович, Негуляева Татьяна Валерьевна, Тарасова Лариса Германовна

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., Россия, e-mail: dsf1953@yandex.ru,tar-lar@rambler.ru, negtan@mail.ru

Аннотация.В статьеанализируются особенности исторической застройки города с целью разработки объемно-пространственных регламентов, которые должны стать эффективным инструментом достижения целостности, преемственности, идентичности существующей и новой (проектируемой) застройки.

Ключевые слова: объемно-пространственные регламенты, историческая застройка, стиль, стилистическое направление

SPACE-SPATIAL REGULATIONS AS A TOOL FOR REGULATING THE DEVELOPMENT OF THE HISTORICAL PART OF SARATOV

Dyadchenko Sergey Fedorovich, Negulyaeva Tatiana Valerievna, Tarasova Larisa Germanovna

Yuri Gagarin state technical university of Saratov, Russia, e-mail: dsf1953@yandex.ru,tar-lar@rambler.ru, negtan@mail.ru

Abstract. The peculiarities of the historical development of the city in order to develop the spatial regulations, which should be an effective tool for achieving the integrity, continuity, identity of the existing and the new (projected) buildingsanalyzed in the article.

Keywords: volumetric-spatial regulations, historical buildings, style, stylistic direction.

Первые градостроительные регламенты Саратова были связаны с необходимостью противостояния пожарам. Указами начала XVIII века было определено вести строительство только «по чертежу архитекторов, не средь дворов, а по линии вдоль улиц». План 1812 года сочетал планировку старого центра Саратова с прямоугольной сеткой улиц на новых территориях. План предусматривал зонирование городской территории по капитальности застройки и сословному положению жителей– центральным площадям и улицам «подобала» каменная застройка, прилегающим к ним кварталам – смешанная, а периферийным районам – деревянная.

К рубежу веков сложилась достаточно эффективная система регулирования застройки г. Саратова, которая продемонстрировала свою дееспособность в условиях активной строительной практики, продолжавшейся до середины 10-х годов XX века [1].

В советский период основы регламентации застройки города составляли документы соответствующих редакций Генерального плана города и выполняемые на их основе проекты детальной планировки.

В конце XX и начале XXI века регламентная база минимизируется, что привело к крупным объемам диссонансной застройки в исторической части города и проблема регулирования застройки чрезвычайно актуализируется [2-4].

И только в 2015 году в новой редакции Правил землепользования и застройки муниципального образования «Город Саратов» появилась «Карта зон действия ограничений по условиям охраны объектов культурного наследия» [5] (рис.1.).

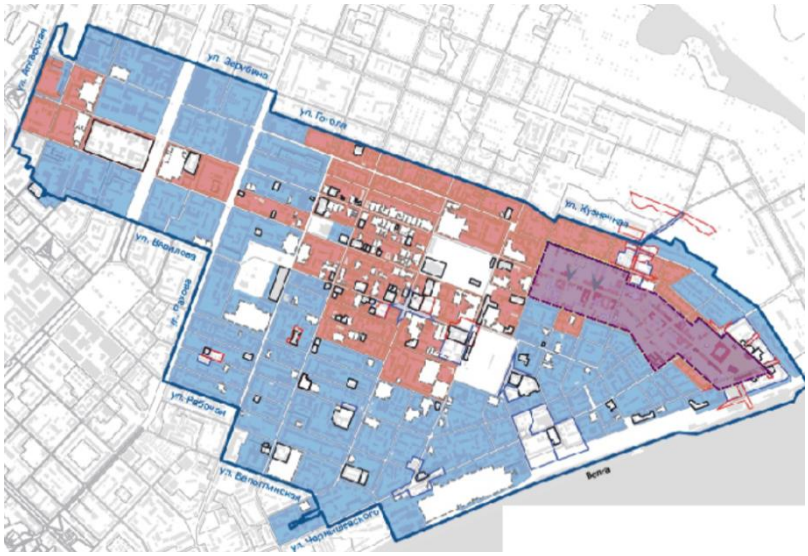


Рис. 1. Карта зон действия ограничений по условиям охраны объектов культурного наследия

Цель разработки объемно-пространственного регламента - сохранить характер застройки исторического центра Саратова, обеспечить поступательное и сбалансированное развитие застройки в соответствии с исторически сложившимися типами городской среды, повысить привлекательность улиц и открытых общественных пространств исторического центра Саратова. По заданию КБ «Стрелка», генерального разработчика объемно-пространственных регламентов, сотрудники профильных кафедр СГТУ имени Гагарина Ю.А. разрабатывали концепцию архитектурных регламентов (Дядченко С.Ф., Тарасова Л.Г., Негуляева Т.В.) и колористики (Кудрявцев В.В., Перфилов С.А.) для застройки исторической части г. Саратова [6].

Для систематизации особенностей исторической застройки анализировались объекты репрезентирующие стили/стилистические направления архитектуры г. Саратова с конца XVIII до середины XX века, поскольку более ранние постройки практически не сохранились, а история относительно массового строительства каменных зданий начинается с конца XVIII века. Древнейший из сохранившихся зданий Саратова каменный

Троицкий собор был построен в 1695-1701 году (нарышкинское барокко).

В аналитической части разработки каждый стиль/стилистическое направление (классицизм, эклектика, модерн, неоклассицизм, конструктивизм, постконструктивизм, сталинский неоклассицизм) были представлены несколькими наиболее характерными объектами - объектами культурного наследия, или вновь выявленными. Принципы подбора для каждой стилевой группы: объект должен быть в известной степени «типичным», «массовым», скорее «ординарным», нежели «неординарным» репрезентирующим стиль/стилевое направление; чтобы в выборке были жилые и общественные объекты; желательно чтобы были «рядовые» и «угловые» объекты; объект должен быть размещен в границах рассматриваемой зоны исторического центра. Для каждого объекта проводился композиционный анализ фасадов (горизонтальные и вертикальные оси, пропорции и размеры основных элементов фасадов, тип и уклон кровли, детали и элементы убранства (Рис. 2).

Рис. 2. Пример анализа фасадов исторического объекта. Эклектика

По каждому стилистическому направлению делались выводы по этажности застройки, протяженности уличного фронта фасадов, высоте, расстоянию между горизонтальными осями и вертикальными осями, отношению ширины окна/ширины простенка, типу и уклону кровли, типу, формы и пропорциям окон/дверей. Далее эти данные обобщались и закладывались в таблицу регламентных показателей для соответствующих типов исторических зон.

На уровне разработке концепции к числу важнейших показателей регламентации были отнесены физические параметры новых объектов – протяженность уличного фронта фасада и высота здания. Представляется чрезвычайно важным определиться с увязкой масштабных характеристик

новой и исторической застройки – здесь определяющими будут расстояния между горизонтальными и вертикальными осями, традиционная трехчастность членения по высоте большинства объектов архитектурного наследия. Также имеет значение определение высоты 1 (или 1 и 2) этажей – зоны контакта. Здесь необходимо принимать во внимание то, что наиболее древняя застройка (периода классицизма, эклектики) «вросла» в культурный слой и первый этаж существенно ниже и не соответствует первоначальному проектному замыслу.

Не менее существенно было определиться с абсолютными и относительными параметрами основной элементной базы проектируемых объектов – окон, дверей (входных зон), характерных деталей. Историческая застройка демонстрирует широкий диапазон наработанных приемов и решений по типу окон и дверей, арок, типу и уклону скатной кровли, отношению ширины окна к ширине простенка и др.

Необходимо также отметить, что в г. Саратове сформировалась определенная колористическая традиция, которая требует исследования и безусловно должна учитываться при реконструктивных мероприятиях в исторической части города, поскольку цвет является одним из важнейших идентификационных факторов, определяющих своеобразие городской среды.

Представляется целесообразным исходить из того, что объемно-пространственные регламенты в части архитектурных и колористических решений должны способствовать достижению целостности, преемственности, идентичности существующей и новой (проектируемой) застройки. Они должны быть эффективным и удобным инструментом достижения поставленных целей и, в то же время, не сдерживать творческий потенциал архитекторов. В целом, проработка вопросов регулирования застройки на основе объемно-пространственных регламентов показала необходимость более детального исследования исторической застройки с целью реализации наиболее точных решений по сохранению и развитию уникальности и своеобразия городской среды Саратова.

Список литературы

1. Историко-архитектурный опорный план и проект зон охраны центральной части г. Саратова. Историко-архивные исследования. «Научно-производственный центр по историко-культурному наследию области». Саратов. 2007 г.

2. Тарасова Л.Г. О проблемах регламентации застройки города // Архитектурный Саратов. №0.2002. С. 13-14.

3. Шушарин А.Г. К вопросу о разработке правил землепользования и застройки города // Архитектурный Саратов. №0. 2002. С.14-15.

4. Вирич В.Г., Кремер О.Р. О проблемах градостроительного регулирования Саратова // Архитектурный Саратов. №0. 2002. С.16.

5. Правила землепользования и застройки муниципального образования «Город Саратов» Карта зон действия ограничений по условиям охраны объектов культурного наследия (Приложение 2 к решению Саратовской городской Думы от 29.04.2008 № 27-280).

6. Объемно-пространственный регламент на тестовую территорию города Саратова. КБ «Стрелка». 2018.49 с.

УДК 72.033

ЭВОЛЮЦИЯ АРХИТЕКТУРЫ МЕЧЕТИ В СТОЛИЦЕ ЕГИПТА (642–1867 гг.)

Исса Рахаф Мунир

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, Россия, e-mail: rahafmarch@gmail.com

Аннотация. Исследуются изменения объемных форм и архитектурных элементов мечетей от начала исламского правления в Египте до конца османского периода. Рассматриваются наиболее характерные мечети. Выявляются линии преемственного развития архитектуры мечетей, включая минареты.

Ключевые слова: периоды развития, структура мечетей, исламская архитектура

THE EVOLUTION OF ARCHITECTURE OF MOSQUES IN THE CAPITAL OF EGYPT (642–1867)

Issa Rahaf Munir

Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, Russia, e-mail: rahafmarch@gmail.com

Abstract Changes in volumetric forms and architectural elements of mosques from the beginning of Islamic rule in Egypt to the end of the Ottoman period are investigated. The most characteristic mosques are considered. The lines of successive development of the architecture of mosques, including minarets, are identified.

Key words: periods of development, structure of mosques, Islamic architecture

Ислам появился в Египте в 642 г., когда его завоевали арабы во главе с Амр ибн аль-Аасом. Сразу был основан город Аль-Фустат, который и стал первой исламской столицей Египта и образцом для последующих поколений городов в течение трех веков.

В период раннего ислама (642-661 гг. н.э.) первым значительным сооружением в столице стала мечеть, названная в честь завоевателя Египта. Построена она была по образцу более древней мечети Пророка Мухаммеда (PBUH) в Медине, второй по значению святыни Ислама.

Египетская мечеть стояла рядом с Домом Халифата («Дар Аль-Хилафа»), севернее римской крепости Вавилон. Расположенные в центре города, они были окружены рынками, общественными банями и жилыми кварталами. Мечеть Амр (как и все ранние мечети) представляла собой огражденный кирпичными стенами прямоугольный двор без кафедры, молитвенной ниши и минарета. Двор имел размеры 25×15 м. и был перекрыт пальмовыми стволами по пальмовым колоннам, установленным по сетке 3,7х3,7 м [2].

В омейядский период (661–750 гг. н.э.) Аль-Фустат оставался

столицей Египта во времена правления Омейядского халифата. Архитектура там была ограничена рынками, общественными ванными комнатами и небольшими дворцами, построенными по сторонам пустыни, включая расширение мечети «Амр ибн аль-Аас» путем добавления некоторых новых архитектурных элементов «Аль-Михраб» и Четыре минарета были добавлены к её четырем углам [6].

В период Аббасидов (750-935 гг. н.э.) с передачей правления Исламского Халифата Аббасидам Египет стал частью Халифата Аббасидов. Аббасиды построили город «Аль-Аскар» (Солдаты) в качестве новой столицы Египта в 750 году нашей эры, которая продолжала оставаться столицей до тех пор, пока командир Аббасидов Ахмад ибн Тулун не построил новый город в 876 году нашей эры, названный «Аль-Катаи». Он стал новой столицей его правления [1].

«Ибн Тулун» оказал влияние на проектирование «Аль-Катаи» в результате проектирования города «Самарра» в Ираке, где он родился и вырос. Это влияние также проявилось в мечети «Ибн Тулун», которую он построил в центре города.Мечеть была построена с гипостильной системой с симметричной планировкой (Огромный двор, окруженный четырьмя аркадами, самый большой (молитвенный зал) находится на направлении Киблы). В центре стены Киблы находится молитвенная ниша. Мечеть окружена ограждением размером 118 х 138 метров. Мечеть с трех сторон (все, кроме стороны киблы) окружают узкие крылья, называемые зиядами. Эти маленькие внешние дворики были расширением, чтобы обеспечить конфиденциальность и отделить освященное пространство от публичного пространства внешнего мира.Спиральный минарет расположен в главной оси мечети (рис. 6).

В период Фатимидов (969-1171 гг. н.э.) фатимиды завоевали Египет в 995 году нашей эры и основали город Каир в качестве столицы. Новый статус Каира как столицы привел к появлению уникального нового стиля [5].

Мечети в период Фатимидов были построены с гипостильной системой с симметричным планом, и существовало два типа этой системы:

1. длинное ребро перпендикулярно направлению киблы;
2. длинное ребро параллельнонаправлению киблы.

Прямая связь с внешней стороной осуществляется через главный вход, расположенный на главной оси мечети, и два боковых входа симметрично расположены на двух параллельных стенах с направлением Киблы [3]. В центре самой большой аркады есть дорожка, которая подчеркивает ось центральной линии мечети и визуально соединяет михраб с внутренним двором (рис. 1).

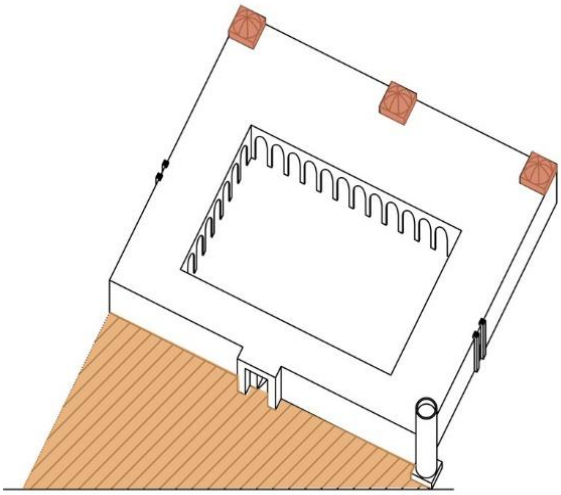


Рис. 1. Мечеть Фатимидов типа 1

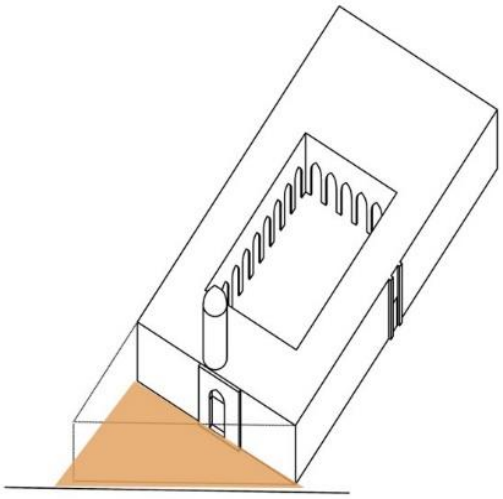


Рис. 2. Мечеть Фатимидов типа 2

В мечети другого типа главная улица и внутренний двор связаны пустотелым входом в форме Ивана, который связан с многоцелевыми комнатами, связанными с аркадой (рис. 2). Внешние и внутренние стены обычно были параллельны и перпендикулярны направлению Киблы, что вызывало появление широких треугольных утопленных пространств вдоль сети улиц, которые не были ориентированы на Киблу. Минареты Фатимидов были очень короткими и простыми. Купола, которые были небольшими и немногочисленными, обычно располагались глубоко внутри мечети и, соответственно, они не имели прямого отношения к фасаду [4].

В айюбидский период (1171–1250 гг. н.э.) айюбиды сосредоточили свое внимание на учебных и оборонительных зданиях, поэтому они создали новый тип зданий для обучения исламским правилам и доктринам (школы-медреса) [5]. Также они превратили дворцы Фатимидов в школы, и использовали мечети Фатимидов вместо строительства новых мечетей. Одной из наиболее ярких черт стиля Айюбидов в архитектуре является господство строгости и отсутствие преувеличения в декоре из-за состояния постоянной войны [3].

В период мамлюка (1250–1517 гг. н.э.) Египет стал свидетелем периода мамлюков в двух ответвлениях («Бахри мамлюк») и («Борджи мамлюк»), который был самой богатой эпохой в искусстве [5]. Мамлюки интересовались развитием методов и искусством строительства.

Мечети были построены по двум системам:

1. Гипостильные мечети: симметрично план с правильными пространствами состоит из двора, окруженного четырьмя аркадами, самый большой из которых примыкает к стене Киблы.В большой галерее над молитвенной нишей на огромных колоннах установлен большой купол, создающий большое пространство перед михрабом. Главный вход расположен на центральной линии мечети, а дополнительный вход расположен на одной боковой стене, параллельной направлению Кибла [4],(рис. 3).

2. Крестообразная система (школа с мечетью): Он состоит из внутреннего двора, окруженного четырьмя иванами, самый большой из которых находится в направлении Киблы и заканчивается молитвенным залом, увенчанным большим куполом. И стена этого ивана, и стена молитвенного зала содержат молитвенную нишу [4], (рис. 4).

Минареты «мамлюков» отпичались своей грациозностью и высотой и развивались от простой формы квадратного основания до нескольких слоев с квадратными, многоугольными и круглыми формами, заканчивающимися куполом, который принимал различные формы и содержал несколько балконов, и купола были большие, расположенные на многоугольной шейке [3].

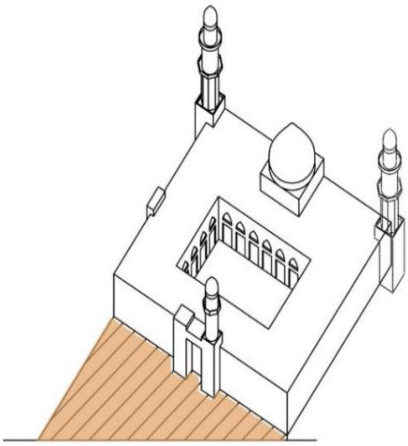


Рис. 3. Гипостильные мечети

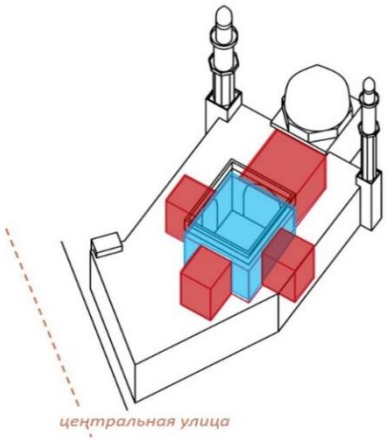


Рис. 4. Крестообразная

В Османский период (1517–1867 гг. н.э.) османское завоевание Египта в 1517 году изменило статус Каира с имперского центра на столицу провинции, что, в свою очередь, повлияло на движение искусства и строительства [2].

Османцы построили три типа архитектуры мечети в Каире:

1. здания полностью османского стиля;
2. здания гибридного стиля;
3. мамлюкский стиль мечетей с османским стилем минарета.

Самый конструктивный стиль того периода состоял из симметричного плана, состоящего из двора, окруженного четырьмя аркадами, увенчанными небольшими куполами, эти аркады вели в молитвенный зал, который преодолевал огромный купол. Наружные и внутренние стены мечети перпендикулярны направлению Киблы, а входы были расположены в разных положениях (рис. 5).

Оттоманские купола круглые и лишены внешней переходной зоны, увеличивающей их высоту. Резкое изменение наблюдается в архитектуре минарета. Минарет мамлюка был заменен провинциальным вариантом минарета в форме карандаша с одним балконом [4].

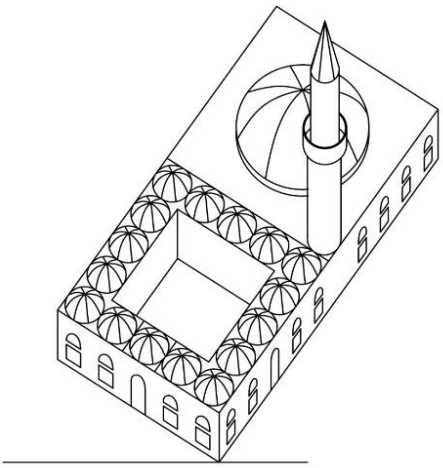


Рис. 5. Османская мечеть

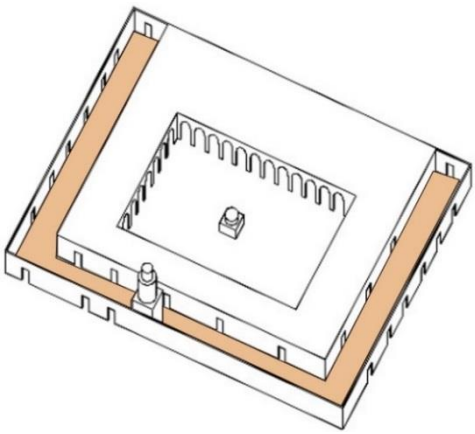


Рис. 6. Мечеть в период Аббасидов

Как показали исследования, исламская архитектура в Египте развилась от простой архитектуры, предназначенной только для достижения функциональных целей, до архитектуры с разными стилями, которые менялись в разные периоды времени правящих семей. Каждый стиль характеризовался особым характером, на который влияли убеждения и принципы, преобладавшие в каждый период.

Список литературы

1. Antoniou, Jim. Historic Cairo. American University In Cairo Press, 1998.J.
2. Corbett, Eustace K. «Art. XV.–The History Of The Mosque Of Amr At Old Cairo». Journal Of The Royal Asiatic Society Of Great Britain & Ireland, vol 22, no. 04, 1890, pp. 759-800. Cambridge University Press (CUP).
3. Behrens-Abouseif, Doris. Islamic Architecture In Cairo. American University In Cairo Press, 1996.
4. AlSayyad, Nezar. Streets Of Islamic Cairo. Aga Khan Program For Islamic Architecture, 1981.
5. Ibrahim, Abd Albaki, Stages of Architecture development in Egypt in Islamic World, 1999.
6. Okasha , Alia, Islamic Architecture in Egypt, 2008.

УДК69.032

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СОВРЕМЕННОМ ВЫСОТНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Ищенко Валерий Кириллович, Рассада Анна Андреевна

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., Россия, e-mail: valkir064@mail.ru, rassada.anna@mail.ru

Аннотация. В данной статья проведен сравнительный анализ ведущих зданий ММДЦ «Москва-Сити». На основе анализа выявлены энергоэффективные технологии в современном высотном строительстве.

Ключевые слова:строительство, высотное строительство, энергоэффективность, проектирование, «Москва-Сити»

ENERGY-EFFICIENT TECHNOLOGIES IN MODERN HIGH-RISE CONSTRUCTION

Ischenko Valery Kirillovich, Rassada Anna Andreevna

Yuri Gagarin state technical university of Saratov, Russia,
e-mail: valkir064@mail.ru, rassada.anna@mail.ru

Abstract. This article provides a comparative analysis of the leading buildings of Moscow-city. On the basis of the analysis energy efficient technologies in modern high-rise construction are revealed.

Keywords: construction, high-rise construction, energy efficiency, design, «Moscow city»

Энергоэффективность и энергосбережение – одни из главных задач человечества в 21 веке. Современное общество потребляет все больше энергии, что связано с наращиванием масштабов производства, сокращением запасов невозобновляемых энергетических ресурсов, потребностью повышения качества и комфорта жизни, что непосредственно связано с уровнем современного строительства [1].

Высотное строительство – одно из главных направлений развития данной отрасли. Поэтому необходимо предусматривать использование передовых технологий, конструктивных решений и строительных материалов, позволяющих добиться максимального уровня энергоэффективности данной категории зданий.

Актуальность выбранной темы обусловлена высокими темпами развития высотного строительства в России и необходимостью внедрения современных энергоэффективных технологий при возведении высотных зданий для экономической и эксплуатационной выгоды.

Несмотря на уникальность каждого высотного объекта, можно проследить основные тенденции, которые хотелось рассмотреть на примере ММДЦ «Москва-Сити». Данный деловой центр является флагманом современного высотного строительства в России и как нельзя лучше отображает современные тенденции энергоэффективности.

Из всех небоскребов «Москва-Сити» были выбраны 3 ведущих здания, наиболее интересные для изучения по архитектурным, конструктивным и инженерным критериям – башни «Федерация», «Меркурий» и «Эволюция». Был произведен сравнительный анализ зданий по вышеперечисленным критериям, результат представлен в таблице 1.

Из таблицы видно, что наибольший интерес с точки зрения энергоэффективности представляют инженерные решения, использованные при возведении и эксплуатации зданий.

Так в здании башни «Федерация» применяется уникальная для России система рекуперации тепла – автоматизированная система управления комплексом перемещает избытки холода или тепла из одной части здания в другую, обеспечивая минимальное потребление энергии. Это стало возможным благодаря установке гидравлических систем переменного давления (рис. 1).

Также во всем комплексе расположены специальные датчики, фиксирующие изменение температуры, освещенности, присутствия людей и реагирующие на эти изменения.

Конструктивно башни разделены на противопожарные отсеки техническими этажами. Каждый технический этаж, в свою очередь, занимает два стандартных этажа. На техническом этаже размещаются индивидуальные тепловые пункты (ИТП) и индивидуальные холодильные пункты (ИХП), трансформаторные подстанции, а также другое инженерное оборудование. Такое решение применено как в башне «Запад», так и в башне «Восток», что позволило реализовать энергоэффективные и гидравлически устойчивые инженерные системы [2].

Сравнительный анализ высотных зданий ММДЦ «Москва-Сити» по выбранным критериям

	Критерии					
Объекты	Архитектурные критерии			Конструктивные критерии		Инженерные критерии
	Архитектурно-образная	Этажность	Особенности планировки	Несущие конструкции	Покрытие	Энергоэффективные технологии
Башня Федерация	Русская "тройка" (изначальная концепция), разнонаправленные криволинейные треугольники	Запад - 63, Восток - 95 (6 этажей общий стилобат; 5 подземных этажей)	криволинейный треугольник с двойными корридорами	25 независимых ж/б колонн и центральный бетонный стержень, через каждые 25 этажей аутригерные ярусы	Термоостекление, тоннированное в синий цвет	Система возврата тепла
Башня Меркурий		75 (5 подземных)		2 независимых железобетонных каркаса	Остекление с солнцезащитным и энергосберегающим напылением золотого оттенка в сочетании с металлическими элементами	Спроектировано с расчётом на освещение 75 % офисов естественным светом в дневное время
Башня Эволюция	Молекула ДНК	55 (5 подземных)		Центральное ядро и восемь колонн с пролетами 15 м между осей, четыре угловых колонны следуют спиралеобразной геометрии	Остекление: абсолютно плоские стеклопакеты из зеркального стекла технологией «холодного гнутья»	Теплоизоляция трубопроводов выполнена с помощью цилиндров навивных ROCKWOOL 100, которые предохраняют систему от излишних потерь тепла

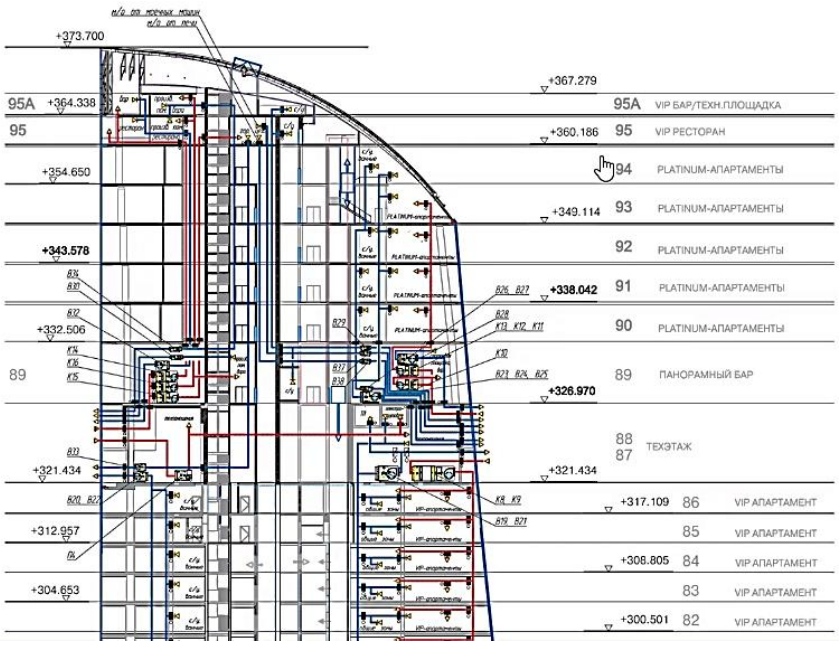


Рис. 1. Структурная схема вентиляции в башне «Федерация»

В отличие от Федерации, энергоэффективные решения в башне «Меркурий» были применены на стадии проектирования. По утверждению Фрэнка Уильямса, одного из архитекторов, здание было спроектировано с расчётом на освещение 75% офисов естественным светом в дневное время. Исходя из плана типового этажа башни,можно заметить явную гелиоориентированность – солнечные лучи должны проникать во все основные помещения, являющиеся местом постоянного или длительного пребывания людей, обеспечивая наиболее продолжительную инсоляцию в течение дня. Южная и юго-восточная ориентации зданий оптимальны для освещения жилищ прямым солнечным светом. Башня «Меркурий» соответствует всем необходимым нормативным условиям (рис. 2).

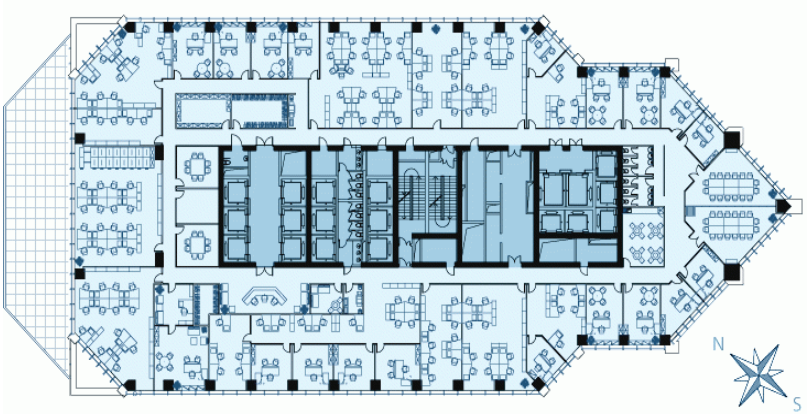


Рис. 2. План типового этажа башни «Меркурий»

Теплоизоляция трубопроводов выполнена с помощью навивных цилиндров ROCKWOOL 100, которые не только предохраняют систему от излишних потерь тепла, но и выполняют противопожарные функции. Созданные из натурального камня горных пород, гидрофобизированные волокна каменной ваты выдерживают температуры до 1000 ^{0}С, поэтому

материалы ROCKWOOL способны предотвратить распространение пожара в случае возгорания (рис. 3). Для удобного монтажа цилиндры имеют сплошной продольный разрез по одной стороне и соответствующий ему надрез изнутри на противоположной стороне [3].

Рис. 3. Цилиндры ROCKWOOL 100

Следует заметить, что фасады всех трех башен полностью остекленные. При их создании использовалось специальное термоостекление, не уступающее по характеристикам кирпичной кладке. Благодаря технологии вакуумно-магнетронного напыления на стекле мы получаем тот же эффект, что и в термосе – тепло остается внутри, а не «обогревает» улицу. Их эффективность на 40% превышает обычные стеклопакеты [4].

В летнее время помещение меньше нагревается от солнечных лучей, что опять же позволяет экономить на системах кондиционирования.

Таким образом, энергоэффективность в строительстве развивается сразу по нескольким направлениям: от новых строительных материалов до гелиоцентрированного проектирования самого здания. Все научные достижения последних лет направлены на практические методы повышения комфорта жизни в зданиях, сохраняя баланс эффективности и экономичности. Применение совокупности архитектурно-планировочных, конструктивных и инженерно-технологических методов повышения энергоэффективности позволит снизить энергопотребление, отрицательное воздействие на окружающую среду, повысить уровень комфорта проживания в высотных зданиях.

Список литературы

1. Энергосбережение и возобновляемые источники энергии: учебно-методическое пособие / О.И. Родькин [и др.]; под общей ред. С.П. Кундаса. Минск: МГЭУ им. Сахарова, 2011. 160 с.

2. Смирнова И.Н., Шилкин Н.В., Ефремов М.Н. Комплекс «Федерация». Системы вентиляции, кондиционирования и холодоснабжения башни «Восток» // АВОК. № 7. 2015.

3. Цилиндры навивные ROCKWOOL 100. [Электронный ресурс]. URL:https://rockshop.rockwool.ru/products/cilindry-navivnye-rockwool-100/ (дата обращения: 01.05.2019)

УДК 624.014

ЛЕГКИЕ КОНСТРУКЦИИ ДЛЯ НАПОЛЬНЫХ СКЛАДОВ

Кизимова Ольга Владимировна, Бурковский Игорь Вадимович

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., Россия, e-mail: olga.sgty2012@yandex.ru

Аннотация. В данной статье рассматривается легкие металлические рулонированные конструкции, которые предлагается использовать при строительстве напольных складов для хранения зерна. Технология изготовление таких конструкций состоит из простых операций и позволяет транспортировать плоские заготовки, что значительно снижает транспортные расходы. Применение тонколистовой стали при их изготовлении снижает массу конструкции.

Ключевые слова: металлические конструкции, арки, тонколистовая сталь, технология, рулонирование

LIGHT CONSTRUCTIONS FOR FLOOR WAREHOUSES

Kizimova Olga Vladimirovna, Burkovskiy Igor Vadimovich

Yuri Gagarin state technical university of Saratov, Russia, e-mail: olga.sgty2012@yandex.ru

Abstract. This article discusses light metal coiled structures that are proposed for use in the construction of floor warehouses for storing grain. The manufacturing technology of such structures consists of simple operations and allows to transport flat blanks, which significantly reduces transportation costs. The use of sheet steel in their manufacture reduces the mass of the structure.

Key words: metal structures, arches, sheet steel, technology, rolling

Сегодня эксперты аграрного рынка отмечают спрос малых и средних хозяйств на зернохранилища небольшой вместимости. Такие зернохранилища представляют собой напольный склад пролетом 12 и 15 метров. В советский период при их строительстве использовались типовые рамные конструкции из железобетона. Железобетонные рамы характеризуются большой массой и высокими транспортными расходами. В современных экономических условиях склады должны быть быстровозводимыми с использованием легких конструкций.

Конструктивные решения напольных складов отличаются большим разнообразием. Строительство складов осуществляется с применением балочных, рамных и арочных систем. Криволинейное очертание арок является фактором, способствующим снижению их массы. Значительно снизить массу позволит и применение металлических профилей. Известно, что металлические конструкции характеризуются надежностью работы при различных видах напряженного состояния, обладают высокой несущей способностью при сравнительно небольшой собственной массе. Форма и сечение элементов арки зависит от ее пролета и высоты, а также величины

нагрузок. Для изготовления арок используют прокатные и тонкостенные профили разных форм сечения. Недостатком арочных конструкций являетсясложность изготовления. Не на всех предприятиях есть оборудование позволяющее получить из линейного стержня криволинейный элемент с заданным радиусом.

Учитывая вышесказанное, предлагается при строительстве напольных складов использовать металлические рулонированные элементы сварногнутого профиля. Такие элементы могут быть выполнены в виде арок пролетом 12 ÷24 м, которые устанавливают с шагом 3÷6 м.

Технология получения рулонированных элементов состоит из двух этапов [1-3]. На первом этапе получают плоскую заготовку в виде полотнища. Для этого из листовой стали вырезают два криволинейного элемента арки. В стальной полосе одного элемента устраивают штуцер. Затем эти элементы накладывают друг на друга и соединяют их кромки прочным сварным швом. В результате получается плоская заготовка, которую для удобства транспортировки сворачивают в бухты весом до 5 тонн и диаметром 1,8÷2,5 м. Все работы на этой стадии выполняются в заводских условиях, что повышает качество изделия.

Второй этап включает создание проектной формы конструкции. На этом этапе из плоской заготовки получают конструкцию с объемным поперечным сечением. Формирование поперечного сечения выполняется непосредственно на строительной площадке. Бухты плоских заготовок разворачивают с помощью лебедок или трактора и через штуцер в полость между элементами плоской заготовки подают сжатый воздух от обычного компрессора до создания проектных параметров сечения элемента арки. После снятия давления за счет пластических деформаций и конечной изгибной жесткости металла элементы занимают новое устойчивое положение. Как показали экспериментальные исследования, упругая деформация контура его поперечного сечения незначительна и полученная при раздутии форма остается практически неизменной. Такая технология позволяет получить арки с разным поперечным сечением, не увеличивая при этом объемы работ на предприятии. Для внедрения таких конструкций в практику строительства были проведены экспериментальные и теоретические исследования. Для проведения экспериментов из полосовой стали были изготовлены модели (рис. 1, 2).

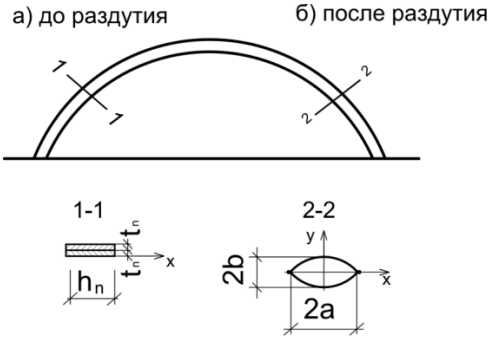


Рис. 1. Арка из элемента сварногнутого профиля

Рис. 2. Модель №1. Арка пролетом 2,0 м и высотой 0,3 м

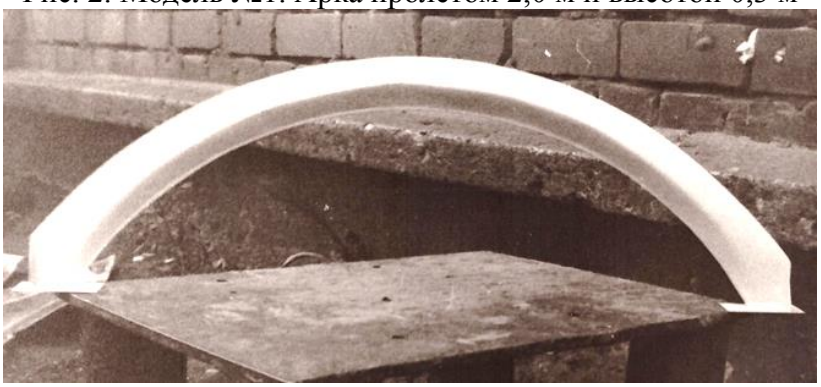


Рис. 3. Модель №2. Арка пролетом 0,7 м и высотой 0,2 м

Модели арок имели разные геометрические параметры и были выполнены из полосовой стали, отличающейся толщиной. Геометрические характеристики моделей арок приведены в таблице.

Геометрические характеристики моделей арок

№	Характеристики арки	Модель №1	Модель №2
1	Пролет арки	2,0 м	0,7 м
2	Стрела подъема арки	0,3 м	0,2 м
3	Ширина стальных полос	150 мм	50 мм
4	Толщина стальных полос	1,2 мм	0,25 мм

Экспериментальные исследования на моделях показали, что арки из элементов сварногнутого профиля, обладают достаточной несущей способностью и жесткостью при выполнении следующих рекомендаций:

- толщина (t_n) стальных элементов плоской заготовки должна назначаться в пределах 1 ÷ 8 мм;
- ширина (h_n) этих элементов должна приниматься из условия

$$h_n \geq 100\ t_n\ ;$$

- сопряжение по продольным и поперечным кромкам должно быть герметичным и прочноплотным.

Арки, изготовленные по такой технологии, просты в изготовлении и характеризуются малой металлоемкостью. Для повышения несущей способности арок избыточное давление между полосами можно создавать заполнителем из легкого бетона, торфобетоном.

Монтаж напольных складов из предлагаемых рулонированных арок

аналогичен монтажу из типовых конструкций и включает следующие операции.

1. Устройство легкого фундамента;

2. Установка арок. Опорные элементы арок поступают в виде отдельных марок. Стык с фундаментов выполняется традиционным способом анкерными болтами.

3. Устройство покрытия. На арки укладывают прогоны, к которым крепят легкие сэндвич панели.

Предварительные расчеты технико-экономических показателей позволили оценить эффективность применения арок из элементов сварногнутого профиля. Такие конструкции имеют небольшой вес, просты в изготовлении, и характеризуются малой стоимостью изготовления и монтажа. При их изготовлении используется прогрессивный метод рулонирования, что значительно снижает транспортные расходы.

Таким образом, применение плоскосворачиваемых арок при строительстве напольных складов позволит:

- снизить металлоёмкость на 31%;
- повысить транспортабельность;
- использовать отходы листового проката;
- снизить стоимость в целом.

Список литературы

1. Лессиг Е.Н., Лилеев А.Ф., Соколов А.Г. Листовые металлические конструкции. М.: Стройиздат. 1970. 217 с.

2. А.с. 232924 СССР. МКИЗ В65 88/06. Способ изготовления корпусов и труб/ Г.В. Раевский // БИ. 1963. №2

3. Кизимова О.В. Инновационный строительный элемент // Международная научно-техническая конференция «Наука, Техника, Инновации 2014»: сбор-ник статей. – Брянск: Научный центр «НДМ», 2014. С. 41-46

УДК 699.86

УЛУЧШЕНИЕ ЭСТЕТИЧЕСКОГО ОБЛИКА ЗДАНИЙ

Кизимова Ольга Владимировна, Романова Злата Александровна

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., Россия, e-mail: olga.sgty2012@yandex.ru

Аннотация. В статье рассмотрены варианты улучшения эстетического облика зданий. Выполнен обзор материалов, представленных на строительных рынках, проведен анализ их достоинств и недостатков. Строительные материалы, которые рассмотрены в работе можно рекомендовать для использования при выполнении утепления стен фасадов зданий.

Ключевые слова: фасад, архитектурный облик, облицовочные материалы, утепление стен

IMPROVING THE AESTHETIC APPEARANCE OF BUILDINGS

Kizimova Olga Vladimirovna, Romanova Zlata Aleksandrovna

Yuri Gagarin state technical university of Saratov, Russia,
e-mail: olga.sgty2012@yandex.ru

Abstract.The article discusses options for improving the aesthetic appearance of buildings. An overview of the materials presented on the construction markets was carried out, and their merits and demerits were analyzed. Building materials that are considered in the work can be recommended for use when performing wall insulation of facades of buildings.

Key words: facade, architectural appearance, facing materials, wall insulation.

В нашей стране большая часть населения проживает в городах. В советский период в больших городах жилыми типовыми домами застраивались целые микрорайоны. По данным Росстата около 80 % жилых многоквартирных домов, построенных до 1999 года, не отвечают современным требованиям энергоэффективности. А в панельных зданиях в результате нарушения герметичности швов на внутренней поверхности стен и потолка образуется грибок. Собственники квартир сами пытаются решить эти проблемы. Самым простым способом улучшить санитарно-гигиенический условия проживания является утепление наружных стен. При этом каждый собственник выбирает материал утеплителя и отделки. В результате на стенах жилых домов появляются «пятна», которые нарушают эстетический облик фасада (рис. 1).

Рис. 1. Жилые дома г. Саратова с утепленными участками наружных стен

С целью сохранения эстетического облика фасадов необходимо выполнять утепление всей площади стен. Собственников пугает стоимость этих работ. Однако сегодня можно найти недорогие материалы для утепления стен при этом сохранить эстетический облик зданий.

При утеплении фасадов используют различные теплоизоляционные материалы, которые в большом ассортименте представлены на строительном рынке. Но эти материалы необходимо защищать от внешнего воздействия.

Подбирая материал для отделки фасада дома, следует учитывать два фактора:

- дом должен гармонировать с окружающей территорией, выглядеть эстетично;

- фасадный материал служит защитой не только для утеплителя, но и несущие конструкции.

Обзор литературы позволил выбрать традиционные и новые материалы для отделки фасадов. В зависимости от технологии и используемых материалов различают «мокрые» и «сухие» фасады. «Мокрые» фасады создаются с использованием строительных смесей (растворов), а «сухие» выполняют из штучных материалов, которые крепят механическими крепежными элементами (гвозди, саморезы, дюбеля и т.д.). Все материалы отличаются сроком службы и стоимостью, таблица 1.

Виды материалов для фасадов зданий

Мокрые фасады	Срок службы, лет	Стоимость, руб./кв.м	Сухие фасады	Срок службы, лет	Стоимость, руб./кв.м
Минеральная	12-16	от 115	Камень и кирпич	более 50	от 1100
Акриловая	до 18	от 300	Сайдинг	до 50	от 300
Силикатная	до 30	от 270	Сэндвич-панели	до 50	от 1100
Силиконовая	до 30	от 270	Фасадные кассеты	30-50	от 900

Для мокрых фасадов используют декоративную штукатурку. В зависимости от наполнителя штукатурка делится на минеральную, акриловую, силикатную и силиконовую. К преимуществам такой отделки фасадов относится возможность покраски, стойкость к перепадам температур, устойчивость к воздействию прямых солнечных лучей, паропроницаемость, низкая стоимость [1] (рис. 2).

а

б

Рис. 2. Фасады зданий: а) с отделкой штукатурным раствором; б) с отделкой облицовочным кирпичом

Кроме общих характеристик, каждый вид штукатурки имеет сою особенность. Например, минеральная штукатурка не горит, но имеет низкую степень эластичности, что проводит к появлению трещин. Акриловая штукатурка относится к горючим материалам, поэтому использовать её с минеральной ватой нельзя. Кроме того, поверхность хорошо притягивает пыль, а вымыть ее непросто. Силиконовая штукатурка очень износостойкая, практически не загрязняется и легко самоочищается, не впитывает пыль и соли, может быть использована с любыми типами утеплителей.

Природные и искусственные облицовочные каменные материалы широко используют для отделки фасадов. В зависимости от состава и способа производства облицовочный кирпич делится на такие группы: клинкерный, керамический, гиперпрессованный, силикатный.

У каждого из этих видов свои эксплуатационные качества, но объединяет их отличный внешний вид, большое разнообразие оттенков [2]. Текстура может быть глазурированной, с минеральной крошкой или с матовой поверхностью. Форм кирпича в виде параллелепипеда, или фасонной фигурной формы. К основным достоинствам можно отнести: долговечность и практичность, устойчивость к влаге, перепадам температур, солнечным лучам, стойкость к механическим воздействиям, экологичность.

Декоративный сайдинг отличается большим разнообразием материалов, фактурой, цветовой палитрой [3]. Панели сайдинга могут быть виниловые, деревянные, металлические, цементно-фибролитовые. К их достоинствам можно отнести: виниловые панели имеют небольшой вес, низкую стоимость, устойчивы к гниению, плесени и грибку (рис. 3).

а

б

Рис. 3. Фасады зданий: а) с облицовкой сайдингом;
б) с облицовкой керамогранитными панелями

Металлические панели характеризуются высокой прочностью, возможностью использования при любых температурах, стойкостью к деформированию, высоким уровнем пожаробезопасности; длительным сроком службы. Цементно-фибролитовые панели – экологически безопасны, пропускают через себя пар, не горят, устойчивы к климатическим воздействиям.

Из природных материалов в последнее время используют керамогранитные панели (рис. 3б). Получают их из глины, кварцевого песка, полевых шпатов и воды методом полусухого прессования. Преимущества керамогранита долговечность, прочность, устойчивость к механическим повреждениям, абсолютная влагостойкость, высокая морозостойкость, сохранение оригинального внешнего вида в течение всего срока эксплуатации. Недостатки: большой вес и высокая стоимость.

Сэндвич-панели представляют собой панель, состоящую из двух слоев: жесткого материала (обычно это металл) и слоя утеплителя между ними. Весь этот «бутерброд» соединяется методом горячего прессования, поверхность панелей может быть гладкой, рельефной или декоративной [4]. Преимущества сэндвич-панелей долговечность, отличный внешний вид, небольшой вес, устойчивость к влаге и огню, хорошие звукоизоляционные свойства, высокая ремонтопригодность фасада, и высокая скорость монтажа, из минусов – высокая цена, рис. 4.

а)

б)

Рис. 4. Фасады зданий: а) облицовка фасада сэндвич панелями;
б) облицовка фасадными кассетами

Фасадные кассеты сегодня широко применяются для облицовки фасадов административных зданий, но с недавних пор используются еще и в частном строительстве. Материал легко узнать по характерному внешнему виду: это квадратные или прямоугольные элементы, выполненные из металла (сталь, алюминий, реже медь) с полимерным покрытием [5]. Преимущества металлических кассет высокая надежность и долговечность, эстетичность, большой выбор типоразмеров и цветов, устойчивость к негативным факторам окружающей среды и огню.Единственный минус – высокая цена. Фасадные кассеты монтируются на каркас.

Строительная индустрия не стоит на месте. Предприятия начали выпуск новых фасадных материалов, к которым относятся бетонный сайдинг, клинкерные термопанели, стеклянные панели.

Бетонный сайдинг производится из цемента, песка и красителей. Материал имеет прекрасный внешний вид и приятную шероховатую поверхность, он долговечный, но достаточно тяжелый, поэтому при устройстве фундамента необходимо учитывать дополнительную нагрузку.

Клинкерные термопанели состоят из обычной клинкерной плитки и наплавленного слоя пенополистирола, который сам является отличным утеплителем. При внешней привлекательности такая отделка становится дополнительным теплоизолятором. Недостаток – высокая цена;

Стеклянные панели – популярный вариант для торговых центров и административных зданий.

Эстетические требования – формируют внешний облик здания путем выбора строительных материалов, их качества и гармоничной связи с окружающей средой.

Архитектура является неотъемлемой частью жизни человека. Она оказывает влияние на психику и здоровье людей, вызывая определённые ассоциации. Бедность цветовых решений влияют на человека отрицательно, давит на людей, погружая их в депрессивное состояние.

Анализ рынка строительных материалов показывает, что сегодня существует большой выбор материалов для отделки фасадов. Современные строительные материалы, имея яркие цветовые решения, позволят придать фасадам зданий привлекательный внешний вид.

Список литературы

1. Штукатурка стен в Саратове по немецкой технологии [Электронный ресурс]. URL: https://главный-штукатур.рф/shtukaturka-sten-cena-v-saratove.html (дата обращения: 05.05.2019).

2. Кирпич российский [Электронный ресурс]. URL: http://saratov.brick360.ru/catalog/stenovye-materialy/rossiyskiy-oblitsovochnyy-kirpich/ (дата обращения: 05.05.2019).

3. Сайдинг. Пульс цен [Электронный ресурс]. URL: https://saratov.pulscen.ru/price/100803-sajding (дата обращения: 05.05.2019).

4. Сендвич-панели. СтальПрофильГрупп [Электронный ресурс]. URL: https://saratov.allplans.ru/production/sandvich-paneli/ (дата обращения: 05.05.2019).

5. Металлокассеты [Электронный ресурс]. URL: https://al-fas.ru/facades/metal-cassettes/price/ (дата обращения: 05.05.2019).

УДК 712.256

ОПАСНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЕТСКИХ ИГРОВЫХ ПЛОЩАДОК

Красненкова Полина Николаевна,Байкова Екатерина Владимировна

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., Россия, e-mail: krasnenkova.polina@yandex.ru, baykovaekaterina@yandex.ru

Аннотация: В данной статье поднимается вопрос о безопасности детского игрового оборудования. Исследуются вопросы правильного и эргономичного проектирования детских площадок. Автор проводит сравнительный анализ между европейским и отечественным детским игровым оборудованием.

Ключевые слова: детская площадка, игровое оборудование, игра, дизайн, благоустройство

DANGEROUS EQUIPMENT PLAYGROUNDS

Krasnenkova Polina Nikolaevna, Baykova Ekaterina Vladimirovna

Yuri Gagarin state technical university of Saratov, Russia,
e-mail: krasnenkova.polina@yandex.ru, baykovaekaterina@yandex.ru

Abstract: This article raises the question of the safety of children's playground equipment. Issues of proper and ergonomic design of playgrounds are investigated. The author conducts a comparative analysis between the European and domestic children's play equipment.

Keywords: playground, gaming equipment, game, design, improvement

С каждым годом появляется всё больше электронных и компьютерных игр, что позволяет завлечь ребёнка и погрузить его в виртуальную реальность. Однако, для здорового развития ребёнка необходимы активные и подвижные игры на свежем воздухе. Для этого и существуют детские игровые комплексы. Современные детские игровые площадки – это важнейшая часть любого двора как жилых, так и дошкольных или школьных образовательных учреждений. Они предназначены не только для детских игр и развлечений, но и исполняют важную роль в оздоровительных и воспитательных целях, помогают развиваться физически и способствуют коллективной деятельности. Детские площадки призваны развивать ловкость, гибкость, координацию, смекалку, тренировать вестибулярный аппарат ребёнка. Именно поэтому так важно строить детские игровые комплексы и подходить к этому тщательно и продумано.

Начиная с XIX века, по мере развития педагогики и психологии начинают появляться первые детские сады. Предположительно в это же время появляются и детские игровые площадки. Об этом свидетельствует одно из первых упоминаний о детских площадках в мировой истории – картина Жака-Лорана Агаса «Площадка для игр».

Теме правильного и безопасного обустройства детских игровых площадок посвятили свои труды С.Т. Шацкий, советский педагог, создавший общественное движение «Сетлемент», которое занималось организацией детского досуга, Г.К Ремизов, педагог, с подачи которого в Москве начали проводиться массовые детские игровые мероприятия, Н.К. Крупская, благодаря которой детские площадки стали строится повсеместно. Исходя из этого, можно утверждать, что данный вопрос достаточно изучен.

Цель работы заключалась в изучении темы об опасном оборудовании детских игровых площадок. Задачами исследования стало изучение основных причин опасности детских площадок, исследование

вопросов проектирования детского оборудования, рассмотрение проектирования детских площадок на примере зарубежного опыта.

Дошкольный возраст является важным периодом физического развития и формирования личности человека. Он отличается, с одной стороны, интенсивным ростом и развитием детского организма, а с другой – незрелостью, низкой сопротивляемостью неблагоприятным воздействиям внешней среды. В этот период очень важно способствовать правильному физическому развитию ребенка и повышать его жизнеспособность. В этом как раз могут помочь активные игры на детских площадках. Здесь ребёнок может поиграть, побегать, развить свою фантазию и воображение, пообщаться со сверстниками, а родители смогут отдохнуть. Поэтому так важно обустраивать игровые комплексы в каждом дворе как жилых районов, так и детских общеобразовательных учреждений. Однако, даже самые новые детские площадки могут нести опасность для ребёнка. Сегодня в России в средствах массовой информации очень часто появляются сообщения о случаях детского травматизма на придомовых площадках. Статистика неутешительна: в нашей стране травмы на детских игровых комплексах получают больше 40 тысяч детей в год, в то время как заграницей такого не встретишь. Всё это происходит из-за недобросовестного отношения производителей детского игрового оборудования.

По статистике, самую большую опасность несут детские качели. Согласно ГОСТу, установка качелей с жесткими элементами подвеса запрещена, но сейчас всё ещё можно встретить дворы с таким оборудованием, несмотря на запреты [2]. Такие качели опасны для детей любого возраста. Поэтому очень важно следовать нормам и правилам при выборе детских качелей. Они должны быть на мягких подвесах (цепь), которые оборачиваются в мягкий материал, оборудоваться сидениями без острых углов.

Не менее опасными являются карусели. Наиболее часто дети травмируются если запрыгивают на уже крутящиеся карусели. Правильные карусели должны иметь зону безопасности равной площади зоны приземления. В рамках этой зоны не должно находится никаких посторонних предметов. Движущиеся элементы конструкции обязаны быть гладкими и иметь скругленные края. Конструкцией карусели должно исключаться застревание ребенка под платформой [8].

Ещё одним опасным элементом детских площадок является горка. Очень часто происходят случаи травматизма детей на подобном оборудовании, особенно когда горка сделана не по нормам или уже не является пригодной для игр – дети падают с неустойчивой конструкции, застревают ногами или руками между лестницей, ударяются при спуске с горки. Горки обязаны оснащаться ограждениями, спуск должен иметь защитные бортики, на стартовом участке должна быть установлена перекладина, заставляющая ребенка присесть [8].

Всё оборудование следует выполнять из экологичных материалов, так как задача экологической реновации сейчас очень актуальна. Это предусматривает создание в городах благоприятной среды для человека, которая обеспечивает здоровые и безопасные условия проживания. В проектах площадок лучше всего использовать дерево и натуральный камень. Лучшим покрытием для площадки будет газон, он отличается экологичностью и декоративностью. Также в качестве покрытия можно использовать песок или синтетическую траву. Такие методы, например, часто используются при проектировании детских площадок датской компанией «Monstrum» [3].

В проектировании детских площадок важно учитывать и место её строительства. Площадку следует вписывать в средовое пространство, адаптировать к особенностям окружающей среды. Разнообразие окружающего ландшафта делает игру более интересной, позволяет детям расширять границы своих возможностей, становиться более ловкими. К примеру, детские горки могут скатываться с холма или небольшого склона, что создаст интересное игровое пространство. Так же разность отметок высот склона позволяют проектировать интересные дорожки с различным уклоном, устраивать лестницы или видовые площадки [1]. Или, например, ландшафтный дизайн площадки может включать в себя зеленые насаждения, которые будут организовывать объемные, цветные композиции из деревьев и кустарников, меняющихся по временам года, препятствующих проникновению пыли с улицы и создающих естественную тень [7].

Примером экологичного подхода является парк Teardrop, Нью-Йорк, США. Он находится между двух жилых зданий в Бэттери-Парк-Сити. Идея состоит в том, что в парке воссоздан островок живой первозданной природы. В нём есть и водоёмы, и скалы, и высокие горки, и песчаные отмели. Посетители парка могут найти для себя объекты, которые послужат спортивными снарядами, или просто насладиться природой [6].

Во время игры, для ребёнка важно не только физическое развитие, но и возможность фантазировать. Именно поэтому в проектировании площадок, важен и творческий подход, для привлечения внимания и творческого интереса детей. Это может проявляться как в общем формировании всего игрового комплекса, так и в отдельных элементах.

Для примера можно привести площадку фруктов, которая находится в Швеции южной части Стокгольма, пригороде Лильегольмене. Здесь площадку образуют горки в виде банана, карусели, имеющие форму земляники и клубники, качели-апельсины, домики-груши и многое другое [5].

Как пример работы с отдельным игровым оборудованием можно привести работу датской компании «Monstrum». Любая площадка от этих дизайнеров конструируется по принципу: площадка должна быть отражением мира и развивать детское воображение. Поэтому обычные

турники превращаются в драконов и ящеров, а простые горки – в спины китов [3].

Ещё один интересный пример – гигантский конструктор «Imagination» от известного дизайнера и архитектора Дэвида Роквелла, владельца компании «Rockwell Group». Данная площадка служит развитию фантазии, ведь она состоит из «свободных деталей» разных форм. Идея такого конструктора заключается в том, что дети сами могут построить своё собственное игровое пространство [4].

Заключение. Проанализировав зарубежные детские площадки и сравнив их с нашими российскими, можно сделать вывод, что в нашей стране, даже в крупных городах, многие площадки находятся в запущенном и непригодном для использования состоянии. К большому сожалению в России ещё не уделяется должного внимания отрасли развития детских площадок. В большинстве случаев отечественные площадки непривлекательны, менее долговечны по сравнению с зарубежными. Помимо того, что дети не получают полноценного развития в игровой деятельности и в фантазии, есть ещё и серьёзный риск их травматизма. Чтобы это предотвратить, не стоит экономить на производстве детского игрового оборудования, для него следует тщательно выбирать материалы, делать оборудование нужно по ГОСТу и всем нормам эргономики.

Список литературы

1. Нехуженко Н.А. Основы ландшафтного проектирования и ландшафтной архитектуры^ Учебное пособие. 2-е изд., испр. и доп. СПб.: Питер, 2011. 192 с.

2. Сайт «Солнечный город». «Травматизм на детских площадках» [Электронный ресурс]. URL: https://www.sgorod.net/news/bezopasnost-detskikh-ploshchadok/

3. Сайт Makakas.ru, «Уникальные детские площадки из Дании». [Электронный ресурс]. URL: http://makakas.ru/proekt/neobichnie-detskie-ploshadki.html

4. Сайт Makakas.ru, «Гигантский конструктор для маленьких архитекторов» [Электронный ресурс]. URL: http://makakas.ru/proekt/ploshhadka-konstruktor.html.

5. «Необычные детские площадки в мире». 29.09.2011. Liveinternet. [Электронный ресурс]. URL: http://www.liveinternet.ru/users/dvora/post186677210/

6. Сайт Gardener.ru. Раздел «Архитектурная панорама». «TeardropPark (Уникальный природный оазис в Нью-Йорке, США». [Электронный ресурс]. URL: http://gardener.ru/library/architectural_panorama/page402.php

7. Сычева А.В. Ландшафтный дизайн. Эстетика деталей городской среды. Сычева А.В., Титова Н.П. 1984, Высшая школа. Минск. 1984. 127 с..

8. ГОСТ Р 52169-2003 Оборудование детских игровых площадок. Безопасность конструкции и методы испытаний. Общие требования.

УДК 625.34

МОНОРЕЛЬСОВЫЙ ТРАНСПОРТ XIX ВЕКА (ЗАРУБЕЖНЫЕ И РОССИЙСКИЕ ПРИМЕРЫ)

Николаева Наталья Витальевна, Байкова Екатерина Владимировна

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., Россия, e-mail: natvitsarreg@mail.ru, baykovaekaterina@yandex.ru

Аннотация. В данной статье рассматривается появление монорельсового транспорта, история формирования монорельса как средства передвижения, виды монорельсовых поездов, зарубежные и российские примеры, история усовершенствования и прогнозирование исследования монорельсовых железных дорог на ближайшее будущее.

Ключевые слова: монорельс, монорельсовая железная дорога, однорельсовая железная дорога

MONORAIL TRANSPORT OF THE XIX CENTURY (FOREIGN AND RUSSIAN EXAMPLES)

Nikolaeva Natalya Vitalevna, Baikova Ekaterina Vladimirovna

Yuri Gagarin state technical university of Saratov, Russia, e-mail: natvitsarreg@mail.ru, baykovaekaterina@yandex.ru

Abstract. This article discusses the emergence of monorail transport, the history of the formation of a monorail as a means of transportation, the types of monorail trains, foreign and Russian examples, the history of improvement and prediction of the study of monorail railways in the near future.

Keywords: monorail, monorail, monorail

Роль железных дорог в мировом развитии и индустриализации настолько велика, что происходящие на стальных путях изменения требуют тщательного изучения. Отмена в 1861 году крепостного права послужила причиной необходимости создать в России транспортную систему, которая в свое время обеспечила бы развитие промышленности, освоение новых просторов страны и укрепление внутренних географических, экономических и внешних политических связей.

В середине XIX века российская общественность оживленно увлеклась новыми путями сообщения, развитие которых было необходимо для государств с огромной площадью территории. По сей день происходит активное развитие монорельсовой транспортной системы в городах Европы и Москве. Пространство немыслимо без грамотно запроектированной транспортной системы. Основное превосходство однорельсового транспорта состоит в том, что он не занимает место на загруженных магистралях города, однако, в отличие от метро, значительно экономичнее в постройке.

Можно смело утверждать, что развитие транспортной системы всегда было необходимо городскому населению, это касается не только монорельсов, но и сухопутного парохода, магистралей, железных дорог. На всем пути развития железнодорожного транспорта непрерывно совершенствовались системы обеспечения безопасности движения поездов. Системы безопасности достигли такого совершенства, что ездить в поездах значительно безопаснее, чем передвигаться с помощью другие видов транспорта. Одновременно с развитием всех технических средств монорельсового транспорта осуществлялись исследования, разработки и внедрение новых конструкций стрелочных переводов с непрерывной поверхностью, надежных изолирующих рельсовых стыков. Проводилось освоение комплексных технологий и ремонтов путей монорельса, создание автоматизированных средств и методов диагностики конструкций, существовавших в том числе и в XIX веке.Фамилии исследователей, занимавшихся изучением вопроса: Адасинский С.А., В.В. Чиркин, О.С. Петренко, А.С. Михайлов и Ю.М. Галонен, Измеров О.

Цель исследования заключалась в изучении формирования монорельсовой транспортной системы XIX века на примере зарубежных и российских примеров. Задачами было описание возникновения и формирования монорельсовой транспортной системы, поиск примеров развития монорельсовых железных дорог в разных городах мира, оценка состояния монорельсовых железных дорог на основе отечественного и мирового опыта проектирования, разъяснение необходимости изучения вопросов формирования монорельсовых путей сообщения на момент их появления, описание уникальности конструкций монорельсовых железных дорог.

История монорельса связана с именем русского изобретателя – Ивана Эльманова. Еще в 1820 году задолго до появления в России железной дороги этот инженер запроектировал в подмосковном селе Мячково первый в мире монорельс на конной тяге. Такая конструкция представляла ряд столбов, поверх которых был уложен брус, по нему и ходили вагонетки, приводимые в движение лошадьми [1].

Чуть позже, в 1921 году, был спроектирован монорельс в Англии. Его создателем был Генри Робинсон Пальмер. Использовалась такая транспортная система только для перевозки грузов. Спустя 4 года по чертежам Пальмера был сконструирован монорельс для пассажиров, который даже побывал на выставках в Лионе и Сент-Луисе. Визуально вагон монорельсовой трассы того времени напоминает современному человеку обыкновенный трамвай.

Создание монорельса было непростой задачей для инженеров XIX века. Создано множество чертежей, смоделировано большое количество конструкций, которые должны были отвечать прочности и мерам безопасности. В 1898 году был построен паровой монорельс. Он соединял города Брадфорд и Гилмор [2]. Несомненно, достижением конструкторов

можно считать возможность этого поезда перевозить не только тяжелые грузы, но и пассажиров.

В конце XIX века монорельс активно строился, эксплуатировался в разных странах, в том числе и в России, и в Гатчине, но уже на электрической тяге. Единственной сферой, где этот вид транспорта еще не был применен, оставался метрополитен, но сама подземка еще не была заинтересована монорельсе [4].Дело в том, что монорельс к началу XX мог достигать скорость 150 км в час. В метро такая скорость была ни к чему, так как метрополитен выполнял функцию пассажирского транспорта: его задачей было всего лишь добраться от одной станции к другой в черте города. Метро можно было сравнить с подземным трамваем, проезжающим остановки в один-два километра.

С развитием электроники в 80-х годах 19 века на монорельсах стали ездить электрическом приводе. Первой электрической монорельсовой трассой принято считать Enos Electric Railway, проходящую в Нью-Джерси. В 1899 году по разработкам И.В. Романова в Гатчине была создана первая монорельсовая дорога в России, работающая на электричестве.

Первые монорельсы существовали на конной тяге, опирались на главный несущий рельс, который контролировал плавное движение поезда. В разрезе такая компоновка была похожа на букву «А». Ее нижние рога представляли собой направляющие перекладины, верхняя часть – несущую рельсу. Как только появились первые электрические монорельсы, подвесная конструкция снова получила широкое распространение. Еще более своеобразные конструкции спроектированы в США в конце 19 столетия. Например, монорельсовая дорога Boynton Unicycle Railway. Вагоны были подсоединены к единственному несущему рельсу вместе с поддерживающим деревянным. Главным недостатком такой конструкции можно считать сильную нагрузку на основной рельс во время эксплуатации и в особенности ни крутых поворотах.

Еще одна интересная конструкция разработана в 1869 году: монорельс в Ларманже (захватывал территорию от ле-Ренси до Монфермея). Колеса вагона, находившиеся на одной оси друг напротив друга, крепились к одному рельсу, находящемуся всего на двадцатимиллиметровой высоте от земли. Как и в обычных экипажах, в середине вагона по бокам находились два колеса для обеспечения устойчивости поезда. Подобная система использовалась во Франции и Португалии. Со временем конструкция была усовершенствована и заменена новым устройством [3].

Опорный монорельс Meigs Monorail был спроектирован в США как пробная версия монорельсовой системы передвижения (1886 год), однако широкого распространения так и не получила.

Американская система Мейгса представляла собой конструкцию из двойного рельса (части которого располагались друг над другом), в свою очередь он поддерживался колоннами из металла. Благодаря такой схеме давление передавалось в центральную ось поезда, вагоны которого имели по

4 наклонных колеса. Балки, по которым они двигались, составляли нижнюю часть рельса. Такие колеса увеличивали давление, что обеспечивало надежность прижатия к рельсам [3].

Монорельсовая транспортная система стремительно развивается во всем мире, привлекая скоростью передвижения, что необходимо в современном обществе, поэтому получит более широкое развитие в ближайшем будущем. Изучение истории монорельса и знание конструкций таких поездов помогает проследить развитие монорельса за два века его существования.

Монорельсовая система передвижения обладает несомненными преимуществами:

− не занимает место на перегруженных улицах города, а строительство намного дешевле, чем прокладывание путей метрополитена;

− возможность преодолевать крутые склоны и резкие повороты;

− высокая скорость передвижения ввиду прочности креплений к главному рельсу;

− монорельс можно использовать как туристический вид транспорта из-за широкой обзорности окружающих территорий и нахождении на возвышенности;

− исключение шума из-за использования тихих электродвигателей и прорезиненных колес;

− быстрота возведения без необходимости выкапывания глубоких подземных тоннелей.

Существуют и недостатки применения монорельсов, которые включают в себя сложность перевода стрелки на путях и немалая затрата времени (30 с), опасность падения поезда с большой высоты, а также расход энергии в результате большого сопротивления во время движения по монорельсе.

Учитывая вышеперечисленные пункты, можно отметить, что Россия оставила значительный след в развитии монорельсовых железных дорог. Большое влияние на монорельсовую систему оказал опыт зарубежных конструкторов.

Список литературы

1. Адасинский С.А. Городской транспорт будущего. М.: Наука, 1979. 164 с.
2. Михеев А.П. Пассажирские монорельсовые. М.: Машиностроение, 1969. 240 с.
3. Неизвестный отечественный монорельс. [Электронный ресурс]. URL: http://izmerov.narod.ru/monor/.
4. Фадеев Г.М. Железные дороги России: история и современность в фотодокументах. 1996. 889 с.

УДК 712.00

ПРИНЦИПЫ РЕВИТАЛИЗАЦИИ ПРИБРЕЖНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Новикова Анна Владимировна, Золотарева Милена Владимировна

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, Россия, e-mail: anovikova95@yandex.ru, goldmile@yandex.ru

Аннотация. В статье рассматриваются подходы к проектированию прибрежных территорий. Описываются факторы разрушения экосистем приречной территории. На примере нескольких современных проектов выявляются основные принципы ревитализации набережных и примыкающих территорий. Описывается структура, градостроительный замысел и функциональное наполнение каждого проекта прибрежной территории. Определяются градостроительные предпосылки и социальные факторы, влияющие на возможности реабилитации береговых линий. Формулируются основные предложения по восстановлению прибрежной территории.

Ключевые слова: прибрежная территория, береговая линия, реабилитация, ревитализация, набережная

PRINCIPLES OF REVITALIZATION OF THE COASTAL AREAS

Novikova Anna Vladimirovna, Zolotareva Milena Vladimirovna

Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering Russia, e-mail: anovikova95@yandex.ru, goldmile@yandex.ru

Abstract. The article presents the methods of the design of coastal areas. The author highlights the factors of destruction of ecosystems of the coastal areas, extracts the basic principles of the revitalization of embankments and surrounding areas of the several modern projects. The author describes the structure, urban design and functional content of each project of the coastal area, determines the premises of urban planning and social factors of coastal area's formation, formulates the main propositions of the rehabilitation of the coastal area.

Keywords: coastal area, coastline, rehabilitation, revitalization, embankment

Введение. В начале XX века под эгидой бурного индустриального развития в городах Европейской части России на прибрежных территориях происходит строительство промышленных предприятий. Значительные по протяженности промышленные объекты, в процессе своего развития, перекрыли выходы городских территорий к акваториям, нарушили возможность создания зеленых коридоров, рекреационных зон в городах. Это стало одним из факторов разрушения экосистем береговой линии, и, как следствие, привело к нарушению пространственных взаимосвязей их планировочной структуры, привело к функциональному упадку. Все эти градостроительные проблемы в рамках реорганизации береговых линий на данный момент требуют своего неотложного решения.

Между тем прибрежные территории являются особо ценными

участками в широком градостроительном смысле – социальном, функционально-планировочном, рекреационном,ландшафтно-композиционном. Реновация промышленных объектов, создание новых общественных пространств, арт-кластеров, озеленённых парковых аллей, в рамках реабилитации прибрежной территории, поможет активизировать городское пространство и наполнить его «пейзажами событий» как для жителей города, так и для его гостей. Поэтому на сегодняшний день появилась необходимость в массовой реабилитации прибрежных территорий и в их функциональном насыщении.

Задачами исследования было:

1. Проведение анализа проектов реабилитации отечественных и зарубежных прибрежных территорий;

2. Анализ функционального наполнения прибрежных территорий, где созданы функционально аттрактивные зоны;

3. Выявление принципов ревитализации приречного пространства, используя отечественный и зарубежный опыт.

В качестве первого примера ревитализации прибрежной территории можно привести Южный парк Хантер-Пойнт г. Нью-Йорке, США (рис. 1). Это бывшая промышленная площадка в Квинсе превратилась в парк под руководством архитектурных мастерских SWA/Balsley и Weiss/Manfredi [4].

Охватывая 4,4 га, Южный парк Хантерс-Пойнт был построен на набережной, на месте снесенного промышленного объекта, напротив Манхэттена.

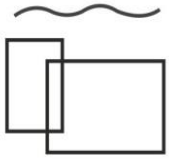
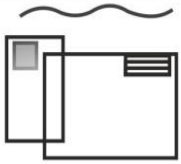
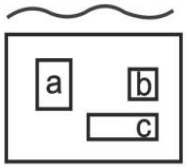
Рис. 1. Южный парк Хантер-Пойнт, г. Нью-Йорк, США, архбюро SWA/Balsley и Weiss/Manfredi

Благодаря защитным каменным укреплением, проектировщикам удалось закрепить границу между пешеходными дорожками и границами водно-болотных угодий. Основной принцип ревитализации здесь – многоуровневость, террасность организации береговой территории, таблица 1. В проекте используются такие динамические элементы ландшафта, как многоуровневый травянистый мыс, видовые площадки, искусственно созданный остров, до которого можно добраться по пешеходному мосту или

на байдарках. Функциональное наполнение включает в себя пешеходные и велосипедные дорожки, павильоны для отдыха, смотровые площадки, а также зоны тихого отдыха и площадки для игр. Дизайн приречной территории восстановил прежнюю идентичность болотистой местности и стал представлять собой многоуровневый парк культурного отдыха.

Проект Крымской набережной [5] в г. Москве архитектурных бюро Wowhaus и «Архитекторы Асс» (рис. 2) также включает несколько задач планирования приречной территории. Проектировщиками была решена проблема объединения Крымской набережной с 10-километровой пешеходными и велосипедными путями, берущими начало на Воробьевых горах.

Принципы ревитализации прибрежных территорий

Название, город, страна	План набережной	Принцип ревитализации	Функции после реабилитации
1. Южный парк Хантер-Пойнт, г. Нью-Йорк, США, архбюро SWA/Balsley и Weiss/Manfredi		 МНОГОУРОВНЕВОСТЬ	Портовая Общественная Рекреационная Велосипедная Пешеходная
2. Крымская набережная, г. Москва, архбюро Wowhaus и «Архитекторы Асс»		 ВЗАИМОСВЯЗАННОСТЬ	Общественная Рекреационная Деловая Велосипедная Пешеходная
3. Бульвар Вислы, г. Варшава, Польша, архбюро RS Landscape Architects		 ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНОСТЬ	Портовая Общественная Рекреационная Деловая Велосипедная Пешеходная

Структура Крымской набережной характеризуется многообразием функционального наполнения. Приречной участок около Музеонского парка ЦДХ также интегрировал в новую Крымскую набережную.

На месте шоссе появился ландшафтный парк с транзитно-спортивным функционалом, пешеходные и велосипедные дорожки, уличные фонтаны, многофункциональные места отдыха, павильоны уличных кафе, деревянная сцена для выступлений и павильоны художников.

Присутствие в городе подобных пространств стимулирует жителей на творчество и демонстрирует свободный дух города архитектурными средствами.

Рис. 2. Крымская набережная, г. Москва, архбюро Wowhaus и «Архитекторы Асс»

Основным принципом архитектурной ревитализации приречного пространства в этой части является взаимосвязанность элементов, их объединения средствами дизайна (таблица), где основной архитектурно-связывающий композиционный элемент – волна. В этой форме сделаны скамейки, пешеходные и велосипедные зоны, многоуровневое озеленение, образующие искусственный рельеф. Деление парка на четыре основные зоны: пространство под мостом, зону художников с павильонами «Вернисаж», Фонтанную площадь и Зеленые Холмы, спланировано с учетом того, как приречная территория будет восприниматься с воды и противоположного берега.

Другим примером эффективного использования городского пространства приречной территории является проект благоустройства Бульвара Вислы в г. Варшаве, Польша (рис. 3) архитектурного бюро RSLandscape Architects. Бульвар Вислы [6] расположен в центральной части Варшавы, простирающейся между историческими и новыми городскими постройками. Цель проекта была в том, чтобы связывать всю береговую линию реки Вислы согласно функциональному зонированию территории.

Рис. 3. Бульвар Вислы, г. Варшава, Польша, архбюро RSLandscapeArchitects

Основной принцип архитектурной ревитализации приречного пространства – полифункциональность, таблица.

Эта двух километровая набережная была условно разделена на три области. Первая площадь напротив Старого города фиксирует историческую обстановку и отвечает классической планировке. В этой зоне расположены

площадки для тихого отдыха, озелененные павильоны, плавающие кафе. Другая часть линейной набережной отвечает деловой функции вместе с плавающими павильонами и док-станцией. Последняя полоса развивалась с учетом отдыха и стала главным «сердцем» бульвара. Он состоит из парка с подиумами, пляжа с павильонами, газонами, также образовательной зоны с выставочными постройками. Есть также игровые элементы, такие как большие батуты, «splash pool» и волнообразные скульптурные элементы для зоны воркаута.

Таким образом, в ходе анализа прибрежных территорий были выявлены три основных принципа реабилитации: многоуровневость, взаимосвязанность и полифункциональность (таблица), а также выделены основные функции, расположенные на набережной, среди которых рекреационная занимает больший процент по площади в отличие от других зон.

Также восстановление приречных территорий должно осуществляться согласно их индивидуальному сценарию так, чтобы каждая зона была наделена определенными функциями и объектами, характерными именно для данной местности. Озеленение, реновация промышленных территорий, организация новых общественных пространств, плавно перетекающих из интерьера помещений в экстерьер прибрежного парка, помогут подчеркнуть идентичность территории и создать в городе комфортную визуальную среду для отдыха, развлечения и безопасного передвижения жителей города и его гостей.

Список литературы

1. Гуськова Е.В. Автореферат «Принципы архитектурной ревитализации приречных пространств». [Электронный ресурс]. URL: http://www.dissercat.com/content/printsipy-arkhitekturnoi-revitalizatsii-prirechnykhprostranstv (дата обращения 10.04.2019).

2. Литвинов Д.В. «Градоэкологические принципы развития прибрежных зон»- Самара, 2009 г. [Текст]. [Электронный ресурс]. URL: https://econet.ru/articles/165827-daan-roosegaarde-predstavlyaet-velosiped-ochischayuschiy-vozduh-ot-smoga (дата обращения 10.04.2019).

3. Нефедов В.А. Ландшафтный дизайн и устойчивость среды. СПб: Полиграфист, 2002. 295 с.

4. Об Южном парке Хантер-Пойнт, г. Нью-Йорк. [Электронный ресурс]. URL: https://www.archdaily.pe/pe/02-295641/parque-hunter-s-point-south-waterfront-thomas-balsley-associates-weiss-manfredi (дата обращения 14.04.2019).

5. О Крымской набережной. [Электронный ресурс]. URL: http://wowhaus.ru/urbanistics/crimea-quay.html (дата обращения 14.04.2019).

6. О Бульваре Вислы [Электронный ресурс]. URL: http://www.landezine.com/index.php/2018/02/vistula-boulevards-by-rs-architektura-krajobrazu (дата обращения 15.04.2019).

7. Задворянская Т.И. Ландшафтно-градостроительная организация рекреационных зон в структуре береговых территорий крупных городов (на примере г. Воронеж): дис. …канд. архитектуры. 2009. 156 с.

УДК 72.036

ИСТОРИЧЕСКИЙ КОНТЕКСТ И АРХИТЕКТУРА ИТАЛЬЯНСКОГО РАЦИОНАЛИЗМА 20-30 гг. XX ВЕКА

Радышевская Ольга Витальевна, Дядченко Сергей Федорович

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., Россия, e-mail: radyshevskaya.olya@mail.ru,dsf1953@yandex.ru

Аннотация. В данной статье рассматриваются рационалистические направления в архитектуре Италии. Изучается исторический контекст в архитектуре итальянского рационализма. Определяется круг основных представителей архитектуры итальянского рационализма.

Ключевые слова: архитектура, итальянский рационализм, исторический контекст.

HISTORICAL CONTEXT AND ARCHITECTURE OF ITALIAN RATIONALISM 20-30 YEARS XX CENTURY

Radyshevskaya Olga Vitalievna, Dyadchenco Sergey Fedorovich

Yuri Gagarin state technical university of Saratov, Russia, e-mail: radyshevskaya.olya@mail.ru, dsf1953@yandex.ru

Abstract. In this article the rationalistic directions in architecture of Italy are considered. The historical context in architecture of the Italian rationalism is studied. The circle of the main representatives of architecture of the Italian rationalism is defined.

Keywords: architecture, Italian rationalism, historical context

Представители рационализма ставили задачу формирования архитектуры, соответствующей эстетическим идеям XX века. По их мнению, архитектура должна отвечать современным запросам общества, а не заниматься бесконечным повторением достижений прошлых столетий. Стили, достигшие расцвета в XVIII-XIX веках, должны быть полностью забыты. Время научно-промышленного прогресса требует создания новых форм – лаконичных, понятных и простых. Новая архитектура должна основываться на логике, на рациональном начале. Новые формы получат эстетическую ценность только в той мере, в какой они целесообразны.
Спецификой итальянского рационализма являлось использование интерпретации традиционных форм архитектуры, что было важно при необходимости включения новых зданий в историческую застройку Италии.

Данной теме посвящен ряд исследований. Вопросам развития итальянского рационализма в архитектуре посвящены работы Аркина Д.Е., Кацнельсон Р. А., Вяземцевой А.Г., Гыбиной М.М.; также данному вопросу посвящены диссертации Дмитриевой С. Л., Поплавского В. С., Усовой В. П., Пучкова М. В. и др. Наиболее развернутой работой является книга Л.И.

Ремпеля «Архитектура послевоенной Италии», написанная в 1935-1936 годах, где направлению рационализма посвящен отдельный раздел.

Цель исследования заключалась в изучении рационалистических направлений в архитектуре Италии начала XX века. Данная цель осуществлялась путем решения следующих основных задач:

– изучение истории движения рационализма в Италии;

– определение круга архитекторов, работавших в Италии и связанных с движением рационализма;

– определение влияния исторического контекста на формообразование в работах архитекторов-рационалистов для Италии.

Объектом исследования являлись постройки, возведенные в исторических центрах Италии. Предмет исследования – формально-стилистические и структурные особенности зданий рационализма в Италии, их взаимосвязь с исторической городской застройкой.

Архитектура итальянского рационализма не в полной мере вписывается в историю современного движения, к которому она, тем не менее, принадлежит. И здесь, необходимо иметь в виду известную политическую ситуацию, при которой это направление родилось и развивалось. Рационализм стремился выработать новые архитектурные методы, отвечающие современным эстетическим запросам и уровню промышленно-технического развития, также он выдвинул требование единства архитектурной формы, конструкции и функционально обусловленной пространственной структуры[4].

Изначально, когда рационализм апеллирует к традиции, он становится достаточно консервативным для авангардного направления и одновременно слишком авангардным для традиционалистского. «Однако именно этот аспект стал особенностью направления, не повторившейся так ярко ни в одном другом региональном варианте современного движения. Впервые он был отмечен иностранной, не итальянской, критикой; итальянские же исследователи предмета стремились в первую очередь обозначить общеевропейские черты этого направления и только относительно недавно обратились к вопросу понимания традиции и исторического контекста в рационализме» [3].

Для того, чтобы понять причины возникновения итальянского рационализма в архитектуре, необходимо проанализировать исторический контекст направления. Французский стиль Людовика XVI (более известный как неоклассицизм) появился в середине XVIII века. Архитектурные представления о времени все больше тяготели к убеждению, что разум и естественные формы тесно связаны друг с другом. К концу XVIII века Жан-Николас-Луи Дюран, учитель влиятельной Политехнической школы в Париже (рис.1) в то время, утверждал, что «архитектура в целом была основана на науке» [2].

Рис. 1. Политехническая школа, основанная французскими учёными Гаспаром Монжем и Лазаром Карно, Париж, Франция, 1794 г.

Рационалистическая архитектура активно прогрессировала в Италии с 1920-х по 1940-е годы. В 1926 году группа архитекторов из Милана, Джузеппе Терраньи, Луиджи Фиджини, Джино Поллини, Джованни Мичелуччи, Джузеппе Пагано, Адальберто Либера и др., образовала «Gruppo 7».Группа стала известна серией статей, опубликованных в журнале Italian Review, и в этом журнале в декабре 1926 года «Группа 7» обнародовала новые принципы архитектуры. Час нового стиля пробил в 1926 году, когда 22-летний выпускник Высшей архитектурной школы в Милане создал «Группу 7». Молодого архитектора звали Джузеппе Терраньи. Он считал, что новому обществу необходима новая среда - свободная от пережитков прошлого, предельно функциональная, располагающая к коллективному труду и коллективному досугу. В четырех статьях, опубликованных в 1926-1927 гг., он сформулировал идеи, ставшие принципами нового направления в итальянской архитектуре - рационализма.

Конкурсные проекты основателя «Группы 7» отвергали чаще, чем принимали. Тем не менее, Терраньи на протяжении 13 лет с исключительным упорством участвовал в самых разнообразных конкурсах. Поселившись в Комо, Терраньи все-таки получил заказ на большой жилой дом, строительство которого было закончено в 1929 году и вызвало в провинциальном городе большой-пребольшой скандал. Но шум утих, дом благополучно стоит на том же месте, а Терраньи заметили и стали приглашать на международные архитектурные конгрессы. Вот этот дом, пышно названный Novocomum (рис. 2). Но это не самая знаменитая работа Терраньи. Наибольшей известности удостоился Дом Фасций в Комо, построенный в 1932-36 гг. (рис. 3).

Каса дель Фасье в Комо Джузеппе Терраньи также является крупнейшим с формальной точки зрения. Зеви определяет его как «шедевр итальянского рационализма», за его чистый объем, нарисованный на золотом сечении, который имеет прочную структуру и почти «классическую» последовательность.

Рис. 2. Жилой дом «Novocomum», арх. Дж. Терраньи, Комо, Италия, 1927 г.

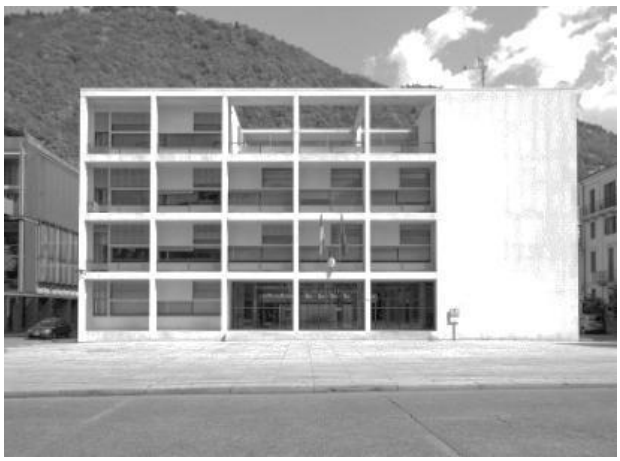


Рис. 3. Дом Фасций, арх. Дж. Терраньи, Комо, Италия, 1932 г.

Сравнительно новое, хотя для первой половины 1930-х годов уже не новаторское решение – конструкция вынесена наружу, стены внутри каркаса. Точно по такой же схеме выполнен проект Дворца Конгрессов, который Терраньи через пару лет подал на конкурс Всемирной выставки. А Дом Фасций успешно копировали архитекторы самых разных стран. В тот же период Терраньи проектирует несколько жилых домов в Милане: CasaRustici (рис. 4) и Casa Lavezzeri (рис. 5).

Рис. 4. Casa Rustici, арх. Дж. Терраньи, Милан, Италия, 1933 г.

Рис. 5. Casa Lavezzeri, арх. Дж. Терраньи, Милан, Италия 1934 г.

Следом вместе с коллегами подает на конкурс проект дворца Литторио, который собирались строить в Риме недалеко от Колизея. Проект смелый – крылья здания и в самом деле крылья, огромная конструкция нависает над землей без опор. Конкурс выиграл другой проект, не столь смелый, а дворец так и не построили. Тем не менее рационализм дошел до Рима – в этом стиле было выстроено здание министерства почты(1933-1934). Терраньи, став мировой знаменитостью, звездой архитектурных конгрессов и объектом поклонения Ле Корбюзье, продолжал бороться за признание, но проигрывает один конкурс за другим» [1].

В 1928 г. результатом работы «Gruppo 7» были представлены на «Первой итальянской экспозиции рациональной архитектуры», которая состоялась в Риме. В 1930 году настал черед Луиджи Фиджини и Джино

Поллини. Другие молодые архитекторы, такие как Джованни Мичелуччи и Джузеппе Пагано, присоединились к группе и были убеждены в поддержке. На экспозиции 1931 г. в Риме их влияние было очень сильным, и сразу стало ясно, что рационалистические работы плохо подходят для авторитарного режима. Споры, которые возникли у сторонников старой «академии», породили много дезертирств в «Gruppo 7», так что в декабре 1932 г. его секретарь Адальберто Либера был вынужден распустить движение. С этого момента рационалистские архитекторы работали в более узком контексте. Пагано стал редактором Касабеллы в 1933 году вместе с Эдоардо Персико. Они показывали работу рационалистов в журнале, и их редакционные статьи побуждали итальянское государство утверждать рационализм как официальный стиль [5].

Отмечая причины феномена, среди которых и специфика образования, и постоянная работа с исторической застройкой по реставрации, благоустройству и реконструкции, и интересы мастеров в области истории архитектуры, хотелось бы обратиться к указанному Вельфлином «чувство формы» присущее итальянским рационалистам, которое распространяется от детали отделки до градостроительных масштабов. Работы рационалистов являются контекстуальными постройками во многих значениях этого слова; итальянские по характеру, они воплощают культурную историю и отвечают особенностям своего окружения. Многие из этих зданий настолько связаны с окружением, что перенести их в какое-либо другое место, даже в том же городе, означало бы разрушить их замысел и в значительной степени изменить их значение.

Таким образом, в итальянском рационализме контекст оказывается полноценной составляющей архитектурной формы. Рационализм стремится к восприятию контекста как естественного и позитивного образования. Это не свойственно каноническому современному движению, но составляет характерную и по-своему новаторскую часть программы рационалистического движения в Италии.

Список литературы

1. Архитектура фашистской Италии. Рационализм. [Электронный ресурс]. URL: https://lord-k.livejournal.com/195961.html (дата обращения: 21.10.18).

2. Аркин Д.Е. Западно-европейская архитектура. Впечатления от поездки. // Архитектура за рубежом, 1990. М., Изд-во: Искусство. 43-48 с.

3. Вяземцева А.Г. Исторический контекст в архитектуре итальянского рационализма. [Электронный ресурс]. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/mezhdu-proshlym-i-nastoyaschim-net-protivorechiya-istoricheskiy-kontekst-v-arhitekture-italyanskogo-ratsionalizma (дата обращения: 21.10.18).

4. Гыбина М.М. Поиск национального характера итальянской архитектуры второй половины 20-30-х годов XX века. [Электронный ресурс]. URL: http://kapitel-spb.ru/article/м-м-гыбина-поиск-национального-характ/ (дата обращения: 21.10.18).

5. Кацнельсон Р. А. От рационализма к крайностям органической архитектуры (Джованни Микелуччи) // Архитектура Запада. Мастера и течения. М., Изд-во литературы по строительству. 1972. 187-201 с.

УДК 72.012

ОПЫТ КРИТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ЗДАНИЯ НА ПРИМЕРЕ ОДНОГО ИЗ НОВЫХ АРХИТЕКТУРНЫХ ОБЪЕКТОВ САРАТОВА

Сагитова Мария Игоревна, Тарасова Лариса Германовна

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., Россия, e-mail: sagitovamarr@yandex.ru, tar-lar@rambler.ru

Аннотация. В статье рассматривается понятие архитектурной критики и выявляется ее значение. На примере здания саратовского архитектора С. Киселева проводится критический архитектурный анализ по таким критериям, как композиция и взаимодействие с окружающей застройкой, стилистические особенности и функциональная составляющая.

Ключевые слова: архитектурная критика, архитектура Саратова, композиция, функциональность, анализ

EXPERIENCE OF CRITICAL ANALYSIS OF BUILDING ON THE EXAMPLE OF ONE OF NEW ARCHITECTURAL OBJECTS OF SARATOV

Sagitova Maria Igorevna, Tarasova Larisa Germanovna

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Russia, e-mail: sagitovamarr@yandex.ru, tar-lar@rambler.ru

Abstract. The article deals the concept of architectural critic of buildings and reveals its importance. A critical architectural analysis is made on the example of the building of the Saratov architect S. Kiselev by aspects such as composition, interaction with surrounding building, stylistic features and functional component. As well the building is estimated on the based of these indicators.

Keywords: architectural criticism, Saratov architecture, composition, functionality, analysis

Архитектурная критика – вид научно-публицистических работ, основанных на истолковании и оценке объектов архитектуры и других составляющих архитектурного процесса.

На сегодняшний день в России вне столичных городов архитектурная критика почти не развита, что препятствует дискуссии и формированию общественного мнения о возникающих архитектурных сооружениях и, в конечном счете, негативно сказывается на развитии архитектуры.

Отношение к архитектурной критике в России с течением времени практически не меняется и остается отрицательным, не позволяющим архитекторам проявить себя творчески. Одной из причин невостребованности профессиональной архитектурно - критической деятельности в отечественной архитектуре является, по мнению И. В.

Тарасовой, влияние советского периода, когда архитектура критиковалась «общественностью», роль которой выполняли партия и правительство. Данная ситуация наложила отпечаток на восприятие и понимание критики архитекторами [4].

Будучи одним из видов научной публицистики, основанной на истолковании и оценке объектов архитектуры [5], архитектурная критика заслуживает восприятия как самостоятельное творчество. Как и критика искусства, этот жанр чрезвычайно трудный, но перспективный. Он требует своего рода «полифонического» мышления. При составлении критической оценки архитектурного сооружения критик имеет дело с четырьмя, так называемыми, оппонентами: с самим сооружением, как с объектом исследования, непосредственно с его автором, с потребителем и властью.

Важной задачей архитектурной критики является осмысление и интерпретация архитектурной мысли во всех ее проявлениях, ее донесение до общественности, что выводит критика на диалог не только с автором и его творением, но и с самим потребителем, который зачастую не знает, как понимать и воспринимать архитектурное сооружение. При раскрытии замысла архитектора, критику необходимо учитывать последнего оппонента – власть, которая противится или поддерживает творца и заказчика.

Понимание данных взаимоотношений даст ответы на такие важные вопросы как: был ли автор свободен в реализации собственных идей, насколько мог учитывать личные предпочтения и опираться на существующий опыт и знания. Расшифровывая замысел автора, критик может увидеть разнородные тенденции, проявляющиеся в творениях одного или нескольких архитекторов, по которым предоставляется возможность прогнозирования актуальных архитектурных течений. Из чего может следовать создание и внедрение в теорию архитектуры новых понятий и терминов, что, несомненно, способствует развитию архитектуры как науки.

Существует мнение, что архитектурная критика – это «полное отсутствие методологии и сплошное шаманство» [1]. Критик в своих суждениях полагается исключительно на чувства и, основываясь на собственных эмоциях, пытается понять, что их вызвало. С нашей точки зрения необходим рациональный и целостный анализ критикуемого объекта, опирающегося на знание теории и истории архитектуры и новейших тенденций современной архитектуры.

Для проведения собственного архитектурного анализа нами было выбрано современное саратовское здание, совсем недавно возникшее на углу улиц Лермонтова и Московской и формирующее фронт застройки Музейной площади (архитектор – С. Киселев, заказчик – С. Курихин, рис. 1). Интерес к данному объекту был вызван, прежде всего, уникальностью места – это самая старая площадь города Саратова, являющаяся комплексным объектом историко-культурного наследия. Центральную часть площади занимает древнейшее здание Саратова - Троицкий собор, по периметру площадь застроена преимущественно общественными зданиями периода классицизма.

Рис. 1. Здание по ул. Лермонтова, 37, г. Саратов

В начале XX века на месте Гостиного двора было построено массивное здание управления Рязано-Уральской железной дороги (рис. 2), что явилось первым глобальным вмешательством в ансамбль классицистической Музейной площади. И хотя для его фасадов были выбраны красный и белый кирпич – цвета Троицкого собора, здание не было благосклонно принято людьми того времени из-за нарушения масштаба застройки (рис. 3).

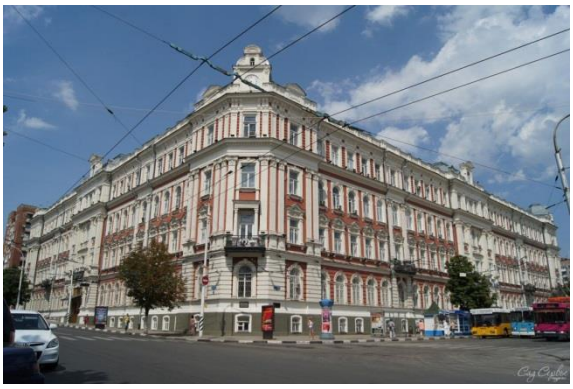


Рис. 2. РУЖД, г. Саратов

Рис. 3. Троицкий собор на Музейной площади, г. Саратова

Оценка архитектурного решения здания проводилась по следующим критериям: взаимодействие с окружающей застройкой, масштаб, композиционное решение объема и фасадов, стилистические особенности, функциональная составляющая. Важнейшим критерием для анализа архитектурного объекта является уместность его положения в сложившейся среде.

Пересечение улиц Лермонтова и Московской, на котором расположен анализируемый нами объект, долгое время не было достойно сформировано, поэтому и обратило на себя внимание заказчика. К разработке проекта были привлечены многие архитекторы Саратова, были представлены различные варианты, пока заказчик не остановился на предложении С. Киселева.

«Основная задача нашего проекта, – пишет архитектор, – не нарушить ансамбль Музейной площади, сформировать завершение исторического угла на пересечении улиц Московская и Лермонтова. Все было сделано для того, чтобы вписаться в архитектурную среду Музейной площади, чтобы здание

не диссонировало с ней» [3].

Рассмотрим, удалось ли ему это, и насколько умело был «считан» исторический контекст. Во-первых, стоит отметить, что высота нового здания (16 метров) превышает допустимую регламентом для исторического центра: рядом стоящее классицистическое здание имеет высоту всего 8 метров. Одновременно, анализируемое здание сильно диссонирует по высоте и пропорциям с соседним новым домом, построенным вдоль улицы Лермонтова тем же застройщиком. Попытка вхождения в контекст сводится к использованию ломаной линии кровли и закругленного угла, отсылающих нас к таким же элементам здания Краеведческого музея. Перекличка появилась и в использовании узкой полоски цветных витражей на последнем этаже здания, позаимствованных у галереи Троицкого собора (рис. 3-5).

Рис. 4. Саратовский музей краеведения

Рис. 5. Панорамный вид от арки речного вокзала, г. Саратова

Здание заявлено заказчиком как торговое, отведенное под бутики различных фирм, однако экстерьер постройки не соответствует функциональному назначению. Торговое здание должно приглашать, даже заманивать прохожих, для чего обычно используются крупные витрины и заглубленный вход с козырьком, просторное пространство перед входом.

Вызывает недоумение и композиция фасадов в целом: три разных по высоте этажа с различными решениями оконных проемов и многообразием лепных деталей. При этом автор постройки считает, что «для здания выбрано классическое архитектурное решение. Это спокойные, некричащие элементы» [3]. Можно согласиться с тем, что декор относится к стилистике классицизма: активно используются розетки круглой формы, пилястры, овальные медальоны, листья аканта, заимствованные из греческой архитектуры, а межэтажный карниз украшен цветами, сплетающимися в гирлянду (рис. 6).

Рис. 6. Классические элементы декора здания

Декора много, и он разномасштабен и разнохарактерен.

Лепные фризы с изображением военных орудий и львиных голов на фасадах свойственны для классицизма во Франции эпохи Наполеона, что, по нашему мнению, выглядит не уместно (рис. 7).

Рис. 7. Элементы декора эпохи классицизма во Франции

Вызывает вопросы и колористическое решение здания: для классицизма характерны спокойные, пастельные тона, например, светло-желтый, светло-зеленый, светло-голубой, а в анализируемом нами здании используются темно-зеленые и серо-зеленые оттенки.

Немаловажно, что классицистические здания определяет спокойствие, гармония, отсутствие излишеств, а в выбранном объекте отсутствует мера, фасад изобилует элементами декора, расположенными не к месту, из-за этого здание излишне многословно. Можно поддержать стремление автора и заказчика гармонично вписаться в сложившуюся среду, но средства для достижения такого результата выбраны не совсем уместно.

В результате критического анализа этого здания, можно сделать следующие выводы: высота не соответствует регламенту для исторических центров, здание тяжеловесно. Отсутствуют попытки гармонизации между собой ряда объектов, запроектированных одним архитектором по заказу одного человека. Использование элементов среды − несомненный плюс, но излишняя многословность, избыток функций и образов не позволяют оценить здание как гармоничное.

Список литературы

1. Ревзин Г. «Нет никакой методологии – сплошное шаманство». [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: https://archi.ru. (дата обращения: 14.11.2018).

2. Кинёва Л.А. История орнамента и стиля//Уральский федеральный университет. Екатеринбург. 2017. 108 с.

3. Киселев С. «Участников слушаний ввели в заблуждение». [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: http://www.vzsar.ru/news/ (дата обращения: 15.11.2018).

4. Тарасова И.В. Стратегия критической деятельности в условиях современного архитектурного процесса: Автореф. дис. канд. арх.: Екатеринбург, 2016. 20 с.

5. Термины в архитектуре и строительстве. [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: http://www.zdanija.ru/TermsA6. (дата обращения: 17.11.2018).

УДК 721.006.03

СЕРТИФИЦИРОВАНИЕ ЗДАНИЙ ПО РОССИЙСКОМУ ЭКОЛОГИЧЕСКОМУ СТАНДАРТУ «САР-СПЗС»

Сухинина Елена Александровна

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., Россия, e-mail: arx-art-lena@yandex.ru

Аннотация. В статье рассматривается российская система добровольной сертификации (СДС) «Оценка эко устойчивости среды обитания «Союза архитекторов России – Совета по Зеленому Строительству» (САР-СПЗС), анализируется ее структура, разделы экологической оценки и особенности сертифицирования. Изучаются здания, получившие сертификат САР-СПЗС.

Ключевые слова: САР-СПЗС, экологическая система сертификации, мероприятия, «зеленое» строительство, здание

CERTIFICATION OF BUILDINGS BY RUSSIAN ENVIRONMENTAL STANDARD «САР-СПЗС»

Sukhinina Elena Aleksandrovna

Yuri Gagarin state technical university of Saratov, Russia, e-mail: arx-art-lena@yandex.ru

Abstract. The Russian Voluntary Certification System «Environmental Sustainability Assessment of the Habitat of the Russian Union of Architects-Green Building Council» discussed in the article. The structure and sections of the environmental standard analyzed. Buildings with an environmental certificate studied.

Keywords: САР-СПЗС, environmental certification system, events, green building, building

С каждым годом в России все стремительнее развиваются экологические тенденции в строительной индустрии. Чаще наблюдается внедрение принципов «зеленого» строительства в архитектуру, производство строительных и отделочных материалов, эксплуатацию и утилизацию зданий [2]. Сегодня сертифицирование зданий по национальным «зеленым» стандартам позволяет учесть экологические аспекты в комплексе для всего сооружения.

Объектом исследования является: эко стандарт САР-СПЗС. Предметом исследования становятся: разделы системы САР-СПЗС; здания, имеющие сертификат САР-СПЗС.

Цель и задачи исследования заключались в анализе структуры разделов САР-СПЗС и в выявлении особенностей сертифицированных объектов недвижимости.

Система добровольной сертификации «Оценка эко устойчивости среды обитания «Союза архитекторов России Совета по Зеленому Строительству» (САР-СПЗС)[10], разработана архитекторами, инженерами, экологами, производителями материалов, членами НП СПЗС.

Стандарт учитывает особенности местного климата, строительной индустрии и законодательства, так же документ рассматривает весь жизненный цикл существования объекта [1].

По САР-СПЗС оцениваются: жилые многоквартирные; индивидуальные жилые здания; детские, учебные сооружения; административные, многофункциональные объекты; спортивные сооружения; микрорайоны.

Сертифицирование дает возможность владельцу здания получить один из трех экологических сертификатов соответствия[11], таблица 1.

Таблица 1 – Возможные экологические сертификаты по САР-СПЗС

Название сертификата	**Количество баллов**
БРОНЗА	40-49 баллов
СЕРЕБРО	50-59 баллов
ЗОЛОТО	60-79 баллов

Рассматриваемый документ состоит из пяти разделов экологической оценки, (рис. 1): 1. экология; 2. функциональное качество; 3. техническое качество; 4. управление процессом; 5. местоположение и инфраструктура.

Рис. 1. Струткра системы эко сертификации зданий САР-СПЗС [1]

[10]Система «САР-СПЗС» зарегистрирована в Росстандарте 19 августа 2013 г. за № РОСС RU.И1087.04ЖИШО. Составлена с учетом законодательных актов РФ, стандартов ISO, разработок Всемирной организации здравоохранения, рекомендаций международных организаций по «зеленому» строительству, стандартов DGNB, LEED, BREEAM.

[11]Сертификат соответствия–документ, удостоверяющий соответствие объекта недвижимости требованиям Системы[1].

В большинстве блоков стандарта САР-СПЗС присутствуют обязательные для выполнения требования к критериям, за них баллы не начисляются. За выполнение остальных требований для объекта, начисляются баллы в соответствии с оценочной шкалой. Возможное количество баллов эко стандарта: 100 – для детских, учебных учреждений и спортивных сооружений; 110 – для жилых зданий, административных и многофункциональных объектов [1].

Втаблица 2 показана общая схема процесса сертификации зданий.

Таблица 2 –Общая схема процесса сертификации по стандарту САР-СПЗС

1 ЭТАП	Заявка и регистрация
2 ЭТАП	Возможность сертификации
3 ЭТАП	Заключение договора
4 ЭТАП	Процесс сертификации

Подтверждение соответствия объектов недвижимости требованиям системы сертификации «САР-СПЗС» может проводиться на четырех этапах: 1. проектирования; 2. начала строительства; 3. ввода в эксплуатацию; 4. при эксплуатации. Стандарт опирается на законодательные акты и основы Российской Федерации[12].

С 2011 по 2014 год сертификацию по российской системе добровольной сертификации прошло 2 жилых здания, 10 объектов недвижимости находятся на стадии регистрации, таблица 3, 4.

Из таблиц 3,4,5 видно, что сертификацию по СДС САР-СПЗС проходят в большей степени жилые здания, на стадии регистрации находятся жилые и общественные объекты экологического поселка Агой парк в Краснодарском крае, Туапсинского района.

Таблица 3 –Процесс сертификации объектов САР-СПЗС

Классификация по типу		
Сертификат САР-СПЗС	Регистрация по САР-СПЗС	
Жилые	Общественные	Поселения
67%	**25%**	**8%**

Таблица 4 – Проекты, прошедшие регистрацию по системе САР-СПЗС

[12]Правила разработаны в соответствии с Федеральным законом «О техническом регулировании» от 27 декабря 2002г. № 184-ФЗ (Собрание законодательства Российской Федерации, 2002, ч. 1, №52, ст. 5140), в редакции Федеральных законов от 09.05.2005 N 45-ФЗ, от 01.05.2007 N 65-ФЗ, от 01.12.2007 N 309-ФЗ, от 23.07.2008 N 160-ФЗ,от 18.07.2009 N 189-ФЗ, от 23.11.2009 N 261-ФЗ, от 30.12.2009 N 384-ФЗ, от 30.12.2009 N 385-ФЗ, от 28.09.2010 N 243-ФЗ), Положением о регистрации системы добровольной сертификации, утвержденным Постановлением Правительства РФ от 23.01.2004г. № 32.

Активный дом, Москва, 2011 г.	Малоэтажный жилой дом, Москва, 2013 г.	Дом А+, Екатеринбург, 2014 г.	Эко поселок Агой-парк, Краснодар, Туапсинский р-н, 2013 г.
Золото, 82 балла	**Золото, 69 баллов**	**Регистрация**	**Регистрация**
Ресторан, Агой-парк, Краснодар, Туапсинский р-н, 2013 г.	Многофункцио-нальный центр, Агой-парк, Краснодар, Туапсинский р-н, 2013 г.	Детский досуговый центр, Агой-парк, Краснодар, Туапсинский р-н, 2013 г.	Многоквар-тирный дом, , Агой-парк, Краснодар, Туапсинский р-н, 2013 г.
Регистрация	**Регистрация**	**Регистрация**	**Регистрация**
Таунхаусы тип 1, Агой-парк, Краснодар, Туапсинский р-н, 2013 г.	Таунхаусы тип 2, Агой-парк, Краснодар, Туапсинский р-н, 2013 г.	Коттедж тип 1, Агой-парк, Краснодар, Туапсинский р-н, 2013 г.	Коттедж тип 2, Агой-парк, Краснодар, Туапсинский р-н, 2013 г.
Регистрация	**Регистрация**	**Регистрация**	**Регистрация**

*– данные в таблице приведены на 2018 год

Таблица 5 –Количество сертификатов САР-СПЗС, в зависимости от классификации зданий

Классификация по типу			
Жилые	Общественные	Поселения	ВСЕГО
РЕГИСТРАЦИЯ			
6	3	1	10
БРОНЗА			
-	-	-	-
СЕРЕБРО			
-	-	-	-
ЗОЛОТО			
2	-	-	2

При анализе структуры экологического стандарта САР-СПЗС, определено, что из заявленных *71 критерия* экологической оценки: *21,35%* требований рекомендуют использование инженерно-техническое оборудование; *11,44%* критериев системы относительно эффективного использования материалов; *7,15%*требований представлено по конструктивным решениям; *15,73%* мероприятий, учитывающих объемно-планировочное и композиционное решение зданий (рис. 2).

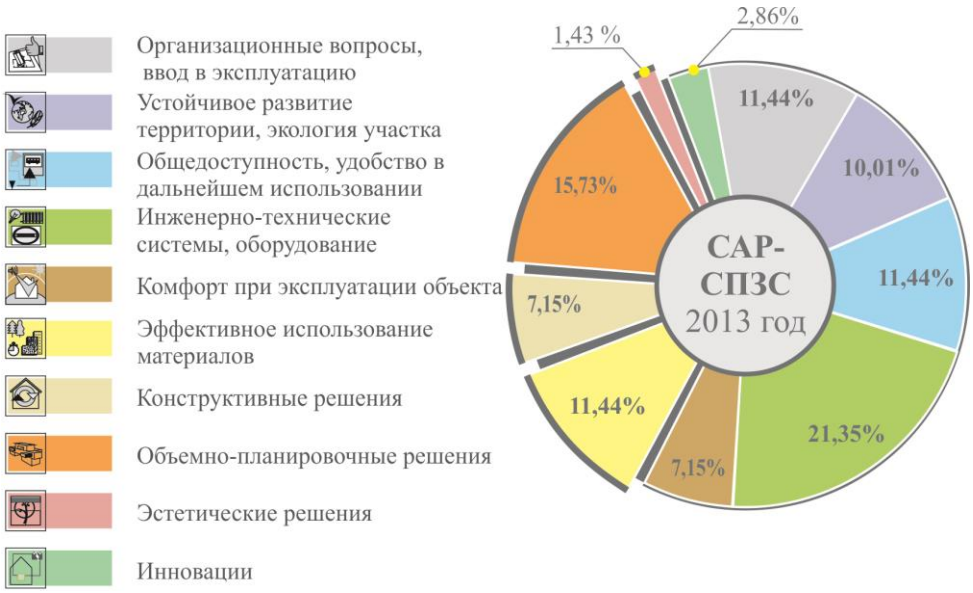


Рис. 2. Анализ экологических критериев системы сертификации СДС САР-СПЗС «Административные здания»

В анализируемом российском стандарте СДС САР-СПЗС учитываются многие аспекты экологического проектирования, однако следует больше внимания уделять эко устойчивым архитектурно-планировочным и объемно-композиционным решениям зданий, активно взаимодействующих с естественными природными компонентами, реагирующими на климатические показатели района строительства, погоду и участок строительства. В заключение можно сказать, что «зеленое» строительство в России развивается в основном, опираясь на требования международных систем экологической сертификации зданий и сооружений. Понятная и доступная эко сертификация для архитекторов и градостроителей сегодня в значительно ускорит переход к экологически безопасному проектированию и строительству в нашей стране.

Список литературы

1. СДС САР-СПЗС. [Электронный ресурс]. URL: http://rsabc.ru/ru/ (дата обращения: 15.03.2019).

2. USGBC. [Электронный ресурс]. URL: https://new.usgbc.org/ (дата обращения 02.04.2019).

УДК 721.006.03

ОСОБЕННОСТИ ОФИСНЫХ ЗДАНИЙ, СЕРТИФИЦИРОВАННЫХ ПО ЭКОЛОГИЧЕСКИМ СТАНДАРТАМ В РОССИИ

Сухинина Елена Александровна, Кудашева Юлия Сергеевна

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., Россия, Саратов, e-mail: arx-art-lena@yandex.ru,kudasheva_jullia@mail.ru

Аннотация. В России, на текущий период времени, рост популярности «зеленого» строительства обусловлен воздействием таких факторов, как изменение экологического законодательства, увеличение требований к качеству пространства со стороны арендаторов и пользователей, повышение привлекательности объекта на рынке экологического строительства. Изучение особенностей сертифицирования офисных зданий в России является особенно актуальным вопросом на сегодняшний день.

Ключевые слова: офисный комплекс, «зеленое» строительство, энергоэффективность, экологический стандар

FEATURES OF OFFICE BUILDINGS CERTIFIED BY ENVIRONMENTAL STANDARDS IN RUSSIA

Sukhinina Elena Aleksandrovna, Kudasheva Julia Sergeevna

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Russia,
e-mail: arx-art-lena@yandex.ru, kudasheva_jullia@mail.ru

Abstract. The development of «green» construction determined by a change in environmental legislation, an increase in requirements for the quality of space, an increase in the attractiveness of buildings in Russia. Studying the features of certification of office buildings is a particularly pressing issue today.

Keywords: office complex, green building, energy efficiency, environmental standard

«Зелёное» строительство определяется как практика строительства и эксплуатации зданий, целью которой является снижение уровня потребления энергетических и материальных ресурсов на протяжении всего жизненного цикла здания: от выбора участка к проектированию, строительству, эксплуатации, ремонту и утилизации [2].

В крупных городах офисные здания становятся одним из главных элементов застройки центральной части города, очагами деловой активности. Однако, в последние годы для развивающихся рынков эко сертифицированных зданий, вопросы энергоэффективности все более актуальны как для девелоперов, так и для арендаторов. Это возможность создать более комфортную среду для сотрудников, повысить производительность труда, сэкономить 25–30 % на содержании [1].

Около 60% всех сертифицированных в России объектов недвижимости относятся к офисному сегменту, при этом доля «зеленых» офисов все еще ничтожна мала. Например, для Москвы процентное

соотношение «зеленых» офисов от общего предложения офисных площадей составляет всего 3 % [3].

При анализе общего количества офисных зданий, прошедших сертификацию по российским и зарубежным эко стандартам (рис. 1), можно сделать вывод, что наиболее востребованной для экологического сертифицирования в нашей стране является английская система BREAM. Так же активно развивается сертифицирование объектов недвижимости по «молодому» российскому стандарту GREENZOOM.

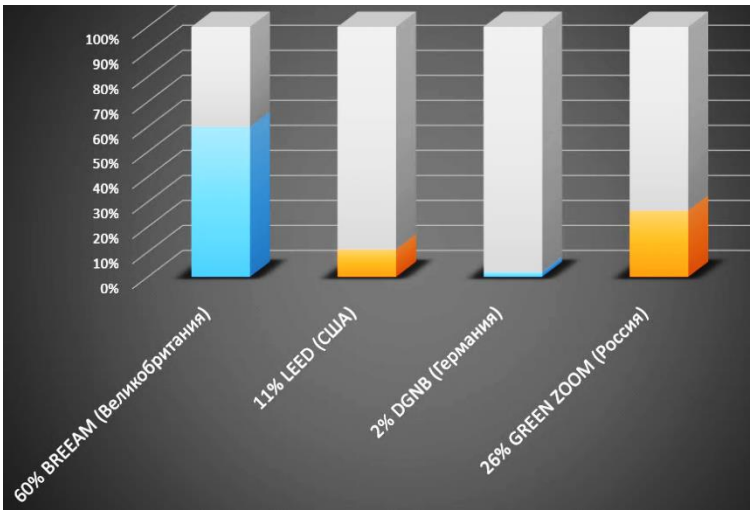


Рис. 1. Эко сертификация российских офисных зданий в процентном соотношении

Рассмотрим некоторые примеры офисных зданий в нашей стране, сертифицированных по международным экологическим системам.

Бизнес-центр К2, прошедший сертификацию в 2014 году по стандарту BREAM, получил эко сертификат – Превосходно (рис. 2).

Рис. 2. Бизнес-центр К2 (сертификат BREAM), г. Москва

Бизнес-центр «К2» – один из крупнейших в Москве деловых комплексов международного уровня. Особенность строений – в эффективных и гибких планировочных решениях, прекрасном техническом оснащении и качественной внутренней отделке помещений. Объем представляет собой прямоугольное террасирование здание. Используется максимальное количество застекленного пространств и естественного

дневного света, применяется светлое цветовое решение покрытий с добавлением светоотражающих частиц (фотоэлементов). В качестве инженерно-технического оснащения бизнес-центра «К2» применяются оптико-волоконные телекоммуникации – это эффективные современные системы вентиляции и кондиционирования, противопожарной сигнализации, а также спринклерная система пожаротушения [4].

Бизнес-цент GREENDALE, сертифицированный в 2015 году по BREAM, получил уровень – Выдающийся (рис. 3).

Рис. 3. Бизнес-цент GREENDALE (сертификат BREAM), г. Москва

Это деловой комплекс класса «А», находящийся недалеко от Третьего транспортного кольца. Представляет собой объемы простой геометрической формы, состоящие из двух блоков, соединенных переходом на уровне 4-го этажа с подземной парковкой, при этом корпус «А», является доминантной. Фасады плоскостные, остекленные, для отделки интерьеров преимущественно используются светлые цветовые решения покрытий, с добавление светоотражающих частиц (фотоэлементов). В здании запроектированы: «зеленая» кровля; система вентиляции с повторной рекуперацией; энергоэффективные стекла [5].

Офисный центр Eight Edgesна Малоохтинском проспекте, 45, в Санкт-Петербурге (2015 г.) – сертификат LEED (рис. 4). Основная архитектурная идея этого здания – выпуклый многогранник. Здание состоит из 11 этажей и 8 треугольных сторон-граней, каждая из которых открывает свои интересные виды на исторические достопримечательности Санкт-Петербурга. Eight Edges – один из немногих объектов Петербурга, строительство и эксплуатация которых оказывают лишь незначительное воздействие на окружающую среду. «Зеленые» технологии были заложены на стадии проектирования и строительства здания, а также предусмотрены на стадии последующей эксплуатации [6]. В здании запроектированы инженерные системы высоко качества (автоматические системы регулирования солнцезащиты, микроклимата, освещения и др.). Для объема характерно плоскостное решение фасадов с максимальным использованием естественного освещения. Запроектирована эксплуатируемая кровля с возможной установкой альтернативных источников энергии.

Рис. 4. Офисный центр Eight Edges на Малоохтинском проспекте, 45, (сертификат LEED), г. Санкт-Петербург

Бизнес центр «Ленинский, 19»– сертифицированный в 2014 году по стандарту DGNB, получил уровень Золото (рис. 5).

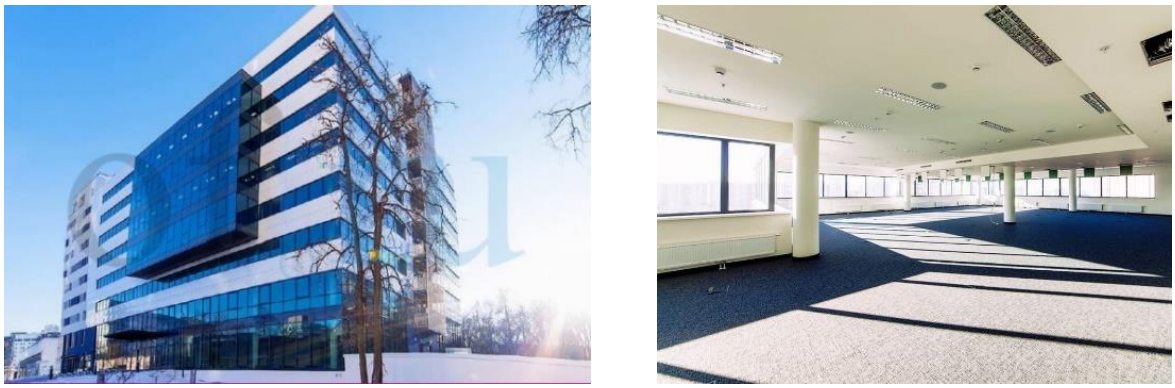


Рис. 5. Бизнес-цент «Ленинский, 19» (сертификат DGNB), г. Москва

Сегодня основные эко решения российских «зеленых» офисов это: террасированные объемы; плоскостные решения фасадов; минимальное количество декора; свободная планировка; использование максимального количества естественного освещения; применение внешних и внутренних солнцезащитных элементов; использование источников альтернативной энергии; включение фотогальванических элементов в отделку поверхностей; «зеленая» кровля; современные инженерные системы.

В ходе проведенного исследования можно сделать вывод о том, что российские «зеленые» офисные центры разделяются на несколько групп по объемному решению (рис. 6): 1. объемы простой геометрической формы с ленточным остеклением; 2. объемы простой геометрической формы с панорамным остеклением и плоскостными фасадами; 3. здания-доминанты с остекленными плоскостными фасадами; 4. комплекс объемов с плоскостными фасадами и высотной доминантой.

Основной особенностью эко сертифицирования «зеленых» офисов в России является то, что большую часть «эко баллов» они получают за инженерно-технологическую составляющую, в то время как экологические

архитектурные аспекты учитываются в минимальном количестве.

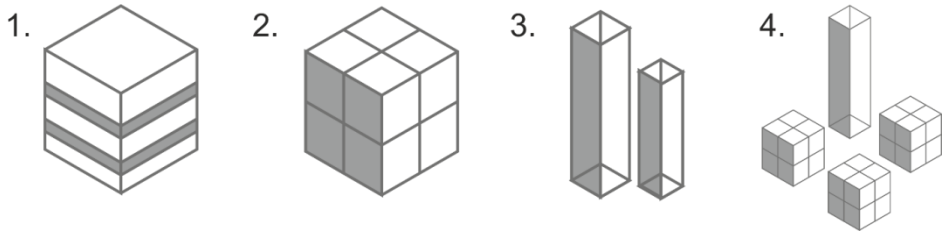


Рис. 6. Форма объемов эко сертифицированных офисных центров

К примеру, в спроектированном офисном центре по ул. Астраханская в г. Саратове (рис. 7) в наибольшей степени используются экологические объемно-композиционные и архитектурно-планировочные мероприятия: благоприятная ориентация по сторонам горизонта; форма кровли, способствующая сбору дождевой воды; максимальное количество естественного освещения за счет светового фонаря в атриуме, ленточного и панорамного остекления; создание благоприятного микроклимата в здания при равномерном расположении оранжерей и «зимних садов», фильтрующих воздух; естественное проветривание всего здания; внешняя солнцезащита на фасаде в виде модульной сетки с встроенными фотоэлементами; альтернативные источники энергии; «зеленая» эксплуатируемая кровля; фрагментарное озеленение фасадов.

На данный момент в нашей стране сертификация объектов по эко стандартам является не более чем рекомендацией и служит в большей степени для подтверждения экологичности, энергоэффективности и увеличения конкурентоспособности зданий.

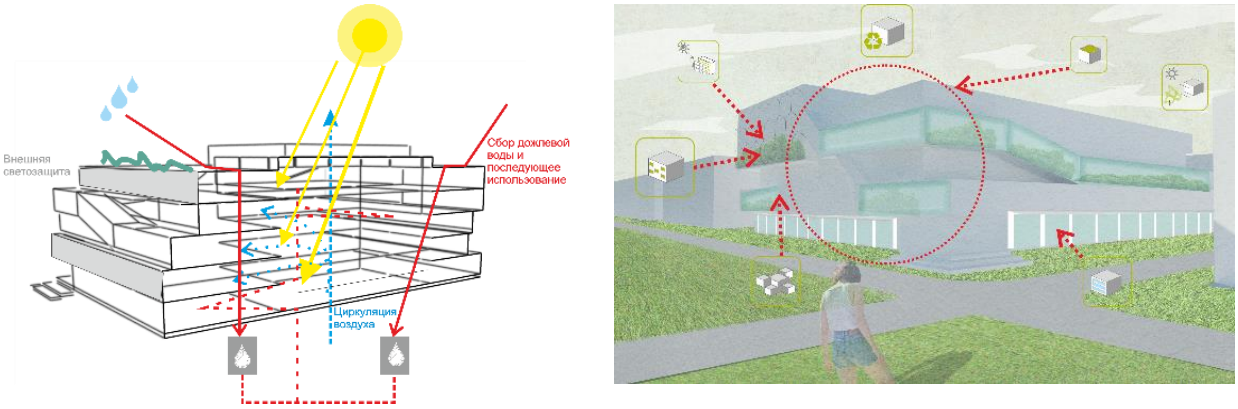


Рис. 7. Концепция офисного центра по ул. Астраханская в г. Саратове

В будущем необходимо на законодательном уровне вводить обязательные экологические требования, для снижения негативного влияния на окружающую среду.

Список литературы

1. Табунщиков Ю.А. Дорожная карта зеленого строительства в России: проблемы и перспективы // АВОК. 2014. № 3. С. 4–10.
2. Шарипова С.Г., Демина Я.О. Зелёное строительство в Российской Федерации // Молодой ученый. 2016. №9.1. С. 62-64. [Электронный ресурс]. URL: https://moluch.ru/archive/113/29062/ (дата обращения: 07.03.2019).
3. Eightedges [Электронный ресурс]. URL: http://eightedges.com/ (дата обращения: 10.04.2019).
4.Officenext [Электронный ресурс]. URL: http://www.officenext.ru (дата обращения: 10.04.2019
5. OF.ru [Электронный ресурс].URL: https://of.ru/bc/1868 (дата обращения: 10.04.2019
6. Terra-auri [Электронный ресурс]. URL: http://www.terra-auri.ru/project/84/ (дата обращения: 20.04.2019

УДК 721.006.03

ПРИМЕРЫ И ОСОБЕННОСТИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ГОРОДОВ

Сухинина Елена Александровна, Меньшикова Виктория Андреевна

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., Россия, e-mail: arx-art-lena@yandex.ru, viktorya.menschikowa@yandex.ru

Аннотация. В статье исследуется актуальная тема экологически безопасного проектирования и строительства экогородов. Анализируются города России на предмет соответствия принципам эко устойчивой организации архитектурно-градостроительного пространства.

Ключевые слова: экологический город, градостроительное пространство, экологические мероприятия, качество городской среды

EXAMPLES AND FEATURES OF ENVIRONMENTAL CITIES

Sukhinina Elena Aleksandrovna, Menshikova Victoria Andreevna

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Russia,
e-mail: arx-art-lena@yandex.ru, viktorya.menschikowa@yandex.ru

Abstract. The topic of environmentally sound design and construction of ecological cities studied. Ecological cities of Russia analyzed. Compliance with their principles of sustainable organization of architectural and urban planning space is considered.

Keywords: ecological city, urban planning space, environmental activities, the quality of the urban environment

Из анализа экологической ситуации в мире к 2050 году в городах будет проживать более 70% населения Земли. Уже сейчас существует проблема перенаселения многих мировых мегаполисов. Городские службы с трудом справляются с уборкой улиц, утилизацией ТБО, содержанием коммунальных систем и благоустройством городского пространства. В столицах для

повышения качества городских услуг начинают активно внедряются различные Smart технологии.

Экологический город – это новый тип города, в котором природная среда находится в состоянии эко равновесия с урбанизированной средой, при этом эко город восприниматься как естественный компонент природы и не отторгаться ею. Создание городов на базе «устойчивых» инженерно-проектных решений – это сравнительно новое направление, возникшее на стыке экологии, урбоэкологии и инженерно-промышленной экологии [1,4].

В наше время для того, чтобы превратить современный город в экологический можно выделить два пути решения проблемы: создание новых кварталов и микрорайонов, которые будут полностью являться экологическими в уже существующих неэкологических городах; путем строительства новых экологических городов – Экосити.

В октябре 2011 года в России Институтом территориального планирования «Урбаника» и Союзом архитекторов России был составлен рейтинг самых благоприятных для жизни городов. В рейтинге принимали участие 100 крупнейших российских городов с населением не менее 170,6 тыс. человек.

Источниками данных для составления рейтинга послужили официальные статистические данные, в том числе данные Росстата, данные крупных консалтинговых и риэлторских агентств; данные научно-исследовательских институтов по благоприятности климатических и экологических условий) [2,3].

В создании рейтинга учитывались следующие показатели:

– степень благоприятности природных условий;
– уровень экологического загрязнения;
– уровень городского благоустройства;
– освещенность городского пространства;
– уровень загруженности городских дорог;
– внешняя транспортная доступность;
– уровень преступности;
– обеспеченность жильём на человека;
– покупательская способность населения;
– возможность приобретения собственного жилья;
– возможность аренды однокомнатной квартиры;
– уровень расходов на потребление и оплату ЖКХ.

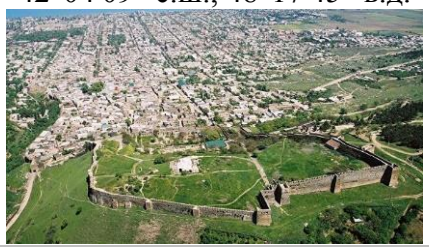
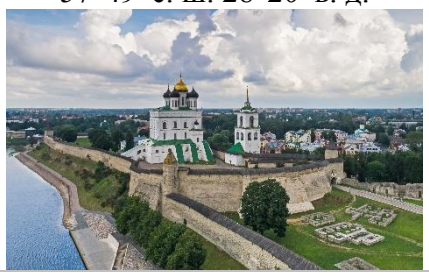
Для экспертов, исследующих вопросы чистоты городов, параметрами оценки являлись следующие экологические мероприятия и особенности:

1. наличие достаточного количества зелёных насаждений;
2. микроклимат территории;
3. концентрации вредных производств, загрязняющих окружающую среду выбросами;
4. организационные вопросы обращения с отходами;
5. качество питьевой воды и чистота водных ресурсов;

6. энергопотребление городов.

В результате проведенного анализа, выявлено, что самой серьёзной проблемой в России является загрязнение атмосферного воздуха и водных ресурсов. Однако среди городов России можно найти и экологически чистые места с наименьшим уровнем загрязнения и благоприятными условиями для жизни, рассмотрим некоторые их них, таблица 1.

Таблица 1 - Экологические города России

№ п/п	Координаты города, изображение	Число жителей, чел.	Экологические мероприятия
	Сарапул		
1	56°28′ с.ш., 53°48′ в.д.	100 000	1. Использование зеленых насаждений в городском пространстве. 2. Минимальные выбросы в атмосферу. 3. Природоохранная деятельность.
	Дербент		
2	42°04′09″ с.ш., 48°17′45″ в.д. 	120 000	1. Использование зеленых насаждений в городском пространстве. 2. Минимальные выбросы в атмосферу. 3. Культура населения.
	Псков		
3	57°49′ с. ш. 28°20′ в. д. 	210 500	1. Использование зеленых насаждений в городском пространстве. 2. Минимальные выбросы в атмосферу. 3. Общественный экологический контроль.
	Таганрог		
4	47°14′21″ с.ш., 38°53′00″ в.д.	250 000	1. Использование зеленых насаждений в городском пространстве. 2. Самоочищение воды. 3. Минимальные выбросы в атмосферу. 4. Безопасность полигона ТБО. 5. Очистка ливневых канализаций.
	Нижневартовск		
5	60°57′00″ с.ш., 76°36′00″ в.д.	270 000	1. Благоустройство улиц. 2. Оснащение источников вредных выбросов пылегазо-

			улавливающими установками. 3. Безопасная утилизация ТБО. 4. Эффективная природоохранная деятельность.
Мурманск			
3	68°58′00″ с.ш., 33°05′00″ в.д. 	300 000	1. Использование зеленых насаждений в городском пространстве. 2. Минимальные выбросы в атмосферу. 3. Культура населения. 4. Природоохранная деятельность. 5. Общественный экологический контроль.
Саранск			
9	54°11′ с.ш., 45°11′ в.д. 	300 000	1. Прекрасно развитая инфраструктура. 2. Система раздельного сбора отходов 3. Качество потребляемой воды. 4. Культура населения.
Смоленск			
2	54°46′58″ с.ш., 32°02′43″ в.д. 	330 000	1. Использование зеленых насаждений в городском пространстве. 2. Минимальные выбросы в атмосферу. 3. Минимальные выбросы в воду. 4. Безопасная утилизация твердых коммунальных отходов.
Сочи			
5	43°35′07″ с.ш., 39°43′13″ в.д. 	390 000	1. Благоустройство улиц. 2. Развитая инфраструктура. 3. Система газоочистки. 4. Природоохранная деятельность.
Уфа			
10	54°44′ с.ш., 55°58′ в.д. 	1,1 млн.	1. Использование зеленых насаждений в городском пространстве. 2. Качество потребляемой воды. 3. Благоустройство улиц. 4. Культура населения. 5. Санитарная очистка дорожно-уличной сети.

Исследуя таблицу, можно сделать вывод, что чем меньше город, тем выше его экологические показатели. Подводя итоги, можно обратить внимание на то, какие мероприятия используются в большем количестве из рассмотренных выше экологических критериев оценик российских городов.

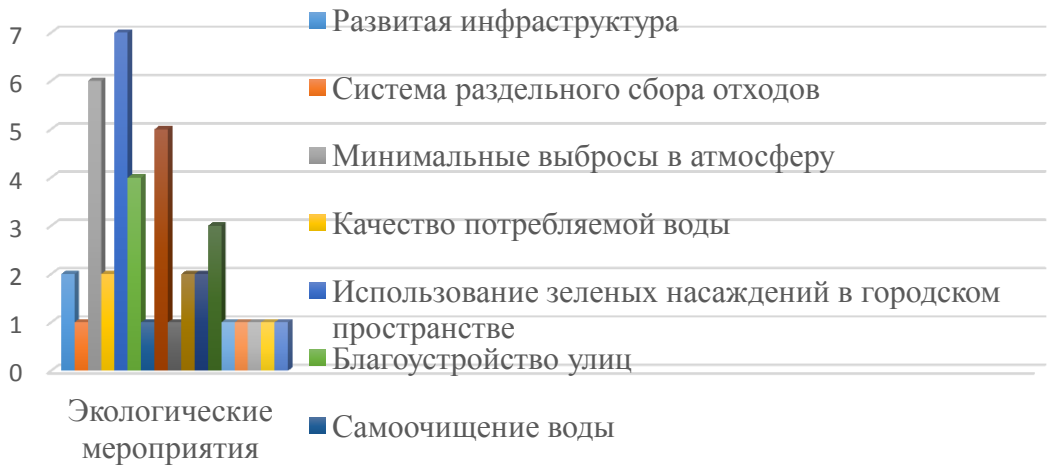


Диаграмма анализа экологических мероприятий российских городов

К наиболее часто встречающимся решениям можно отнести: увеличение зеленых насаждений в городском пространстве; минимальные выбросы в атмосферу от транспорта и производства; благоустройство улиц, развитая инфраструктура. К наименее часто используемым можно отнести: оснащение источников загрязнения пылегазо-улавливающими установками; систему газоочистки; мероприятия по очистке ливневых канализаций.

На диаграмме (рисунок) можно проследить основные экологические мероприятия для рассматриваемых городов.

Расположение городов и климат особенно влияют на экологичность плотно урбанизированного городского пространтсва. По мнению авторов – это главные параметры при эко реконструкции старых и строительстве новых эко городов.

Некоторые российские города уже сегодня используют и вырабатывают новые индивидуальные методы борьбы с загрязнением и нестабильной экологической ситуацией городского пространства, которые в дальнейшем могут использоваться на территории всей станы.

Список литературы

1. Экология Москвы и устойчивое развитие [Электронный ресурс]. URL: http://pochit.ru/geografiya/24500/index.html?page=25 (дата обращения: 30.03.2019).

2. Экология городов. [Электронный ресурс]. URL:https://greenologia.ru/eko-problemy/goroda(дата обращения: 29.04.2019).

3. Экологические акции и проекты. [Электронный ресурс]. URL:https://www.mrech.ru/infrastructure/ecology/ekologicheskie-aktsii/(дата обращения: 17.04.2019).

4. Экологическое образование и обучение. [Электронный ресурс]. URL: http://www.ecoedu.ru/index.php?r=12&id=26(дата обращения: 20.04.2019).

УДК 72.01:364.122.5:719

ПРОБЛЕМЫ СОХРАНЕНИЯ СРЕДНЕВЕКОВЫХ ПАМЯТНИКОВ ФОРТИФИКАЦИИ

Флюстикова Александра Денисовна

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, Россия, e-mail: flyustikova.a@gmail.com

Аннотация. В статье на основе зарубежного и отечественного опыта рассмотрены основные формы сохранения памятников средневековой фортификации, кратко дано обоснование приоритета их музеефикации, а также ее основные критерии. Особое внимание уделено «практической» стороне сохранения памятников средневекового зодчества, кратко описаны основные подходы и даны примеры из отечественной и зарубежной практики.

Ключевые слова: консервация, воссоздание, музеефикация, памятники фортификации

THE PROBLEMS OF PRESERVATION OF MEDIEVAL FORTRESSES

Flyustikova Alexandra Denisovna

Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, Russia, e-mail: flyustikova.a@gmail.com

Abstract. In the article, based on foreign and Russian experience, the main forms of preserving the monuments of medieval fortification are considered, the rationale for the priorities of their museography, as well as its main criteria are briefly presented. Particular attention is paid to the "practical" side of the monuments of medieval architecture, summarizes the main approaches and gives examples from Russian and foreign practice.

Keywords: conservation, reconstruction, museography, fortresses

Для сохранения объектов средневековой фортификации необходима их актуализация. Существуют следующие формы актуализации архитектурного наследия:

1. *Использование объектов культурного наследия по их первоначальной функции.* Средневековые крепостные объекты давно утратили свою первоначальную (оборонительную) функцию.

2. *Использование объектов культурного наследия с изменением их генетической функции* .Новая функция не должна повредить объекту культурного наследия. При анализе зарубежного и отечественного опыта было выявлено, что в качестве новой функции крепость может использоваться как:

- лэнд-арт объект (особенно актуально для земляных/деревоземляных крепостей);
- площадка для активного отдыха;

• площадка для мероприятий (особенно популярны мероприятия, связанные с реконструкцией);

• площадка для тихого отдыха, парк.

3. *Научное изучение объекта, публикация информации об объекте.* Данная форма актуализации применяется для памятников средневековой фортификации, но не может обеспечить его сохранность.

4. Музеефикация объектов культурного наследия.

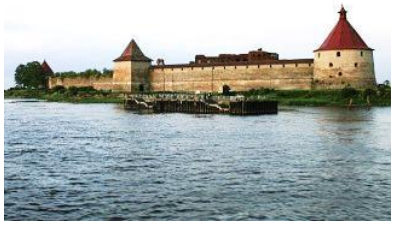
Именно музеефикация является наиболее оптимальным вариантом актуализации памятников фортификации, так как именно она может максимально выявить аттрактивный, информационный и экспрессивный потенциал с минимальным вредом для памятника [1]. Однако стоит отметить, что на объекте может использоваться одновременно несколько форм актуализации.

Для того, чтобы объект было целесообразно музеефицировать, необходимо, чтобы он отвечал следующим критериям: историческая ценность, архитектурная ценность, доступность для посещения.

а

б

в



г

Рис. 1. Методы актуализации памятников фортификации
а – лэнд-арт объект - FortWerkaant’tSpoel, Кулемборг, Нидерланды
б – площадка для мероприятий - ElRealdelaJaraCastle, Севилья, Испания
в – парк, тихий отдых - FortdeRoovere. Халстерен, Нидерланды
г – музеефикация – крепость Орешек, Шлиссельбург, Россия

Средневековые крепости доходят до наших дней часто в рафинированном состоянии, поэтому вопрос об их реставрации встает очень остро. Вполне естественно, что памятник архитектуры проходит процесс «эволюции» и для современного использования необходимо провести на памятнике реставрационные работы, которые будут обозначать новый этап

его жизни, т.е. новые дополнения должны хорошо читаться – иными словами, должно быть ясно, что они относятся к современности.

При анализе международного опыта работы на памятниках фортификации было выявлены подходы, которые иллюстрируют данное положение:

- консервация с внедрением новых объемов, необходимых для функционального использования памятника;
- реконструкция с использованием сигнации, часто – с внедрением новых объемов, необходимых для функционального использования памятника.

Новые объемы, необходимые для функционального использования памятника – это в первую очередь лестницы и площадки над боевым ходом стены, которые проектируются нарочито контрастными памятнику: как по объему, так и по материалу. При выделении новых дополнений (сигнация), могут использоваться как отличные от оригинальной кладки стены материалы (бетон, дерево, алюминий, стекло), так и отличный по цвету или порядовке камень.

В отечественной практике реставрации преобладает воссоздание памятников фортификации. Хрестоматийным примером может служить реставрация Ладожской крепости, которая началась в 1970-е гг. под руководством А. Э. Экка. Несмотря на то, что каменные укрепления поражают своей мощью и привлекают многих туристов круглый год, крепость является лишь фантазией на тему того, как она могла бы выглядеть: бойницы юго-западного прясла были сделаны по аналогии с бойницами Копорской крепости, а найденная в 1980-е годы сметная роспись 1647 г. показала, что завершения прясел и башен имели другую форму. Т.е. мы сталкиваемся не просто с копией объекта, который утратил свою подлинность, а с копией, которая не передает в точности его размер и форму. Однако стоит добавить, что воссоздание Ладожской крепости было тогда необходимо, так как она обладает большой символической ценностью – первой русской столицей (по словам А.Н. Кирпичникова).

Подобных примеров много и в зарубежной практике. Вот что пишет профессор RodicaCrisan по поводу воссоздания RupeaCitadel в Румынии: «…[замок] выступает как развлекательная площадка и тематический парк с исторической атмосферой к большому удовольствию туриста. Деньги, потраченные на реставрацию с лихвой, возвращаются будущими посетителями» [2].

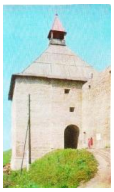
Немецкий искусствовед Michael Petzel в своей статье, посвященной 40-летию Венецианской хартии пишет: «Мы должны всегда оставаться сознательными в вопросах уникальности оригинального объекта, потому что не важно, насколько верна по размеру, материалу и форме реплика, она всегда ей остается, и новый объект – это просто подобие оригинального с его незаменимой исторической и художественной ценностью» [3].В статье, посвященной влиянию туризма на концепцию аутентичности Stephane

Dawans Claudine Houbart пишут: «При воссоздании архитектурных памятников, фальсифицируется само понятие аутентичности, так как туризм как эстетический опыт направлен в таких случаях на гедонизм» [4].

Промежуточным вариантом является воссоздание памятника с внедрением новых объемов, необходимых для функционального использования памятника. Итак, существуют несколько видов сохранения памятников фортификации, однако именно музеефикация является наиболее оптимальным. При принятии решения о том, какой вид работ на памятнике фортификации выбрать, необходимо соблюдать следующие принципы: принцип достоверности, принцип обратимости и функциональности, принцип сохранности, принцип маркирующей визуализации. И только при двух методах, рассмотренных в этой статье этого можно достигнуть:

- метод консервации с внедрением новых объемов, необходимых для функционального использования памятника;
- метод реконструкции и использованием сигнации и часто с внедрением новых объемов, необходимых для функционального использования памятника.

Основные виды работ на памятниках фортификации

Основная информация	**Иконография и краткое описание**
Воссоздание (в том числе – с внедрением новых объемов, необходимых для функционального использования памятника)	
ArabTower *Место:* Гвадахала, Испания *Архитекторы:* Ignacio Vila Almazán + Alejandro Vírseda Aizpún + José Ignacio Carnicero *Годы:* 2007	 *ArabTower до и после реставрации* Внешняя часть башни воссоздана после проведения полевых работ на руинах и по имеющимся архивным источникам. Авторы проекта считают, что архитектура должна быть свидетелем и отпечатком идей своего времени и ни в коем случае не должна воспроизводить прошлое. Поэтому новые архитектурные элементы
Воссоздание	
Ладожская крепость *Место:* село Старая Ладога, Ленинградская область, Россия *Архитекторы:* А. Э. Экк *Годы:* 1970-е	 *Воротная башня Ладожской крепости до и после реставрации*
Консервация с внедрением новых объемов, необходимых для функционального использования памятника	

Окончание табл.

Castel de Cala *Место:* Huelva, Испания *Архитектор/студия:*RepublicaDM *Год:* 2011	 *CasteldeCala до и после реставрации* Проект включал в себя восстановление и укрепление некоторых частей главных внешних стен замка (северный парус, бастион Савойя, малый бастион). Были внедрены новые конструкции для обеспечения эксплуатации объекта: они выполнены из контрастных материалов (т. е. Воспринимаются как новые объекты), а также обратимы.
Реконструкция с использованием сигнации, часто – с внедрением новых объемов, необходимых для функционального использования памятника	
Cadiz Castle Место: Cadiz, Испания Архитектор/студия: Carlos Quevedo Rojas Год: 2013	 *CadizCastle до и после реставрации* Проектом предусматривалось восстановление оставшейся башни с целью предотвращения ее разрушения и защиты сохранившихся элементов. По словам архитектора проекта: «Проект преследовал три цели: укрепить существующую кладку, дифференцировать новую кладку и восстановить первоначальный объем башни. Следовательно, суть проекта в том, чтобы объект был отражением собственного прошлого, а не быть образом будущего

Список литературы

1. Медведь А.Н. Музеефикация памятников археологии в России. М.: ГНОМиД, 2004. 80 с.

2. Rodica C. Uses and Abuses of Reconstruction. 2018. [Электронный ресурс]. URL: http://openarchive.icomos.org (дата обращения: 17.04.2019)

3. Petzet M. International Principles of Preservation. 2009. [Электронный ресурс]. URL: http://openarchive.icomos.org (дата обращения: 17.04.2019)

4. Houbart C., Dawans S. Le patrimoine a letat gazeux. 2011. [Электронный ресурс]. URL: http://openarchive.icomos.org (дата обращения: 17.04.2019)

УДК 72.01:364.122.5:719

ПРИНЦИПЫ СОХРАНЕНИЯ И РЕКОНСТРУКЦИИ ИСТОРИЧЕСКОЙ СРЕДЫ ГОРОДСКИХ ОКРАИН

Черненкова Анна Андреевна

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, Россия, e-mail: annetmasen@mail.ru

Аннотация. В статье актуализируется проблема сохранения наследия исторических окраин больших городов. Анализируется понятие «память места». Исследуется происхождение данного определения, приводятся схожие понятия и их значение. Приведена таблица зарубежных аналогов реконструкции. Сформулированы основные принципы сохранения идентичности. Описаны методы, примененные в конкретных случаях.

Ключевые слова: память места, историческая среда окраин, глобализация, идентичность, принципы сохранения идентичности, реконструкция, реновация, сохранение

PRINCIPLES OF PRESERVATION AND RECONSTRUCTION OF THE HISTORICAL ENVIRONMENT OF THE URBAN EDGES

Chernenkova Anna Andreevna

St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, Russia, e-mail: annetmasen@mail.ru

Abstract. This article actualizes the issue of preserving the heritage of the historic outskirts of large cities. The concept of “memory of a place” is analyzed. The origin of this definition is investigated, similar concepts and their meaning are provided. A summary table of foreign analogues of reconstruction is provided. The basic principles of preserving identity are formulated. The methods applied in specific cases are described.

Keywords:memory of the place, the historical environment of the urban edges, globalization, identity, principles of preserving identity, reconstruction, renovation, preservation

Одной из основных проблем сохранения наследия периферийных территорий городов является их нахождение в тени их более именитых центров. Ярким примером является Петербург, где исторический центр охраняется всем мировым сообществом и множеством градозащитников, а локальные памятники медленно разрушаются. Часто исторической среде необходима минимальная актуализация, чтобы привлечь ресурсы, горожан и инвесторов. Началом этого процесса может быть формирование идентичности и сохранение памяти места.

Уже давно в науке существует понятие, введенное французским историком Пьером Нора – «lieu de mémoire» или «место памяти». Под его руководством с 1984 по 1992 год был осуществлён исследовательский проект, часть статей которого переведена на русский язык. Его работа не об архитектуре, а об исчезновении памяти социальных групп [1]. Но если

проанализировать современные градостроительные, урбанистические тенденции, то становится ясно, что архитектура все больше приближается к человеку, переплетаясь с социологией, психологией и историей. «Настоящая архитектура только там, где в центре – человек со всеми его трагедиями и комедиями» [2].

Согласно П. Нора, «память укоренена в конкретном, в пространстве, жесте, образе и объекте», а история не прикреплена ни к чему. Так он противопоставляет память и историю, подчеркивая, что память – это связующее, а история – репрезентация. Крайне важно его заключение, что память исчезла вместе с носителем – социальной группой, то есть с крестьянством. Таким образом, он со стороны социологии подходит к заключению, что глобализация стирает общества-памяти, лишая людей связи со своим прошлым [1].

Пример можно провести и с урбанизацией Петербурга – деревни и слободы как места памяти существовали, пока в них жили работники заводов, предприятий, ремесленники и земледельцы. Можно сделать вывод, что места памяти начинают погибать задолго до ветшания и сноса.

Итогом стремительного развития общества становится «обрыв очень древней связи идентичности, конец того, что мы переживали как очевидное – тождество истории и памяти». Рассуждения П. Нора приходят к проблеме самоидентификации человека и отрицании одной трактовки событий, и при таком положении вещей места памяти остаются единственной, пусть и крайней формой, в которой существует мемориальное сознание, памятники и другие предметы – ценности в себе, свидетели другой эпохи [1].

Существует также понятие, корни которого уходят в древность – дух места, или «genius loci» - в римской религии дух-покровитель того или иного конкретного места (деревни, горы, отдельного дерева) [3]. Эта почти магическая фраза употреблялась Г. Гессе, В. Гюго, А. Пушкиным и его друзьями-лицеистами [4]. Можно утверждать, что понятие «духа места» находится на стыке субъективного восприятия и конкретного места и не претендует на законодательную силу, так как определить непосредственно «дух» конкретной локации представляется сложной философской задачей.

Понятие памяти места, нематериальных ценностей и идентичности охвачены в статье Скалкина А.А. Он поясняет, как глобализация и интернациональная культура, а затем и «Афинская хартия» 1933 года и постоянная необходимость новации, игнорирование контекста, отторжение наследия посодействовали растворению местного культурного своеобразия. Но современные мировые тенденции уже давно обратились в направлении сохранения памяти. Необходимо понимать городской контекст, поддерживать индивидуальность городов, создавать комфортную среду, сохранять наследие и формировать образа города, который служит основой локального патриотизма и привлекателен для туристов, инвесторов и горожан. База для решения подобных задач - индивидуализация среды и ее наполнение уникальными характеристиками, решение проблемы

взаимосвязи старого и нового. Таким базисом может стать понятие «идентичность» [5].

Симбиоз вышеописанных подходов был выражен в российском законодательстве в виде понятия «достопримечательное место». В нем обозначена и материальная составляющая, в виде «творений человека и природы», «фрагментов градостроительной планировки и застройки», и ментальная составляющая – «памятные места», которые связаны с формированием этнических общностей, военными событиями, историческими личностями и религиозными обрядами [6]. Остается только наблюдать за тем, как применяется на практике данная формулировка.

Но процесс урбанизации характерен для многих крупных городов не только в России. Изучая данное явление на примере Петербурга и Охтенской части, мною был проведен поиск и классификация примеров реновации территорий и реконструкции отдельных ансамблей в других странах. Анализировался мировой опыт сохранения наследия в городской среде периферийных районов городов не только с точки зрения креативности решений, но и с позиции сохранения «памяти места».

Критериями выбора аналогов являлось:

1. Нахождение за пределами исторических центров городов - бывшие пригороды, территории в процессе урбанизации/застройки/реновации;

2. Сохранение идентичности при реконструкции.

Аналоги были разделены по масштабу на территории и участки.

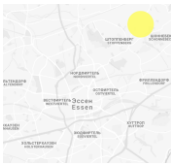
В ходе анализа были выявлены следующие принципы реновации территорий: антиурбанизация, локальная краеведческая музеефикация, функциональная музеефикация, объемно-пространственная преемственность, семантическая преемственность.

Район Таллина Нымме сохранил историческою планировку и застройку, были музеефицированы значимые здания. Даже войдя в состав города, район сохранил свои черты. В районе Бикокка в Милане сохранили усадьбу и создали музей, сформировали связь между историческими топонимами и новым архитектурным объектом - театром. В Эссене создали индустриальный музей, сохранили основные исторические объемы, материалы, характерные доминанты, таблица.

Принципы реновации участков: сохранение исторической функции, музеефикация исторических конструкций, преемственность окружающей среды, «зеленая» реконструкция, музеефикация заброшенности, функциональная музеефикация, объемно-пространственная преемственность.

На гидроэлектростанции была проведена реконструкция инженерных сооружений с музеефикацией старого водовода, проходят экскурсии, проведена реконструкция отеля рядом с ГЭС. В Нью-Йорке сохранили пути, создали новое озеленение, дополнив то, что создала природа до реконструкции. В Бельгии на силосном комплексе применили сохранение объемов и общей атмосферы, смешение всех функций для приспособления: жилье, музеи, офисы – активация среды.

Примеры реновации и принципы сохранения идентичности территорий

Тип объекта	Наименование	Расположение	Изображение	Даты возникновения/ реконструкции	Историческая функция	Новая функция	Принципы сохранения идентичности
Территории	Район Нымме, Таллин, Эстония			конец 19 века/1940	жилой район	жилой район	антиурбанизация
	район Бикокка, Милан, Италия			15 век, 20 век/1980-е-2000	усадьба, производственный район	деловой, учебный район	локальная краеведческая музеефикация; семантическая преемственность
	Шахта Цольферайн, Эссен, Германия			1830-е/2007-2010	рудники	общественный центр, музей	функциональная музеефикация; объемно-пространственная преемственность
Участки	ГЭС Понале, Рива дель Гарда, Италия			1920-е/1998	ГЭС	ГЭС	сохранение исторической функции; музеефикация исторических конструкций; преемственность окружающей среды
	Хай Лайн, Нью-Йорк, США			1930-е/ 2000-е	железная дорога	линейный парк	зеленая реконструкция; музеефикация заброшенности; функциональная музеефикация;
	«Канал» в Вийнегеме, Бельгия			19 век/2015	силосный комплекс	смешанная функция	объемно-пространственная преемственность;

Можно сделать вывод, что некоторые принципы, такие как объемно-пространственная преемственность и музеефикация различных аспектов, являются общими для всех типов среды разного масштаба и назначения. Проанализировав теоретическую базу и мировой опыт, можно заключить, что в архитектурном смысле, память места – это союз материальных и ментальных качеств памятника, взаимно определяющих его ценность для общества и городской среды.

Список литературы

1. Нора П., Озуф М., Пюимеж Ж., Винок М. Франция – память. СПб.: Изд-во: С. - Петерб. ун-та, 1999.
2. Алвар А. Архитектура и гуманизм / Сборник статей. Перевод с финского, английского, французского и немецкого под редакцией А. Гозака. М.: Изд-во: «Прогресс», 1978.
3. Уилкинсон Ф. Архитектура: 50 идей, о которых нужно знать. М.: Фантом Пресс, 2014.
4. Соколов Б. Гений места // Сады и время: сайт. 2007. [Электронный ресурс]. URL: http://www.gardenhistory.ru/ (дата обращения: 17.04.2019)
5. Скалкин А.А. Понятие идентичности и факторы ее формирования // Architecture and Modern Information Technologies. 2017. №4(41).
6. Федеральный закон от 25 июня 2002 года №73-ФЗ «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации» // СПС КонсультантПлюс.

УДК 728.1; 711.585

ОБЪЕМНО-ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ ПРИЕМЫ РЕНОВАЦИИ МНОГОЭТАЖНОЙ ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКИ

Шунтов Андрей Валерьевич

Дальневосточный федеральный университет, Владивосток, Россия,
e-mail: radonhlorbrom@gmail.com

Аннотация. Целью данного исследования является анализ приемов реновации типового многоэтажного жилья. Массовая застройка второй половины XX в. не соответствует современным требованиям к качеству жилой среды. В исследовании рассматривается такое явление, как реновация, касающееся изменений объемно-планировочной структуры домов, дворового пространства, а также архитектурно-художественной выразительности городской среды. При рассмотрении опыта реновации жилья в Германии и России были выявлены различные методы преобразований, связанные как с уплотнением, так и с разуплотнением застройки.

Ключевые слова: многоэтажная застройка, реновация, реконструкция, массовое строительство, жилая среда

VOLUMETRIC AND SPATIAL METHODS OF RENOVATION MULTI-STOREY RESIDENTIAL BUILDING

Shuntov Andrey Valerievich

Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russia,
e-mail: radonhlorbrom@gmail.com

Abstract. The purpose of this study is to analyze the methods of renovation of a typical multistorey housing. Mass construction of past half of XX century, does not meet modern requirements for the quality of the living environment. The study examines such phenomena as

renovation, concerning changes in both the space-planning structure of houses and courtyard space, as well as architectural and artistic expressiveness of the urban environment. Considering the experience of renovation of houses in Germany and Russia, various methods of transformation were identified, associated with both compaction and decompression of buildings.

Keywords: multi-storey building, renovation, reconstruction, mass construction, residential environment

Массовое жилое строительство по типовым проектам, являющееся наследием индустриальной эпохи СССР – наиболее распространенный вид жилья на всём постсоветском пространстве. Во многих европейских странах начали возводить типовое жилье индустриальных серий за несколько лет до появления этих технологий в нашей стране. Жилые дома, построенные в 50-80-х годах прошлого века, уже требуют внимания к себе с точки зрения их реконструкции. Нормативные сроки эксплуатации зданий: панельные пятиэтажные дома – 50 лет (нормативное время сноса 2005-2015 гг.), кирпичные пятиэтажные дома – 100 лет (2055-2070 гг.), панельные и блочные 9-16-этажные дома – 100 лет (2055-2080 гг.) [1].

Городская среда непрерывно развивается, растут потребности человека, меняется представление о качестве жилой среды. Во многих случаях застройка, которая осталась с индустриального периода в практически неизменном виде, нуждается во вмешательстве архитектора. Вопрос композиционных приемов и средств композиционного воздействия на структуру и облик сложившейся среды был рассмотрен в работе «Реконструкция сложившейся среды приморского города» [2].

Реновация подразумевает под собой целый комплекс мероприятий по реконструкции, капитальному ремонту, расширению, модернизации, направленных на восстановление потребительских свойств элементов жилой среды, утраченных в результате морального и физического устаревания. Реновация жилой застройки домов массовых серий имеет большое социально-экономическое значение. Ее основные задачи состоят не только в продлении срока службы зданий, но и в улучшении условий проживания, в оснащении жилых зданий современным инженерным оборудованием, повышении эксплуатационных характеристик и архитектурной выразительности.

Помимо зданий нужно уделить внимание дворовым территориям, а также общественным пространствам. Должны быть переосмыслены и рационально использованы подземные пространства, откосы, подпорные стенки, для последующего насыщения их функциями: организация автомобильных стоянок, объектов торговли, предприятий бытового обслуживания и организации досуга. Такие приемы были рассмотрены в исследовании «Архитектурная организация придомовых территорий городской жилой застройки на склонах (в условиях Владивостока)» [3].

Рис. 1. Опыт реновации в Германии

Зарубежный опыт реновации. Одним из ярких примеров реновации стал опыт преобразования пятиэтажных домов в Германии. Благодаря усилиям Советского Союза, который возвел несколько домостроительных комбинатов в ГДР, в Восточной Германии появилось много «хрущевок» (советские типовые панельные или кирпичные жилые дома, обычно 5-этажные, с малогабаритными квартирами, строительство которых началось во время правления Н.С. Хрущёва). Практически сразу после объединения Германии встал вопрос, что делать с этими зданиями. В итоге было принято решение не сносить такого рода дома, и запустили процесс их преобразования. Методы были различны: убирались этажи и даже целые секции, формировались террасы на крыше и пристраивались лоджии (рис. 1) [4].

Рис. 2. Опыт реновации в России

Отечественный опыт реновации. Проблема реновации жилых зданий в России возникла уже давно, но только сейчас появились первые попытки ее решения. Архитектурная мастерская имени Кротова А.В. продвигает следующие идеи: «Использование реконструкции пятиэтажных жилых домов в сочетании со строительством новых точечных жилых домов при комплексной реконструкции кварталов создают возможность оптимального использования территорий в крупных городах, при этом выход жилого фонда увеличивается более чем в два раза» (рис. 2) [5].

Например, на участке микрорайона «Северное Тушино» в Москве, на котором расположены в ряд три пятиэтажных дома серии 1- 515/МИ, в результате проекта был снесён средний дом, а два крайних были модернизированы и увеличили свою этажность, в центре двора возникла многоэтажная подземная парковка с эксплуатируемой кровлей для размещения детских площадок. Ансамбль дополнил 22-этажный односекционный дом.

Анализ опыта реновации жилых зданий позволил выявить некоторые объемно-пространственные приёмы. Самый распространенный - повышение этажности. Часто используются различные виды вставок (торцевые, угловые и высотные). К этому можно добавить варианты повышения плотности застройки с помощью малоэтажных, секционных и террасных домов. Приемами разуплотнения застройки, являются понижение этажности и демонтаж секций.

На основе анализа были сделаны следующие выводы:

- опыт реновации жилых зданий затрагивает преимущественно пятиэтажные панельные дома из-за их короткого срока эксплуатации по сравнению с кирпичными и блочными;
- реновация наиболее эффективно проходит в кварталах и жилых комплексах, чем в отдельно стоящих домах. Здания с малой этажностью легче подвергаются преобразованиям;
- в крупных городах целесообразнее применять приемы реновации, направленные на уплотнение застройки.

Таким образом, реновационные мероприятия необходимы для продления срока службы жилого фонда, повышения уровня комфортности проживания населения, создания предпосылок для оздоровления городской среды и формирования современного архитектурно-художественного облика города. Методы преобразования жилой застройки разнообразны и зависят от типологии реконструируемых объектов, степени их износа, а также экономической целесообразности проекта. При этом изменения могут касаться как объемно-планировочной структуры домов, так и дворового пространства, а также архитектурно-художественной выразительности городской среды.

Список литературы

1. Сроки эксплуатации жилых домов. [Электронный ресурс]. URL: https://www.zagorod.cc/stroitelstvo/19-sroki-ekspluatatsii-zhilykh-domov.html (дата обращения: 14.04.2019).
2. Реконструкция сложившейся среды приморского города: Учеб. Пособие / А.Г. Бабенко, А.Г. Гаврилов, Е.А. Ерышева, Г.Е. Игнатов, А.В. Копьёва, О.В. Масловская, В.К. Моор, С.И. Палиенко. Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2004. 128 с.
3. Копьёва А.В. Архитектурная организация придомовых территорий городской жилой застройки на склонах (в условиях Владивостока): автореферат дис. ... кандидата архитектуры: спец. 18.00.02 «Архитектура зданий и сооружений»; А.В. Копьёва; Московский архитектурный институт. Москва, 1989. 22 с.
4. Так выглядят сейчас хрущевки времён СССР в ФРГ. [Электронный ресурс]. URL: https://aftershock.news/?q=node/612703&full (дата обращения: 14.04.2019).
5. Реконструкция пятиэтажного жилого фонда. [Электронный ресурс]. URL: https://www.akrotov.ru/reconstruction (дата обращения: 14.04.2019).

УДК 72.036

ИСТОРИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ДАЧ ЮЖНОГО БЕРЕГА КРЫМА НА ПРИМЕРЕ ПОСЕЛКА СИМЕИЗ, СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОХРАНЕНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Щепетильник Дарья Игоревна

Санкт-Петербуржский государственный архитектурно-строительный университет, Россия, e-mail: dasha-spb94@bk.ru

Аннотация. В данной работе рассматриваются – как загородное имение, предназначенное для сезонного проживания и получения дохода – дачи, возникшие в период кон. XIX – нач. XX века на территории южного берега Крыма. Приведена история возникновения южнобережного Крымского курорта на примере поселка Симеиз. Затронута проблема преобразования сезонной исторической застройки в объекты жилищно-коммунального хозяйства, приводящая к угрозе разрушения, видоизменения и утере уникального архитектурного облика памятников культуры. Предложены виды использования дач с учетом сохранения культурных, архитектурных, ландшафтных особенностей.

Ключевые слова: Южный берег Крыма, дача, архитектура, история, сохранение

FORMATION HISTORY OF VILLAS THE SOUTH COAST OF THE CRIMEA ON THE EXAMPLE OF SETTLEMENT SIMEIZ, MODERN PROBLEMS OF PRESERVATION AND USE

Shchepetil'nik Darya Igorevna

Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, Russia, e-mail: dasha-spb94@bk.ru

Abstract. The article discusses the villas of the late XIX - early XX century, intended for

summer living on the southern coast of Crimea and generating income. The history of the southern coastal Crimean resort is considered on the example of the village of Simeiz. The problem of the loss of the first task of seasonal historical development in the context of urban development, which leads to the threat of destruction, modification and loss of the unique architectural appearance of cultural monuments is affected. The types of use of villas are offered, taking into account the preservation of cultural, architectural, landscape features.

Keywords: the south coast of Crimea, villa, architecture, history, preservation

Богатство крымского достояния обусловлено многовековой историей региона и разнообразием культурного наследия многочисленных народов, проживающих на крымской земле. Важным этапом в истории развития данного региона является период с кон. XVIII века по нач. XX века.

В XIX веке впервые привлекает к себе внимание Русских дворян – Южный берег Крыма, связано это с приобретением царской фамилией Ореанды и Ливадии, а также становлением Ялты как аристократического курорта.

В 80-е годы XIX века на прибрежных территориях Крыма начинается активное строительство загородных имений, архитектура которых отличаясь своей неповторимой спецификой послужила важнейшим фактором формирования культурного ландшафта полуострова.

Одним из первых городов-курортов южнобережного Крыма, строительство которого велось по предварительному плану, становится Симеиз. Земельный участок в 30 га расположенный между скалой Панеа и руслом реки Лазо, приобретает в 1828 году секунд-майор И.А. Мальцов. В последствии, семья Мальцовых играет важную роль в становлении Симеиза как курорта. Уже к середине XIX века путем скупки соседних участков поместье достигает 650 га.

После смерти И.А. Мальцова имение наследует его сын С.И. Мальцов, известный промышленный и общественный деятель второй половины XIX века. Большая часть поместья продолжала использоваться под виноградники, высаженные еще И.А. Мальцовым, а в 1849 году по распоряжению С.И. Мальцова начинается строительство деревянного дома, известного под названием «Хрустальный дворец». Очевидцы оценивали здание скептически, справедливо считая его недостаточно удобным для проживания. Действительно, владелец летом жил в уютном домике на мысе Ай-Панда, а зимой перебирался в бывший дом графини А. Потоцкой. Однако «рекламную» роль необычный вид дома сыграл: «Хрустальный дворец» ежегодно сдавали внаем для пансиона. К сожалению, до наших дней он не сохранился: 1889 г. сгорел во время случайного пожара, а на его месте был возведен в кон. XIX – нач. XX века «Приморский пансион».

В 1894 году «Симеиз» переходит по наследству в общее владение сыновьям С.И. Мальцова - Николаю и Ивану Мальцовым. Н.С. Мальцов строит себе в парке бывшей усадьбы А.Потоцкой в восточной части дом, сочетающий в себе черты неоренессанса и неоклассики. И.С. Мальцов поднял свой дом на мысе Ай-Панда, на том месте, где когда-то находилась дача отца. Иван Сергеевич уделял значительное внимание развитию курорта в Симеизе, что в дальнейшем и определит историческое и градостроительное развитие поселка.

На пути к становлению Южного берега Крыма и Симеиза как курорта стояла задача создания развитой инфраструктуры, прежде всего, путей сообщения, водопровода, канализации. Братья Мальцовы пригласили военного инженера генерал-майора Я.П. Семенова, для составления проекта устроения курортного поселка. Согласно разработанного плана на свободной от застройки территории были трассированные улицы, выделенные дачные участки, устроены водопровод и канализация, проложены подъездные дороги к Севастопольскому шоссе. С самого начала закладывались высокие стандарты качества строительства и комфорта, в результате чего за короткий срок возник новый образцовый курорт, который был в состоянии принять около полутора тысяч отдыхающих за сезон.

Формирование Симеиза как «Мальцовского» курорта продолжалось вплоть до 1917 г. Свободная планировка улиц, трассированных согласно рельефу, застройка, органично сливающаяся с природным окружением, образовали единый ландшафтно-градостроительный комплекс.

Революция и установление советской власти сместили акценты дальнейшего развития курорта. Бывшие имения были превращены в санатории и пансионаты. Иногда исторические здания сносили, для строительства более масштабных. Так, на месте Приморского пансиона был построен спорткомплекс санатория «Симеиз». Большинство дачевладельцев, в этот период, покинули свои владения, и из их домов сделали «коммуналки».

Значимых изменений в архитектурно-градостроительном облике Симеиза не произошло, однако отсутствие финансирования на реставрационные и ремонтные работы привело к значительному упадку бывших дач-вилл. В течении двух последних десятилетий характерным стали надстройки и хаотичные перестройки изменившие, местами до неузнаваемости, облик изысканных старинных дач. Чуть больше повезло дачам, при Советской власти занятыми санаториями. Эти учреждения после 1991 г. не закрылись, но продолжали постепенно увядать: дачи, они же корпуса, в конце концов, после ряда пожаров, пустели и закрывались.

Нельзя не отметить, что, в отличие от других крупных курортов Южного берега Крыма, Симеизу в большей степени удалось сохранить свой архитектурно-художественный образ и планировку начала 1900-х гг., почти все наиболее значимые исторические здания.

Таблица 1 – Использование дачи кон. XIX – нач.XX века. Современное состояние

СИМЕИЗ

Объекты культурного наследия регионального значения

№ п/п	Наименование объекта (архитектор), год постройки	Историческое использование Выкопировка из приложения к путеводителю Г. Москвича, 1904 г.	Современная ситуация	Фото
1.	«Вилла «Дива» В.Н. Семенова» (архитектор Я.Г. Семенов), 1902 год 	1905 г. – сезонное проживание одной семьи/пансион на 19 комнат; 1916 г. – полная сдача комнат в аренду; 1920 г. – многоквартирный дом. 	2014 г. – многоквартирный дом. Видоизменена за счет пристроек и остекления некоторых балконов. 	
2.	«Вилла «Ксения» В.А. Чуйченко» (архитекторы Н.П. Краснов, Я.Г. Семенов), 1906 год 	1913 г. – посредническое квартирное бюро/гостиница; 1917 г. – гостиничный пансионат; 1920 г. – коммунальные квартиры. 	2014 г. – не эксплуатируется. 2018 г. – ожидается проведение ремонтно-реставрационных работ. Разработан проект о приспособлении объекта культурного наследия под пансионат для отдыха. 	
3.	Дача Н.С. Свиягина (архитекторы Н.П. Краснов, Я.Г. Семенов), 1907 год 	1907 г. – сезонное проживание одной семьи; 1920 г. – корпус противотуберкулезного санатория. 	2019 г. - корпус санатория «Юность» 	
4.	«Вилла «Миро-Маре» М.А. Станкевич» (архитекторы Г.П.Г. Шекотов, Я.Г. Семенов), 1910 год 	1911 г. – сезонное проживание одной семьи/сдача комнат в аренду/литературные вечера; 1920 г. - корпус санатория им. Семашко 	2019 г. - корпус санатория им. Семашко. 	
5.	Вилла "Большой Богдан" Н.Н. Богданова (архитектор Я.Г. Семенов), 1910 год 	1910 г. – сезонное использование одной семьи/сдача комнат в аренду; 1920 г. - санаторий «Селям» (переименован в санаторий имени Ленина). 	2019 г. - корпус санатория «Юность». 	

СИМЕИЗ

Объекты культурного наследия регионального значения

№ п/п	Наименование объекта (архитектор), год постройки	Историческое использование Выкопировка из приложения к путеводителю Г. Москвича, 1904 г.	Современная ситуация	Фото
6.	Дача "Селям" К.П. Коробьина (архитекторы Н.П. Краснов, Я.Г. Семенов), 1910 год 	1910 г. – сезонное проживание одной семьи/пансион на 30 комнат; 1920 г. - санаторий «Селям» (переименован в санаторий имени Ленина). 	2019 г. – корпус санатория «Юность» 	
7.	Вилла "Нюкта" В.М. Кузьменко (архитекторы В.М. Кузьменко, Я.Г. Семенов и Я.П. Семенов), 1910 год 	1910 г. - сезонное использование одной семьи/сдача комнат в аренду (12 комнат); 1941 г. - санаторий «Селям» (переименован в санаторий имени Ленина). 	2019 г. - здание входит в состав жилого фонда санатория «Юность» 	
8.	«Вилла «Мечта» А.М. Керковой» (архитектор (предположительно) Н.П. Краснов), 1913 год 	1913 г. – проживание одной семьи (11 комнат); 1921 г. - санаторий для раненых бойцов Красной Армии; 1945 г. корпус противотуберкулезного санатория «Красный маяк». 	2014 г. – не эксплуатируется. Здание находится в аварийном состоянии. 2017 г. – Разработан проект границ территории объекта культурного наследия 	
9.	«Дача «Сельби» Ю.М. Колотинской» (архитектор Г.П.Г. Шекотов), 1914 год 	1914 г. – сезонное проживание одной семьи; 1917 г. - корпус санатория им. Семашко. 	2019 г. - корпус санатория им. Семашко. 	
10.	«Вилла «Хайда» Н.И. Шлее» (неизвестно), 1916 год 	1916 г. – сезонное проживание одной семьи; 1920 г. - корпус противотуберкулезного санатория «Красный маяк». 	2019 г. – корпус санатория «Красный маяк» 	

На сегодняшний день на территории Симеиза сохранилось около 45 исторических дач, 20 из них являются объектами культурного наследия регионального значения и наиболее перспективны для восстановления и современного использования. Подходя к восстановлению сохранившихся дач важно помнить об их историческом раскрытии, культурных, архитектурных, ландшафтных особенностей. Необходимо учитывать наличие источника непрерывного дохода для подержания памятников архитектуры в хорошем состоянии, проведения реставрационных и ремонтных работ, содержания обслуживающего персонала и дальнейшего развития.

Такое обилие старинной дачной архитектуры, с учетом компактности территории, на которой они расположены, в сочетании с культурным ландшафтом, требует особого подхода к сохранению.

Изучив исторические условия формирования курорта и его составляющие можно сформулировать цели, принципы, концептуальные подходы для культурно-туристического использования старинных дач.

Цели:

- восстановление с учетом сохранения исторического облика зданий, индивидуальности исторической дачи, ландшафта, градостроительной ценности;
- выбор видов и форм современного использования обеспечивающих охрану и эффективное функционирование памятника в ценной исторической среде;
- возможность посещения объектов и ознакомления с ними как местного населения, так и туристов;
- создание условий самообеспечения, подержания на необходимом уровне обслуживания, ремонтопригодности;
- оснащение необходимыми инженерными системами, устройство рекреационной доступности.

С учетом заданных целей необходимо соблюдать принципы, обеспечивающие сохранение исторической аутентичности, преемственности, пространственной целостности и автономности дачи-памятника.

Поставленным целям в наибольшей степени отвечает использование старинных дач в качестве: корпусов существующих санаториев и пансионатов, дач-гостиниц, культурно-образовательных и культурно-развлекательных комплексов, музеев, административных зданий.

В условиях градостроительного развития и утраты первоначального назначения, свой уникальный облик сохранила лишь малая часть исторических имений, что приводит к потере значимого культурного достояния страны и Крымского курортного региона, в частности. Возрождение загородного сезонного имения, а вместе с ним и культурной традиции еще мало используемый, но живописный экономический ресурс для современного курортного развития России.

Список литературы

1. Кузьменко В. Новый Симеиз и его окрестности на Южном берегу. Симферополь, 1913.

2. Иванишкина Ю.А., Сергеева О.И. ТОМ III/Историко-культурный опорный план Городского округа Ялты/Раздел 1/Текстовая часть. Симферополь, 2017г.

3. Кокорина Е.Г. Усадьба XIX-XX веков как одно из формообразующих начал культурного ландшафта Крыма.

4. Симеиз. Путеводитель по старым дачам, проект Марии Петровой и Андрея Карагодина. Новый Симеиз образцовый курорт Мальцовых. [Электронный ресурс]. URL:http://simeiz.gardenacademia.com/history/kurort/

5. Симеиз. Путеводитель по старым дачам, проект Марии Петровой и Андрея Карагодина. Симеиз. История новейшая богемная и пока грустная. [Электронный ресурс]. URL:http://simeiz.gardenacademia.com/history/2000s/.

УДК 691.542

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОИЗВОДСТВА ВЫСОКОДИСПЕРСНЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ ДЛЯ ЦЕМЕНТНЫХ БЕТОНОВ

Акопян Тигран Варданович, Шошин Евгений Александрович

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., Россия, e-mail: tighak65@gmail.com, shoshin234@mail.ru

Аннотация. Интеграционный подход в решении проблемы экономии клинкерного фонда реализуется на сочетании гиперпластификаторов и высокодисперсных минеральных добавок различной активности. В статье рассматриваются применяемые на данный момент минеральные добавки для производства высокоэффективных бетонов, их достоинства и недостатки; обосновывается необходимость расширения перечня технологий получения высокодисперсных минеральных добавок.

Ключевые слова: высокоэффективные бетоны, минеральные наполнители, стоимость

PERSPECTIVES OF MANUFACTURE OF HIGHLY WASTE FILLERS FOR CEMENT CONCRETE

Akopyan Tigran Vardanovich, Shosin Evgeny Alexandrovich

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Russia, e-mail: tighak65@gmail.com, shoshin234@mail.ru

Abstract. The problem of saving cement is solved in the framework of the integration approach. The integration approach is based on a combination of hyperplasticizers and highly dispersed mineral additives of various activities. The article discusses currently used mineral additives for the production of highly efficient concrete, as well as their advantages and disadvantages. The substantiation of the need to expand the list of technologies for the production of highly dispersed mineral additives is given.

Keywords: high-performance concrete, mineral fillers, cost

Развивающийся экологический кризис и возникающий дефицит энергоресурсов на фоне перспективы удвоения в мировом масштабе объемов производства цементного бетона к 2050 г. [1-4] делают решение проблемы экономии клинкерного фонда жизненно необходимым. Одно из направлений в решении данной проблемы - реализация интеграционного похода – системы мероприятий, позволяющих кратно снизить потребление традиционного клинкера [5-10]. Интеграционный подход базируется на сочетании гиперпластификаторов и высокодисперсных минеральных добавок различной активности, что позволяет реализовывать принцип плотнейшей упаковки частиц

на микро- ($\geq 10^{-6}$ м), субмикро- (10^{-6} – 10^{-8}м) и, даже, наноуровне ($<10^{-8}$м). В рамках интеграционного подхода сформировалось представление о высокоэффективных цементных бетонах (ВЭБ), которым свойственны высокие эксплуатационные свойства при низком удельном (т.е. на 1МПа прочности) расходе вяжущего. ВЭБ имеют удельный расход цемента в 2-3 раза ниже рядового бетона. ВЭБ представляют собой поликомпонентные составы, включающие до 9 и более компонентов. Однако развитие технологий ВЭБ требует решения проблемы получения экономически эффективных наполнителей.

По природе происхождения минеральные добавки, используемые сегодня для создания ВЭБ можно разделить на группы:

– молотые минеральные порошки (отходы дробления, молотые известняки, шлаки, пески)

– техногенные (пирогенные) отходы различных производств (золы, микрокремнезем)

– пирогенные дисперсии – продукты целевого синтеза (метакаолин)

– лиофильные коллоиды (нанокремнезем).

Каждая группа обладает сочетанием свойств, которые необходимо учитывать при их применении, среди которых можно выделить как положительные, так и отрицательные.

Молотые минеральные порошки.

Недостатки: высокая энергоемкость и материалоемкость (износ мелящих тел) производства, ограниченный минимально достижимый размер частиц.

Достоинства – доступность сырьевой базы, широкие возможности регулирования фракционного и фазового состава дисперсий, возможность производства на месте потребления.

Техногенные (пирогенные) отходы (микрокремнезем, золы)

Недостатки – низкая насыпная плотность, неравномерность распределения по территории РФ соответствующих производств и связанные с этим высокие логистические издержки, принципиальная ограниченность сырьевой базы, непостоянство элементного состава, зависящего от вида сжигаемого топлива и высокая щелочность (в случае зол), узкий фракционный состав частиц и отсутствие принципиальной возможности его регулирования.

Достоинства – низкая стоимость исходного сырья, высокая пуццолановая активность.

Пирогенные дисперсии (метакаолин).

Недостатки – производится из высококачественного сырья путем обжига (в случае метакаолина – при температурах более 600°С), что предопределяет высокую стоимость продукта, привязка производства к источникам сырья (логистические издержки), отсутствие возможности направленного изменения элементного и гранулометрического состава дисперсии.

Достоинства – высокая пуццолановая активность, постоянство элементного состава.

Лиофильные коллоиды (нанокремнезем).

Недостатки – высокая склонность к коагуляции, что ограничивает максимальные эффективные дозировки (2-3%), применяются исключительно в виде разбавленных растворов, концентрирование которых затруднено.

Достоинства – возможность регулировать размерные характеристики частиц от нескольких нанометров, до нескольких десятков нанометров, доступная сырьевая база (жидкое стекло, силоксаны), возможность варьирования элементного состава дисперсий, высокая пуццолановая активность.

Из приведенных данных видно, что применяемые дисперсии с размером частиц от 10^{-6} м и менее характеризуются высокой пуццолановой активностью – структурно-активных наполнителей среди них нет; элементный состав частиц этих дисперсий в большинстве случаев не может быть произвольно изменен, что ограничивает возможности управления свойствами образующихся при гидратации цемента силикатов; фракционный состав дисперсий относительно узок и в ряде случаев (микрокремнезем, золы, метакаолин) принципиально неизменяем.

Отсутствие структурно-активных минеральных добавок субмикронного диапазона вынуждает производителей ВЭБ применять активные микрокремнезем, метакаолин и как пуццолановую, и как структурно-активную минеральную добавку, при том что стоимость этих продуктов кратно выше стоимости цемента (таблица).

Стоимость наполнителей для высокопрочных бетонов
в сравнении со стоимостью вяжущего

Продукт	Стоимость, руб./кг.
Метакаолин	35-50
Микрокремнезем	15-25
Портландцемент М 400	3,4-4,5

Из сказанного выше вытекает необходимость расширения перечня минеральных наполнителей для цементных композитов за счет дисперсий с управляемыми характеристиками (фракционный состав, элементный состав частиц), при соблюдении условия доступности сырьевой базы производства этих дисперсий. Учитывая, что содержание минеральных высокодисперсных добавок в составе ВЭБ может достигать 70% от массы цемента, расширение перечня минеральных добавок и наполнителей для цементных композитов за счет структурно-активных (химически инертных) дисперсий субмикро- и микрометрического уровней с управляемыми характеристиками (фракционный состав, элементный состав частиц), при соблюдении условия экономической эффективности производства этих дисперсий – актуальная задача, отвечающая стратегическим целям развития строительной индустрии.

Список литературы

1. Гусев Б.В., Фаликман В.Р. Бетон и железобетон в эпоху устойчивого развития // Промышленное и гражданское строительство. 2016. № 2. С. 30-38.

2. Vanderley M. John, Bruno L. Damineli, Marco Quattrone, Rafael G. Pileggi Fillers in cementitious materials – Experience, recent advances and future potential / Cement and Concrete

Research, In press, corrected proof, Available online 27 March 2018 https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2017.09.013

3. CSI WBCSD, “Getting the numbers right” (GNR), Cem. Sustain. Initiat. (2013), http://www.wbcsdcement.org/index.php/key-issues/climate-protection/gnrdatabase

4. Sabbie A. Miller, Vanderley M. John, Sergio A. Pacca, Arpad Horvath Carbon dioxide reduction potential in the global cement industry by 2050 // Cement and Concrete Research, In press, corrected proof, Available online 14 September 2017. https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2017.08.026

5. H.S. Müller, R. Breiner, J.S. Moffatt, M. Haist, Design and properties of sustainable concrete // Process. Eng. 2014. vol. 95. Pp. 290–304.

6. T. Proske, S. Hainer, M. Rezvani, C.-A. Graubner, Eco-friendly concretes with reduced water and cement contents – mix design principles and laboratory tests, Cem. Concr. Res. 51 (2013) 38–46,

7. Anikanova T.V., Pogoromsky A.S. The use of semi-aquatic calcium sulfate to intensify the processes of hardening of structural heat-insulating foamed concrete // Construction Materials and Products. 2018. Volume 1. Issue 3. Pp. 25 – 32.

8. Bulanov P.E., Mavliev L.F., Vdovin E.A., Yagund E.M. The interaction between the kaolinite or bentonite clay and plasticizing surface-active agents // Magazine of Civil Engineering. 2017. No. 7. Pp. 171–179.

9. Gavshina O.V., Yashkina S.Yu., Yashkin A.N., Doroganov V.A., Moreva I.Yu. Study of the effect of particulate additives on the setting time and microstructure of high-alumina cement // Construction Materials and Products. 2018. Volume 1. Issue 4. Pp. 30 – 37.

10.Alfimova N.I., Shadskiy E.E., Lesovik R.V., Ageeva M.S. Organic-mineral modifier on the basis of volcanogenic-sedimentary rocks // International Journal of Applied Engineering Research. 2015. Vol. 10. No. 24. Pp. 45131-45136.

УДК 691.405.8

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАПОЛНИТЕЛЕЙ В СОСТАВАХ СИЛИКАТНАТРИЕВЫХ КОМПОЗИЦИЙ

Александров Алексей Алексеевич, Кочергина Мария Петровна, Павлова Ирина Леонидовна

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., Россия, e-mail: what_the_mail_is@inbox.ru, m-kochergina@list.ru, pavlovail29@mail.ru

Аннотация. В статье представлены результаты анализа научно-технической литературы в области наполнения и модифицирования силикатнатриевых связующих тонкодиспресными компонентами различной природы.

Ключевые слова: жидкое натриевое стекло, наполнитель, прочность, плотность, водостойкость

USE OF FILLERS IN THE STRUCTURES OF SILICATE SATURATED COMPOSITIONS

Aleksandrov Alexey Alekseevich, Kochergina Maria Petrovna, Pavlova Irina Leonidovna

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Russia,
e-mail: what_the_mail_is@inbox.ru, m-kochergina@list.ru, pavlovail29@mail.ru

Annotation. The article presents the results of the analysis of scientific and technical literature in the field of filling and modifying silicate-sodium binders with finely dispersed components of different nature.

Key words: liquid sodium glass, filler, strength, density, water resistance

Одним из основных способов создания композиционных материалов с заданными технологическими и эксплуатационными свойствами является наполнение вяжущих матриц. В силикатнатриевые композиции наполнители обычно вводят для повышения прочности, придания таких свойств как водостойкость, кислотостойкость и др. Кроме этого, за счет использования наполнителей уменьшается объем связующего, что позволяет достигнуть снижения стоимости силикатнатриевых композитов.

В первую очередь вид применяемого наполнителя определяется назначением силикатнатриевых композиций (кислотостойкие, жаростойкие и т.д.). Для получения силикатнатриевых теплоизоляционных материалов наполнители должны обладать как адсорбционными, так и десорбционными свойствами, что позволяет участвовать в процессах порообразования [1-2].

В соответствии с полиструктурной теорией строительных композиционных материалов, которая может быть также применима к силикатнатриевым композитам, основными факторами, влияющими на прочность, являются концентрация вяжущего, активность наполнителя, дисперсность наполнителя, степень наполнения и т.д. [3].

Анализ работ в данном направлении показывает, что зависимости прочностных характеристик от дисперсности различного рода наполнителей и степени наполнения силикатнатриевых композиций носят экстремальный характер. После достижения предельной степени наполнения плёночная матрица связующего становится прерывистой на участках поверхности наполнителя, что приводит к ухудшению прочностных характеристик композитов. Упрочнение силикатнатриевых материалов с увеличением удельной поверхности наполнителя теоретически можно обосновывать увеличением площади взаимодействия и, следовательно, доли межфазного слоя, где прочность последнего выше прочности объемной матрицы. При этом с ростом удельной поверхности наполнителя возрастает его поверхностная энергия, а, следовательно, и реакционная способность частиц [4-5]. Ряд работ показывает, что резкое возрастание прочности у силикатнатриевых композитов происходит с увеличением удельной поверхности кварцевого наполнителя от 50 $м^2$/кг до 100 $м^2$/кг. Наиболее рациональная удельная поверхность кварцевого наполнителя находится в пределах значений 250-320 $м^2$/кг по таким показателям как прочность и химическая стойкость жидкостекольных композитов [6].

Основной характеристикой наполнителей, определяющей их реакционную способность, является химический состав, между последним и поверхностной химической активностью наполнителей существует непосредственная связь. Известно, что координационно ненасыщенные атомы металлов, ОН-групп, свободные радикалы, которые существует на поверхности любого наполнителя, способны вступать во взаимодействие с связующими органической и неорганической природы. Химические свойства поверхности наполнителей в водных и других полярных средах связаны с поведением кислотных и основных активных центров, поверхностной проводимостью, ξ - потенциалом, зависимостью поведения от pH среды [7].

Дисперсные наполнители, содержащие активные кислотные, основные центры не являются инертными по отношению к силикатнатриевым связующим. О чем свидетельствует разнообразие физико-механических характеристик композитов, полученных при связывании неорганических компонентов: кварца, силикатов, окислов, алюмосиликатов, карбонатов и т.д. В составах силикатнатриевых композиций строительного назначения используют наполнители как природные, так и техногенные (молотые кремнеземсодержащие породы, микрокремнезем, зола-унос, мел, глина, известь, фосфогипс, бой стекла и др. [8-10]. Кремнистые породы и глиносодержащее сырьё содержат поверхностные группы SiOH, оксиды CaO, Al_2O_3, Fe_2O_3 и др., способные к химическому взаимодействие с образованием в твердеющей вяжущей матрице наноструктур.

Таким образом, тонкодисперсные наполнители, которые вводят в силикатнатриевую систему, могут одновременно выполнять роль модифицирующего агента и армирующего компонента. Современные исследования направлены на изучение свойств наполненных силикатнатриевых композиций и оптимизацию составов, на изучение процессов структурообразования с учетом поверхностной активности дисперсной фазы. При этом выбор наполнителей определяется экономической эффективностью их применения, где наибольшую значимость приобретает вопрос использования местных сырьевых ресурсов.

Список литературы

1. Иващенко Ю. Г. Свойства силикатнатриевого связующего, полученного на основе силицитовых пород методом гидротермального синтеза [Текст] / Ю. Г. Иващенко, А. В. Страхов // Вестник Саратовского государственного технического университета. - 2010. - N 49. - С. 193-200

2. Иващенко, Ю.Г. Теплоизоляционные материалы на основе минерально-сырьевой базы Поволжского региона / Ю.Г. Иващенко, И.Л. Павлова, М.П. Кочергина // Научное обозрение. – 2015. – №10. – С. 131-135.

3. Соломатов В.И. Полиструктурная теория композиционных строительных материалов / В.И. Соломатов, В.Н. Выровой, А.Н. Бобрышев и др. – Ташкент : Изд-во ФАН, 1991 – 342 с.

4. Бобрышев А.Н. Прочность эпоксидных композитов с дисперсными наполнителями: автореф. дис. … канд. техн. наук: 05.23.05 / А.Н. Бобрышев. – Л, 1983. – 20 с.
5. Фролов Ю.Г. Курс коллоидной химии. Учебник для вузов / Ю.Г. Фролов – М. : Химия, – 1982. – 400 с.
6. Дрозд А.П. Структурообразование и свойства высоконаполненных силикатополимерных композиций: автореф. дис. … канд. техн. наук: 05.23.05/ А.П. Дрозд. – Днепропетровск, 1988. – 16 с.
7. Брык М.Т. Деструкция наполненных полимеров / М.Т. Брык М. : Химия. – 1989. – 192 с.
8. Сурнин А.А. Структура и свойства модифицированных жидкостекольных композиций с активными минеральными наполнителями: автореф. дисс. … канд. техн. наук.: 05.23.05 / А.А. Сурнин. – Саратов, 1996. – 19 с.
9. Зобкова Н.В. Легкие кремнеземсодержащие заполнители на основе жидкостекольных композиций: автореф. дисс. … канд. техн. наук.: 05.23.05 /Н.В. Зобкова. – Саратов, 2000. – 16 с.
10. Древко И.Б. Теплоизоляционные материалы на основе модифицированного жидкого стекла с повышенной водостойкостью: автореф. дис.… канд. техн. наук: 05.23.05/ И.Б. Древко. – Саратов, 2003. – 18 с.

УДК 625.8

ОПЫТ УКРЕПЛЕНИЯ ГРУНТОВ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Безродных Андрей Александрович[1], Дмитриева Татьяна Владимировна[2], Беляев Артем Вадимович[3], Куцына Наталья Петровна[4]

[1,2,3] Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, Россия,
[4] Управление дорожного хозяйства и транспорта Белгородской области, Россия, г. Белгород
e-mail: [1]Tdmitrieva-bel@yandex.ru, [2]nelubova@list.ru, [3]artemka008qwerty@yandex.ru, [4]nat-kuts@yandex.ru

Аннотация. В статье представлены основные аспекты укрепления грунтов в дорожном строительстве, обозначены перспективы данного направления, связанные с тем, что технология способствует разрешению проблемы дефицита качественного сырья, улучшению физико-механических свойств и уменьшению производственных затрат. Также рассмотрены преимущества и недостатки различных методов, определены приоритетные направления дальнейших исследований.

Ключевые слова: дорожное строительство, основание автомобильной дороги, укрепление грунтов, глинистый грунт, стабилизатор грунта

EXPERIENCE OF SOIL STABILIZATION IN ROAD CONSTRUCTION

Dmitrieva Tatiana Vladimirovna[1], Bezrodnykh Andrey Aleksandrovich[2], Belyaev Artem Vadimovich[3], Kutsyna Natalia Petrovna[4]

[1,2,3] Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov, Russia
[4] RSSI "Management of road facilities and transport Belgorod region»
e-mail: [1]Tdmitrieva-bel@yandex.ru, [2]nelubova@list.ru,
[3]artemka008qwerty@yandex.ru, [4]nat-kuts@yandex.ru

Abstract: The article presents the main aspects of soil strengthening in road construction, outlines the prospects of this direction, due to the fact that the technology helps to solve the problem of shortage of quality raw materials, improve physical and mechanical properties and reduce production costs. The advantages and disadvantages of different methods are also considered, the priority directions of further research are determined.

Keywords: road construction, road base, soil consolidation, clay, soil stabilizer.

Первоочередным направлением дорожного строительства, позволяющим обеспечить снижение материально-технических затрат, является использование улучшенных различными добавками грунтов. Выбор конкретного направления развития науки связан с дефицитом отдельной категории дорожно-строительных материалов в ряде регионов Российской Федерации, а также удаленностью месторождений от места производства работ. Данное обстоятельство заставляет, проанализировав традиционно применяемые конструкции дорожных одежд, рассмотреть замену основания автомобильной дороги из каменных материалов на равнопрочные слои из укрепленного грунта.

Работой над вопросом укрепления грунтов занимался ряд научных школ уже несколько десятков лет. Известны работы по применению вяжущих различного типа. Основателем направления по применению неорганического вяжущего следует считать В.М. Безрука [1], под руководством А.К. Бируля было опробовано введение органического вяжущего в грунт [2]. Рассвет данного направления наблюдался в 70-80-е годы прошлого столетия, тогда были для каждого метода укрепления обозначены преимущества и недостатки. Так, введение неорганических вяжущих в систему приводит к образованию высокопрочного материала с высокой жесткостью, склонного к трещинообразованию и низким показателем предельного относительного удлинения. Органическое вяжущее в составе грунтобетона связано с развитием пластических деформаций конструктивного слоя и его колееобразованию.

В процессе развития данного направления было сформировано несколько точек зрения на выбор способа укрепления, были детально изучены и вопросы комплексного укрепления [3]. Комплексный подход позволяет улучшить водно-тепловой баланс земляного полотна при снижении затрат на строительство на 20–60%, что подтверждается технико-экономическими расчетами на основе фактических затрат.

С целью получения долговечного материала с высокими показателями морозостойкости, прочности и низким расходом вяжущего компонента в практике дорожного строительства используется введение химических добавок при укреплении грунтов. Данные добавки направлены на

кардинальное улучшение свойств глинистых грунтов и их принято называть стабилизаторами [4].

Стабилизаторы принято классифицировать в соответствии с составом, свойствами и степенью воздействия на грунт согласно ОДМ 218.1.004-2011 [5]. Основное преимущество стабилизирующей добавки состоит в изменении водо-физических свойств грунта. Данное обстоятельство способствует снижению набухания, водопоглощения и пучинистости, а также увеличению несущей способности, плотности и морозостойкости дорожного композита.

С целью оценки влияния стабилизирующих добавок на глинистые грунты были проведены исследования в лаборатории ОГКУ «Управление дорожного хозяйства и транспорта Белгородской области». Для исследования были использованы различные представители предложенных на рынке добавок. Исследования проводились в лабораторных условиях. В качестве опытных образцов были изучены как порошкообразные (Акропол, Никофлок, Дорцем), так и жидкие (Ecoroads, Дорстаб, Дорзин, Nanostab) представители стабилизирующих добавок. Дозировки самих добавок и дополнительно вводимого вяжущего в состав смеси были назначены на основании технических условий производителей.

Результаты испытаний образов укрепленного грунта подтвердили положительное влияние добавки на свойства конечного композита, отмечено повышение физико-механических характеристик материала при равнозначном содержании вяжущего компонента в смеси. Все вышеперечисленные добавки способствовали получению требуемых показателей прочности согласно ГОСТ 23558-94 и, поэтому их следует рекомендовать для применения в практике дорожного строительства Белгородской области. На рис. 1,2 представлены этапы технологических процессов по устройству опытных участков на территории Белгородской области.

В процессе укрепления грунта жидким стабилизатором Nanostab (рис. 1) возникла технологическая трудность. Введение стабилизатора предусматривает его растворение в определенном количестве воды и дальнейшее распределение полученной водной суспензии по поверхности грунта. Однако из накопленного опыта по строительству земляного полотна и грунтовых оснований автодорог Белгородской области отмечено, что большинство грунтов уже имеют оптимальную влажность в стадии залегания. Дополнительное увлажнение приводит к затруднениям в процессе уплотнения и достижения требуемого коэффициента уплотнения.

Следовательно, при устройстве слоя основания, укрепленного данным инновационным материалом, для достижения максимальной плотности потребовалась дополнительная просушка грунта и, как следствие, увеличение сроков строительства основания дорожной одежды.

Таким образом, использование жидких стабилизаторов целесообразнее производить для укрепления грунтов с влажностью ниже оптимальной, которые залегают в климатических зонах с более жарким климатом.

Рис. 1. Укрепление грунта стабилизатором Nanostab

Рис. 2. Распределение стабилизатора Дорцем

Некоторые недостатки отмечены и при использовании порошкообразных модификаторов, таких как ДорЦем (рис. 2). Большинство производителей рекомендуют их использование совместно с цементом.

Механизмами для синхронного распределения цемента и стабилизирующих добавок парк дорожно-строительных организаций Белгородской области не располагает. Поэтому сначала производилось распределение цемента, а затем добавки. В процессе распределения наблюдались потери вяжущих от колес спецтехники и погодных условий (ветра). Целесообразней было бы производить распределение одного вида стабилизатора, но это перспективное направление деятельности для предприятий-изготовителей стабилизирующих добавок.

Несмотря на указанные недостатки, следует отметить положительный эффект от использования стабилизаторов при укреплении грунтов оснований автодорог Белгородской области. Данное перспективное направление является альтернативой традиционным технологиям производства работ и позволяет минимизировать как временные, так и стоимостные затраты при строительстве.

Статья подготовлена при финансовой поддержке в рамках реализации Программы стратегического развития и программы развития опорного университета на базе БГТУ им. В.Г. Шухова.

Список литературы

1. Безрук В.М. Укрепленные грунты. М.: Транспорт, 1982. 231 с.
2. Бируля А.К. Новые конструкции оснований для дорожных покрытий // Строительство дорог. 1989. № 6. С. 45–48.
3. Воронкевич С.Д. Основы технической мелиорации грунтов. М.: Научный мир, 2005. 504 с.
4. Кочеткова Р.Г. Современные методы улучшения свойств глинистых грунтов вяжущими и добавками: монография. Москва: Изд-во МАДИ, 2014. 132 с.
5. ОДМ 218.1.004-2011. Классификация стабилизаторов для укрепления грунтов. М. 2012. 15 с.

УДК 691.327

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ РАЗРАБОТКИ В ОБЛАСТИ ДЕКОРАТИВНЫХ ЦЕМЕНТНЫХ БЕТОНОВ И ИЗДЕЛИЙ ИЗ НИХ

Бобрышева Юлия Сергеевна, Фомина Наталия Николаевна

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., Россия, e-mail: bobryshevajullia@gmail.com, fominanani@yandex.ru

Аннотация. Рассмотрены основные сведения и особенности получения декоративных эффектов в изделиях из цементных бетонов. Проанализированы перспективные направления в области разработки составов декоративных бетонов, альтернативные способы формообразования изделий.

Ключевые слова: декоративный бетон, бетонный элемент интерьера, формообразование изделий, безотходная опалубка

PERSPECTIVE DEVELOPMENTS IN THE FIELD OF DECORATIVE CEMENT CONCRETES AND ARTICLES THEREOF

Bobrysheva Yuliya Sergeevna, Fomina Natalia Nikolaevna

Yuri Gagarin State Technical of Saratov, Russia
e-mail: bobryshevajullia@gmail.com, fominanani@yandex.ru

Abstract. The basic information and features of obtaining decorative effects in cement concrete products are considered. The perspective directions in the field of development of compositions of decorative concrete, alternative ways of forming of products are analyzed.

Keywords: decorative concrete, concrete interior element, shaping products, waste-free formwork

Области применения современного декоративного цементного бетона обширны, что связано с выигрышным сочетанием цены и качества, а также с

тенденциями к аскетичности, минимализму, экологичности при обустройстве жилых и общественных пространств. Современный архитектурно-декоративный бетон стали применять даже для создания мебели и элементов интерьера. Возросший спрос на применение цементных бетонов в дизайне интерьера делает актуальной тему разработки улучшенных составов декоративных бетонов и способов формообразования изделий при изготовлении элементов интерьера.

Представленная работа нацеливалась на анализ сведений об инновациях в области составов декоративных бетонов и технологий создания дизайнерских изделий из них.

Изделия из декоративных цементных бетонов можно разделить на следующие группы:

Изделия из цветного бетона, получаемого введением в состав бетонной смеси пигментов, что позволяет получить равномерный цвет по всему объему изделия. Это широко распространенный вариант, применяемый многочисленными производителями тротуарной плитки, бордюрного камня и подобных изделий. В целях экономии выпускают двухслойные изделия – основной слой из обычного бетона, а лицевой – из декоративного. Из цветного бетона изготавливают малые архитектурные формы, интерьерную плитку и предметы интерьера (рис. 1, 2).

Рис. 1. Интерьерная плитка из цветного бетона от производителя Lick my brick [11]

Рис. 2. Раковина из цветного бетона от производителя Kast [10]

Бетонные изделия, имитирующие текстуру мрамора (или другого натурального камня), что достигается раздельным приготовлением смесей разного цвета, с последующим их совмещением в одном изделии так, чтобы получить основной и прожилочные тона. Искусственный мрамор на основе цемента нашел широкое применение для отделки общественных зданий с большой проходимостью людей, а также в ландшафтном дизайне. Одной из

крупных компаний с запатентованной технологией производства «мрамора из бетона» в России является «Систром» (рис. 3, 4).

Бетонные изделия с особо выразительной текстурой, что достигается введением в состав декоративных заполнителей – выразительного природного камня, стекла и т.п., с последующим «выявлением» (шлифовкой, полировкой) заполнителя на лицевой поверхности изделий. Пример таких изделий - напольная плитка Terrazzo (рис. 5), известная со времен римских палаццо и популярная в отделке общественных зданий советской архитектуры. По этой технологии стали производить не только напольные покрытия, но и предметы интерьера: панели, столешницы, сидения (рис. 6) и т.д. Такой прием может сочетаться с окрашиванием бетонной смеси в массе.

Рис. 3. Большая мозаика из бетонной плитки с имитацией цветного мрамора от производителя «Систром» [7]

Рис. 4. Флорентийская плитка из бетона с имитацией цветного мрамора от производителя «Систром» [7]

Рис. 5. Образцы Terrazzo производителя «Мастера бетона» [2]

Рис. 6. Интерьер с применением столешниц и декором барной стойки по технологии Terrazzo от производителя «Lick my brick» [11]

Бетонные изделия с фактурной лицевой поверхностью, изготавливаемые нанесением штампов при формовании «лицом вверх», или в рельефных формах - при формовании изделий «лицом вниз». Здесь возможны разнообразные фактуры – и рельефные, и имитирующие естественные сколы природного камня, кирпичную кладку, и др.

С учетом колористических особенностей искусственного камня в качестве вяжущего в декоративных бетонах применяют как серый, так

белый портландцементы. В качестве пигментов используются щелочестойкие минеральные вещества с высокой степенью укрывистости. Для повышения долговечности лицевого слоя изделий из декоративного бетона их рекомендуется обрабатывать специальными пропиточными составами [3]. Качественные пропитки, помимо надежной защиты, визуально невидимы, но избавляют бетон от характерной «пыльности». В больших объемах декоративный бетон изготавливают редко, как правило, это небольшие партии изделий, с учетом всех требований заказчика.

Поиск эффективных составов декоративных бетонов и инновационных технологических решений в их производстве и применении проводился по следующим направлениям: поиск альтернативных вяжущих, пигментов, заполнителей для изготовления декоративных бетонов; альтернативные способы формообразования изделий; сохранение декоративных свойств в процессе эксплуатации; получение новых декоративных эффектов.

В работе [9] установлено, что шлам водоочистки подземных источников содержит 32,8% оксида марганца, и поэтому является ценным сырьем для производства марганцевого пигмента, позволяющего получать бетон темно-фиолетового, близко к черному, цвета.

Предложенное в [5] вяжущее для декоративного бетона имеет стабильный зеленый цвет, содержит тонкомолотые шлак от выплавки феррохрома, отходы обогащения железных руд, доменный гранулированный шлак и двуводный гипс. В состав отходов обогащения железных руд входят минералы граната, выступающие в роли активатора гидратации и твердения.

Разработанные автором [8] архитектурно-декоративные бетоны рекомендуются к использованию для изготовления тонкослойных отделочных декоративных панелей и изогнутых архитектурных элементов с плавным сопряжением поверхностей. В составах используются отходы дробления горных пород - гранита, известняка и мрамора: микрометрической фракции (каменная мука) и фракций от 0,16 до 5 мм. Установлены кинетические закономерности ускоренного твердения разработанных бетонов при температуре 20±2 °С, показана чрезвычайно высокая ранняя прочность разработанного бетона. В результате введения дисперсных и тонкозернистых наполнителей возможно снижение стоимости декоративного бетона за счет снижения расхода белого цемента и частичное решение экологической проблемы.

Автором [6] разработаны фасадные изделия из цветного мелкозернистого бетона на основе отсевов дробления бетонного лома, микрокремнезема, пигмента и пластификаторов.

В качестве альтернативного способа формообразования изделий интересными являются исследования в рамках проекта TailorCrete [13]. На кафедре Architecture & Digital Fabrication ETH Цюриха создана опалубка из воска для создания сложносопряженных бионических форм в дизайне и архитектуре. С помощью компьютерных расчётов роботизиронное

оборудование отливает опалубку из воска сложной формы, преимущество которой – возможность ее повторного использования. Применение такого метода опалубирования уместно при изготовлении уникальных изделий сложносопряженной формы без швов.

Одна из инновационных технологий - текстильный бетон, исследованиям его свойств посвящена работа группы специалистов в Дрездене [14]. Гибкая текстильная арматура позволяет создавать тонкостенные изделия сложной формы, благодаря чему из этого материала возможно создание уникальных архитектурных конструкций и изделий.

Инновационные типы бетонной опалубки на основе гибкой текстильной мембраны [15] также позволяют получать сложную бионическую геометрию изделий. Материалы для текстильной опалубки - полиэтилен или полипропилен - доступны и экономичны, производятся в крупных масштабах и могут повторно использоваться, не требуют применения смазок. При всех достоинствах текстильная опалубка находит свое применение в основном в индивидуальных проектах.

В работе [1] автор особое внимание уделяет процессам образования высолов при эксплуатации изделий из цветных бетонов, что является одной из основных проблем при их применении. Для ликвидации высолообразования эффективно введение в состав акрилата кальция и мальтозной кислоты. Эти вещества, находясь в жидкой фазе цементного раствора, вступают в реакцию с ионами Ca^{2+}, Na^{+}, K^{+}, с уплотнением структуры, уменьшением испарения воды и предотвращением высолообразования.

Настоящим прорывом стало изобретение светопрозрачного бетона в 2001 году венгерским архитектором Ароном Лошонци, получившего название Litracon [12]. Технология светопрозрачного бетона заключается в послойном наложении бетонной смеси и оптоволоконных нитей в форму. Толщина оптоволоконных нитей составляет от 5 мкм до 2 мм, при этом они составляют 4% объема изделия. Стены из Litracon могут пропускать свет при толщине до 20 м. При всех достоинствах нового материала его широкое применение ограничивает высокая стоимость и сложность производства.

На основе светопрозрачного бетона создано светящееся декоративное отделочное покрытие. Оно выполнено в виде объемной формы из бетона, содержащей источник света и пучки светового оптоволокна, концы которых вставлены в источник света с одной стороны, а с другой - выведены на внешнюю поверхность изделия. Так создается равномерно-светящаяся бетонная поверхность. Недостатком изобретения является то, что подобные конструкции должны иметь небольшую площадь поверхности свечения для равномерного освещения [4].

Таким образом, при разработке элементов дизайна из декоративных бетонов большой практический интерес представляют исследования в области расширения сырьевой базы с применением промышленных отходов в качестве компонентов декоративного бетона, а также изменения состава

бетона для получения новых декоративных эффектов. Интересны разработки и в области применения безотходных опалубок из альтернативных материалов. Продолжение исследований в данных областях может послужить толчком для внедрения разработок в производство, и в целом, для развития производства изделий из декоративных бетонов в нашем регионе.

Список литературы

1. Кузьмина В.П. Применение пигментов и цветных цементов в технологии производства сухих декоративных строительных смесей / В.П. Кузьмина // Строительные материалы. 2000. № 5. С. 15-17;
2. Мастера бетона. Пол Terazzo. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://mastera-betona.ru/terrazzo.html (Дата обращения: 03.05.2019)
3. Павлова И.Л. Зимнее бетонирование / И.Л. Павлова, М.П. Кочергина, М.Р. Муракаев // Ресурсоэнергоэффективные технологии в строительном комплексе региона. 2017. № 8. С. 272-274.
4. Пат. 127867 Российская Федерация, МПК F21S 10/00 (2006.01). Светящееся декоративное отделочное покрытие / Сухоленцев В. Г.; опубл. 10.05.2013 Бюл. № 13.
5. Пат. 2452702 Российская Федерация, МПК C04B 7/153 (2006.01). Вяжущее и способ его приготовления для производства декоративного бетона / Сенкус В.В., Коробейников А. П., Стефанюк Б. М., Сенкус В. В., Конакова Н.И., Карпова А. И., Барыльников В. В., Пискаленко В. В.; опубл.: 10.06.2012 Бюл. № 16;
6. Пилипенко А.С. Эффективные декоративные фасадные бетонные изделия с использованием отсевов дробления бетонного лома.: дис. … канд. тех. наук: 05.23.05. – М., 2012. - 22 с.
7. Систром. Уникальные технологии производства изделий из бетона. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.sistrom.ru/ (Дата обращения: 03.05.2019);
8. Суздальцев О.В. Долговечные архитектурно-декоративные порошково-активированные бетоны с использованием отходов камнедробления горных пород.: дис. … канд. техн. наук: 05.23.05. – Пенза, 2015. – 228 с.
9. Шаяхметов Р.З. Строительные пигменты из шламов водоочистки / Р.З. Шаяхметов // Строительные материалы. – 2008. - № 12. – С. 32-33.
10. Kast Canvas [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://kastconcretebasins.com/ (Дата обращения: 04.05.2019)
11. Lickmybrick. Изделия из бетона [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://lickmybrick.com/ (Дата обращения: 03.05.2019)
12. Litracon [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.litracon.hu/en (Дата обращения: 21.03.2019)
13. Gramazio F., Kohler M., Mirjan A., Oesterle S., Vansteenkiste A.. High-efficiency Concrete Formwork Technology // Architecture & Digital Fabrication ETH Zurich, Zurich, Switzerland. – 2012. Режим доступа: https://www.lafargeholcim-foundation.org/projects/high-efficiency-concrete-formwork-technology-zurich-switzerlan (Дата обращения: 21.03.2019)
14. Scheerer S., Chudoba R., Garibaldy M. P., Curbah M. Shells made of textile reinforced concrete – application in Germany // Journal of the International Association and Association for Shell and Spatial Structures, Dresden, Germany. Vol. 58 (2017). No 1. pp. 79-93.
15. West M., Araya R. Fabric formwork for concrete structures and architecture // International Conference on Textile Composites and Inflatable Structures, Barcelona, Spain. – 2009.

УДК 666.29.056

СПОСОБЫ ОКРАШИВАНИЯ ЛИЦЕВОЙ ПОВЕРХНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Бондаренко Диана Олеговна, Бондаренко Надежда Ивановна

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, Россия,
e-mail: di_bondarenko@mail.ru, bondarenko-71@mail.ru

Аннотация. В работе рассмотрены традиционные технологии получения защитно-декоративных покрытий на отделочных строительных материалах. Представлена краткая информация о способах окрашивания лицевой поверхности композитов. Разработана технология получения декоративного покрытия на бетоне с использованием жидкого натриевого стекла и водных растворов красящих солей металлов.

Ключевые слова: плазменные технологии, декоративные покрытия, жидкое натриевое стекло, плазменное оплавление, цветные соли металлов

METHODS OF COLORING THE FACIAL SURFACE OF CONSTRUCTION MATERIALS

Bondarenko Diana Olegovna, Bondarenko Nadezda Ivanovna

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov, Russia,
e-mail: di_bondarenko@mail.ru, bondarenko-71@mail.ru

Abstract. The paper discusses traditional technologies for producing protective and decorative coatings on finishing building materials. A brief information about the methods of coloring the front surface of composites is presented. A technology of production a decorative coating on concrete using liquid sodium glass and aqueous solutions of coloring metal salts has been developed.

Keywords: plasma technologies, decorative coatings, liquid sodium glass, plasma melting, coloring metal salts

Покрытия, получаемые на поверхности композитов с использованием плазменных технологий, имеют высокие показатели по прочности и химической устойчивости, однако обладают узкой палитрой цветов. Окрашивание защитных покрытий на лицевом слое отделочных материалов производят по различным технологиям [1–10]:

– глазурование с предварительным нанесением глазурного шликера;

– ангобирование;

– формирование подстилочных слоёв с последующей присыпкой боя цветных стёкол, керамики, отходов горнорудной и химической промышленности;

– предварительная пропитка водными растворами красящих солей металлов с последующим плазмохимическим модифицированием;

– окрашивание в массе всего композита с последующим оплавлением;

– комбинация вышеперечисленных методов с использованием натриевого жидкого стекла различной плотности.

Традиционная технология приготовления глазурного шликера или ангобов, их нанесение на лицевую поверхность изделия, сушка и локальная термообработка экранными печами, газопламенным и плазменным факелами является достаточно трудоёмкой, длительной во времени и дорогостоящей, что не позволяет производить высококачественную продукцию.

Ангобирование керамических блоков предусматривает ряд технологических операций. Использование дорогостоящей ортофосфорной кислоты для приготовления ангобов и дополнительные технологические операции по нанесению и сушке являются основным недостатком этого технологического решения. Ангобирование керамических блоков плазменным напылением измельчённой беложгущейся глины и каолинов является высокопроизводительной и экономически целесообразной [5]. Однако предварительный помол глины и каолина с последующим рассевом на виброситах повышает себестоимость конечного продукта. Технология газопламенного напыления порошков глазурей на лицевую поверхность также неэффективна из-за трудоёмкой и длительной операции помола и рассева порошков на фракции, а также из-за дефицитных материалов в составе глазурей [7].

Авторами [8] разработана технология плазмохимического модифицирования стеновой керамики с использованием отходов обогащения железистых кварцитов КМА. В зависимости от содержания отходов в керамической массе цвет покрытия может меняться от коричневого и тёмно-зелёного до насыщенного чёрного. Окрашивание в массе стеновой керамики также не является энергосберегающей технологией, так как предусматривает ряд энергоёмких технологических операций по введению добавки в состав и её усреднения.

Технология глазурования лёгких и тяжёлых бетонов с использованием экранных печей предусматривает использование специально подобранные пигменты [9]. Однако из-за дороговизны они могут существенно повысить себестоимость готового изделия.

Красящие соли металлов, такие как титан, хром, кобальт под действием плазменной струи разлагаются до соответствующих оксидов, которые окрашивают образовавшийся на бетоне расплав. Пропитка водными растворами красящих солей металлов лицевой поверхности отделочных материалов в процессе плазмохимического модифицирования образует защитно-декоративные покрытия широкой цветовой гаммы [10].

Водные растворы бихромата калия ($K_2Cr_2O_7$) окрашивают оплавленный плазмой слой строительных материалов от бледно-зелёного до тёмно-

зелёного. Стоит отметить, что он является химически опасным высокотоксичным веществом и канцерогеном.

Водный раствор хлорида никеля ($NiCl_2$) окрашивает поверхность в зависимости от концентрации в светло-коричневые и светло-серые цвета (таблица 1) [6].

Таблица 1 – Влияние концентрации $NiCl_2$ на цветовые характеристики лицевой поверхности керамического кирпича [6]

Концентрация водного раствора, %	Органолептическая характеристика цвета покрытия
5	серо-коричневый
10	темнее предыдущего
12	тёмно-коричневый
15	тёмно-коричневый

Соли сульфата кобальта ($CoSO_4$) разлагаются уже при температуре 735 °С, что значительно ниже температуры плазменной струи и окрашивают расплавы от синего до фиолетового цвета (таблица 2) [5].

Таблица 2 – Влияние концентрации $CoSO_4$ на цветовые характеристики лицевой поверхности керамического кирпича [5]

Концентрация водного раствора, %	Органолептическая характеристика цвета покрытия
1	светло-сиреневый
2	тёмно-сиреневый
5	светло-фиолетовый
7	интенсивнее предыдущего
10	фиолетовый
15	фиолетовый
20	интенсивнее предыдущего

Достаточно оригинальной является технология изготовления изделий из бетона с защитно-декоративным покрытием, сочетающая пропитку изделий азотнокислыми солями и традиционное глазурование. На первой стадии поверхность бетона пропитывали растворами водных солей красящих металлов, а на второй – наносили суспензию прозрачной бесцветной глазури, которая подсушивалась и оплавлялась. Полученное таким образом покрытие имело «внутренний» окрашенный слой [11].

В свете вышеизложенного является целесообразным продолжить исследования в области расширения использования красящих солей металлов для получения защитно-декоративных покрытий с использованием технологии плазмохимического модифицирования. Это обосновывается следующим:

– красящие соли металлов и их сочетание позволяет получать практически неограниченную цветовую гамму покрытия;

– с экономической точки зрения расход красящих солей металлов невелик, они значительно дешевле глазурей, пигментов и ангобов;

– красящие соли металлов разлагаются с образованием оксидов при более низких температурах, чем температуры разогрева лицевой поверхности с нанесением предварительно высушенного глазурного шликера;

– применение красящих солей металлов позволяет снизить общие энергозатраты на получение защитно-декоративных покрытий на бетоне за счёт устранения ряда длительных по времени технологических стадий и экономии дефицитных сырьевых материалов.

В связи с чем, предложена технология получения декоративного покрытия с использованием водных растворов красящих солей на мелкозернистом бетоне, которая включала следующие технологические операции (рисунок 1).

Рис. 1. Технология получения декоративного покрытия

Эффект окрашивания красящими солями металлов обусловлен их разложением с образованием оксидов металлов, которые в процессе образования расплава входят в структуру последнего и окрашивают в соответствующие цвета (таблица 3), что позволяет получать декоративные покрытия с высокими эстетико-потребительскими свойствами.

Таблица 3 – Зависимость характеристик декоративного покрытия от состава

Концентрация водного раствора красящих солей металлов, %				Органолептическая характеристика цвета покрытия
$CoCl_2 \cdot 6H_2O$	$NiCl_2 \cdot 6H_2O$	$CuCl_2 \cdot 2H_2O$	$CrCl_2 \cdot 6H_2O$	
1,5	–	–	–	синий
–	1,5	–	–	зеленый с коричневыми и желтыми вкраплениями
–	–	1,5	–	белый с розовыми вкраплениями
–	–	–	1,5	розовый

По своим декоративным качествам разработанные покрытия могут конкурировать с недолговечными лакокрасочными.

Работа выполнена при финансовой поддержке Гранта Президента для научных школ НШ-2724.2018.8

Список литературы

1. Бондаренко Д.О., Строкова В.В., Тимошенко Т.И., Роздольская И.В. Плазмохимическое модифицирование облицовочного композиционного материала на основе полых стеклянных микросфер с защитно-декоративным покрытием // Перспективные материалы. 2018. № 8. С. 72–80.

2. Бессмертный В.С., Пучка О.В., Бондаренко Д.О., Антропова И.А., Брагина Л.Л. Плазмохимическое модифицирование стеновых строительных материалов // Строительные материалы и изделия. 2018. Т. 1. № 2. С. 11–18.

3. Бондаренко Д.О., Бессмертный В.С., Строкова В.В., Бондаренко Н.И. Процессы образования ликваций, термодиффузии и испарения в облицовочном композиционном материале при плазмохимическом модифицировании // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2018. № 7. С. 65–70.

4. Бондаренко Н.И., Бессмертный В.С., Борисов И.Н., Тимошенко Т.И., Буршина Н.А. Бетоны с защитно-декоративными покрытиями на основе алюминатных цементов, оплавленные плазменной струёй // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2016. № 2. С. 181–185.

5. Былкова Н.В., Заяханов М.Е. Исследование свойств паст декоративных покрытий при обработке строительных материалов низкотемпературной плазмой // Человек и общество: на рубеже тысячелетий: сб. тр. Воронеж, 2002. Вып. 11. С. 134–136.

6. Буянтцев С.Л., Былкова Н.В., Заяханов М.Е. Защитно-декоративные покрытия на строительных изделиях с использованием сырьевых материалов Бурятии // Строительные материалы. 2002. № 8. С. 22–23.

7. Смирнова Г.Г., Баньковская И.Б., Сазонова М.В. Газопламенное глазурование строительных материалов // Строительные материалы. 1976. № 8. С. 18–20.

8. Бессмертный В.С., Пучка О.В., Кеменов С.А., Бондаренко Н.И., Табит Салим А.А. Плазмохимическая модификация стеновых строительных материалов с отходами стеклобоя и отходами обогащения железистых кварцитов КМА // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2014. № 5. С. 21–24.

9. Гердвис И.А. Технологические и художественные основы подбора пигментов при цветном глазуровании бетонных стеновых изделий // Тр. НИИ «Стройкерамика». 1973. № 45. С. 195–204.

10. Лепницкая Н.И., Шиманович В.Б., Шипай А.К. О некоторых особенностях технологии лицевого кирпича с оплавленной поверхностью // Интенсификация технологических процессов производства строительных материалов и улучшение их качества. Минск, 1979. С. 104–108.

11. Черных В.Ф. Стеновые и отделочные материалы. М.: Росагропромиздат, 1991. 188 с.

УДК 666.96:669-027.33

РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ В ТЕХНОЛОГИЯХ ЖАРОСТОЙКОГО БЕТОНА

Гнедаш Евгений Евгеньевич, Стефаненко Игорь Владимирович, Акчурин Талгатъ Кадимович

Волгоградский государственный технический университет, Россия,
e-mail: smist2012-2013@yandex.ru

Аннотация. Совершенствование технологии изготовления жаростойких бетонов, разработка новых составов многокомпонентных жаростойких композиций с использованием вторичных ресурсов, не снижая при этом качества выпускаемых изделий, является перспективным направлением энергосбережения в строительной отрасли. В технологиях жаростойких бетонов на портландцементе жаростойкие свойства цементному камню придает модификация матрицы, и использование высокотемпературного заполнителя на основе техногенных отходов машиностроительной и металлургической отрасли региона. Введение в состав жаростойкой композиции на портландцементном вяжущем 5-ти процентов циклонной пыли карбида кремния и отходов абразивного производства способствовало увеличению прочности на сжатие на 12 %, прочности при изгибе возросла на 36 %, термическая стойкость возросла в 3 раза. Модификация цементной матрицы однозамещенным ортофосфатом кальция в количестве 0,2 % от массы цемента и введение в композицию пластификатора 4 % - ного раствора поливинилового спирта увеличило термическую стойкость до 20 теплосмен (вода, 800 ºС).

Ключевые слова: строительные материалы, жаростойкий бетон, минеральные наполнители, модификация бетона, промышленные отходы

RESOURCE IN THE TECHNOLOGIES OF HEAT-RESISTANT CONCRETE

Gnedash Evgeny Evgenievich, Stefanenko Igor Vladimirovich, Akchurin Talgat Kadimovich

Volgograd State Technical University, Russia,
e-mail: smist2012-2013@yandex.ru

Annotation. Improving the technology of making heat-resistant concretes, developing new compositions of multicomponent heat-resistant compositions using secondary resources without reducing the quality of the products being produced is a promising direction for energy saving in the construction industry. In technologies of heat-resistant concrete on Portland cement, the modification of the matrix gives the heat-resistant properties to the cement stone, and the use of high-temperature aggregate based on industrial wastes of engineering and metallurgical industries in the region. The introduction of the heat-resistant composition on Portland cement binder 5 percent of the cyclone dust of silicon carbide and the replacement of quartz sand with abrasive production waste increased the compressive strength by 12%, the flexural strength increased by 36%, thermal resistance - 3 times. Modification of the cement matrix with monosubstituted calcium orthophosphate in an amount of 0.2% by weight of cement and the

introduction of a 4% polyvinyl alcohol solution into the plasticizer composition increased the thermal resistance up to 20 heat cycles (water, 800 ºC).

Keywords: building materials, heat-resistant concrete, mineral fillers, modification of concrete, industrial waste

Текущие задачи импортозамещения в строительной отрасли заключаются в насыщении рынка готовой продукцией, конструкциями отечественного производства, где особое внимание уделяется вопросам развития и совершенствования технологий строительных материалов и изделий. Промышленность огнеупоров не является исключением, так как вопросы высокотемпературной изоляции являются наиболее актуальными в части снижения объема энергетических потерь тепловых агрегатов в различных отраслях промышленности. Постоянно растущий спрос на огнеупорную продукцию на российском рынке, ограниченный ассортимент и низкие объемы выпускаемой огнеупорной продукции российскими производителями, способствует росту импорта.

Развитие огнеупорной отрасли обусловлено повышенным спросом на высокотехнологичную надежную российскую огнеупорную продукцию, приспособленную к потребностям заказчика, с себестоимостью ниже импортной. В этой связи разработка новых эффективных материалов для эксплуатации в условиях высокотемпературной теплоизоляции имеют особую актуальность, и жаростойкий бетон, являясь эффективным огнеупорным материалом, в наибольшей степени отвечает все возрастающим требованиям индустриализации [1, 9].

Сократить срок строительства, уменьшить трудовые затраты при строительстве тепловых агрегатов, повысить срок их службы, тем самым уменьшает затраты на текущие и капитальные ремонты, возможно при замене штучных огнеупорных изделий на изделия из жаростойкого бетона. Жаростойкий бетон по огнеупорности, прочности, термостойкости и коррозионной стойкости обеспечивает перспективу его совершенствования в сборных крупноразмерных изделиях или монолитных конструкциях. Замещение обычных традиционных бетонов многокомпонентными системами позволяет эффективно управлять структурообразованием на всех этапах технологии и получать материалы с самым различным комплексом свойств. Многокомпонентность бетонных систем подразумевает комбинирование компонентов разной природы происхождения, которые и придают уникальные свойства жаростойким бетонам [4, 7, 10]. И в этой связи одним из направлений решения задач ресурсосбережения в строительной отрасли является использование вторичных материальных ресурсов при производстве строительных материалов и изделий, в том числе и жаростойких бетонов.

В технологиях жаростойких бетонов на портландцементе жаростойкие свойства цементному камню придает модификация матрицы, и использование высокотемпературного заполнителя на основе техногенных отходов машиностроительной и металлургической отрасли региона. Перспективным

направление является совершенствование технологии изготовления жаростойких бетонов, разработка новых составов многокомпонентных жаростойких композиций с использованием вторичных ресурсов в качестве модификатора вяжущих веществ и минерального заполнителя, не снижая при этом долговечность и качество выпускаемых строительных материалов [5, 7, 8]. Инвестиции в производства строительной продукции на основе отходов промышленных предприятий практически всегда окупаются, а продукция является конкурентноспособной.

Техногенное сырье промышленных предприятий Нижне-Волжского региона, обладает запасом свойств в части возможности его использования в технологиях изготовления жаростойкой продукции. Среди жаростойких бетонов широкое распространение получил бетон на основе портландцемента (ПЦ) с различными заполнителями, наполнителя и добавками. Жаростойкие свойства цементному камню придает и высокотемпературный заполнитель и модифицированная матрица на основе портландцемента. Жаропрочные бетоны на основе ПЦ имеют огнеупорность до 1320 ºС, температуру начала деформации под нагрузкой 0,2 МПа 1190 ºС и широко применяются для футеровки различных тепловых агрегатов с температурой службы 1100-1200 ºС. Термическая стойкость бетонов на портландцементе, согласно СН 156-79 «Инструкция по технологии приготовления жаростойких бетонов», может составлять в зависимости от марки бетона, вида заполнителей и тонкомолотых добавок от 5 до 100 циклов водных теплосмен. Максимальные результаты по термической стойкости бетонов на ПЦ получают при использовании высокотемпературных заполнителей и тонкомолотых добавок [5, 6].

Оптимизируя физико-минералогический состав вяжущего вещества жаростойких бетонов можно регулировать химический и фазовый состав цементирующего вещества в бетоне. В период разогрева жаростойкого бетона до рабочей температуры, вяжущая составляющая бетона перерождается в керамический черепок, теряя при этом свою несущую способность. Минимизировать процесс снижения несущей способности жаростойкого бетона в первый период разогрева до температуры эксплуатации возможно использованием огнеупорного заполнителя, создающего жесткий каркас в жаростойком бетоне. Оптимизация фракционного состава заполнителя позволяет добиться минимизации допустимого содержания вяжущего в бетоне. Такой технологический прием способствует удержанию изделий из жаростойкого бетона от деформаций [2, 3, 5, 6].

Предлагается в качестве высокотемпературного заполнителя жаростойких композиций использовать побочные и сопутствующие продукты производства карбида кремния (SiC) в виде аморфа (SiC более 70 %), сростков (SiC 40-70 %), силоксикона (SiC 20-40 %), технологических хвостов дробильно-рассевального передела, фракция карбида кремния 1,0-0,8 мм (SiC 96-95%), циклонной пыли (SiC 92-90%) установок аспирации воздуха производственных помещений. По гранулометрическому составу пыль является фракцией частиц карбида кремния 0,04 мм. Отходы производства

абразивного инструмента на керамической связке представляют собой композиционный материал (SiC – 10 %, Al_2O_3 – 80 %, керамическая связка 10 %, в т.ч. Fe_2O_3 -0,3 %, Al_2O_3 -3,5%, SiO_2 - 5,5 %, MgO + CaO - 0,7%), получаемый механическим измельчением с помощью помольного оборудования (мельницы, дробилки) брака готовой продукции. Порошкообразный материал отходов, с размером частиц менее 0,04 мм, образуется за счет механической доводки абразивного инструмента до нормативных геометрических размеров, заточке и пр. Насыпной вес материала находится в диапазоне от 1,86 до 2,68 г/см^3 [11, 12, 13].

Повышение жаростойких свойств портландцементного вяжущего вещества предлагается решить введением в состав цементной композиции однозамещенного ортофосфата кальция. Выбор в качестве добавки к портландцементу однозамещенного ортофосфата кальция (двойной суперфосфат) обоснован вопросами техники безопасности и экологии при использовании ортофосфорной кислоты и ее солей для придания цементным композициям жаростойких свойств [11, 14].

Применение мелкозернистого бетона заметно расширилось среди различных видов бетона. При оптимизации состава мелкозернистый бетон характеризуется высококачественной структурой и отличается высокой технологичностью, позволяя сравнительно просто изготавливать изделия как методом прессования, методом литья. Мелкозернистые композиции легко и эффективно модифицируются с помощью органоминеральных добавок, обеспечивая получение материалов с различным комплексом свойств. Несомненным достоинством мелкозернистых структур является использование дешевых местных песков, вторичных материальных ресурсов, что позволяет снизить стоимость бетона на 15-25 % по сравнению с традиционными крупнозернистыми бетонами. Многокомпонентность мелкозернистой бетонной композиции позволяет эффективно управлять процессами формирования структуры цементного камня на всех этапах технологии и получать материалы с самым различным комплексом свойств. Введение в состав композита 5 % наполнителя циклонной пыли карбида кремния и замена кварцевого заполнителя на отходы абразивного производства дало увеличение прочности на сжатие на 12 %, прочности при изгибе на 36 %. Термическая стойкость увеличилась в 3 раз за счет высокотемпературного наполнителя из карбидокремниевых материалов и абразивных отходов.

В качестве пластифицирующей добавки использовался 4 % - ный водный раствор поливинилового спирта. Однозамещенный ортофосфат кальция (двойной суперфосфат) вводился в состав бетонной композиции в количестве 0,2 % от массы цемента. Термическая стойкость испытываемых составов составила 20 теплосмен (вода, 800 ºС) [7, 11, 14].

Таким образом, введение в составы композиций на портландцемене высокотемпературных наполнителей и заполнителей на основе отходов промышленных предприятий машиностроительной отрасли способствует

повышению жаростойких свойств цементного камня. Предварительные испытания образцов композиции дали положительные результаты в части повышения жаростойких свойств мелкозернистого бетона на портландцементе.

Список литературы

1. Тарасов Р.В., Макарова Л.В., Калинина В.А. Анализ состояния производства жаростойких композиционных материалов // Современные научные исследования и инновации. 2015. № 2. Ч. 1 [Электронный ресурс]. URL: http://web.snauka.ru/issues/2015/02/46518 (дата обращения: 08.06.2018).

2. Experimental analysis of SiC-based refractory concrete in hybrid rocket nozzles [Text] / Raffaele D'Elia [et al.] // Acta astronautica. – 2016. – Vol. 126. special issue: SI. – P. 168-177. http://dx.doi.org/10.1016/j.actaastro.2016.04.034.

3. Prud'homme, E. Use of silicon carbide sludge to form porous alkali-activated materials for insulating application [Text] / E. Prud'homme, E. Joussein, S. Rossignol // European physical journal-special topics. – 2015. – Vol. 224, issue 9. – P. 1725-1735. doi: 10.1140/epjst/e2015-02494-7.

4. Shamsad, A. Effects of key factors on compressive and tensile strengths of concrete exposed to elevated temperatures [Text] / A. Shamsad, Y. S. Sallam; M. A. Al-Hawas // Arabian journal for science and engineering. - 2014. – Vol. 39, issue 6. – P. 4507-4513. doi:10.1007/s13369-014-1166-8

5. Некрасов, К.Д. Жаростойкий бетон с использованием отходов промышленности [Текст] / К.Д. Некрасов, А.П. Тарасова //Бетон и железобетон. – 1974. – №4. – С. 15-16.

6. Hlystov, A. I. Efficiency improvement of heat-resistant concrete through the use of sludge technogenic raw material [Text] / A. I. Hlystov, V. A. Shirokov, A. V. Vlasov // Procedia Engineering. - 2015. – Vol. 111. – P. 290-296. doi:10.1016/j.proeng.2015.07.091.

7. Гнедаш, Е.Е. Состояние и перспективы развития технологий жаростойких композиционных материалов / Гнедаш Е.Е., А.К. Акчурин, И.В. Стефаненко // Известия ВолгГТУ. – 2018 - №9 (219). – С. 56-61.

8. Русина, В.В. Жаростойкие бетоны с использованием техногенного сырья [Текст] / В. В. Русина // Строительные материалы. 2013. - №1. - С. 12-14.

9. Войлоков, И.А. Перспективы развития новых видов бетона в РФ [Текст] / И. А. Войлоков // СтройПРОФиль. 2010. - №2(80). - С. 13-15.

10. Баженов, Ю. М. Технология бетона [Текст] : учеб. / Ю. М. Баженов. – Москва : Изд-во АСВ, 2011. - 528 с.

11. Акчурин, Т.К. Использование местных нетрадиционных вторичных ресурсов в технологиях строительных композитов [Текст] : монография / Т.К. Акчурин, О.Ю. Пушкарская. - Волггогр. гос. технич. ун-т. - Волгоград: ВолгГТУ, 2018. – 216 с.

12. Губанова, Л.Н. Исследование возможности придания жаростойких свойств высоконаполненному мелкодисперсному бетону путем введения отходов производства карбида кремния [Текст]/ Л. Н. Губанова, О. Ю. Пушкарская // Интернет-вестник ВолгГАСУ. Сер. : Политематическая. - 2013. - №2 (27). - С. 1-4. URL: http://vestnik.vgasu.ru/attachments/GubanovaPushkarskaya-2013_2(27).pdf

13. Tukhareli, V.D., Cherednichenko, T.F., Pushrarskaya. O.Y. Ewunconventional additives in concrete technology for expansion its functionality, Solid State Phenomena. 2017. T. 265 SSP. C. 231-236.

14. Пат. 2169130 РФ, ПМК С04В35/057 Масса для формирования основных огнеупоров / А. В. Гропянов, В. М. Гропянов, С.Л. Кабаргин; опубл. 20.06.2001, Бюл. № 26. 4 с.

УДК 54.057

ПРИМЕНЕНИЕ ПАВ ПРИ СИНТЕЗИРОВАНИИ НАНОЧАСТИЦ ДИОКСИДА ТИТАНА ЗОЛЬ-ГЕЛЬ МЕТОДОМ

Губарева Екатерина Николаевна

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, Россия, e-mail: ekaterina.bondareva@rambler.ru

Аннотация. Рассмотрены особенности получения фотокаталитического композиционного материала золь-гель методом. Выделены основные этапы синтезирования и способы регулирования размеров наночастиц. Изучены химические структуры поверхностно-активных веществ (span 20, span 40, span 60) и их влияние на удельную поверхность наночастиц, полученных в их присутствии.

Ключевые слова: фотокатализатор, кремнеземные материалы, поверхностно-активные вещества, удельная поверхность

APPLICATION OF SURFACE SURFACTANTS IN THE SYNTHESIS OF TITANIUM DIOXIDE NANOPARTICLES BY SOL-GEL METHOD

Gubareva Ekaterina Nikolaevna

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov, Russia, e-mail: ekaterina.bondareva@rambler.ru

Abstract. The features of obtaining a photocatalytic composite material by the sol-gel method are considered. The main stages of synthesis and methods for regulating the size of nanoparticles are highlighted. The chemical structures of surface-active agents (span 20, span 40, span 60) and their influence on the specific surface of nanoparticles obtained in their presence were studied.

Keywords: photocatalyst, silica materials, surfactants, specific surface

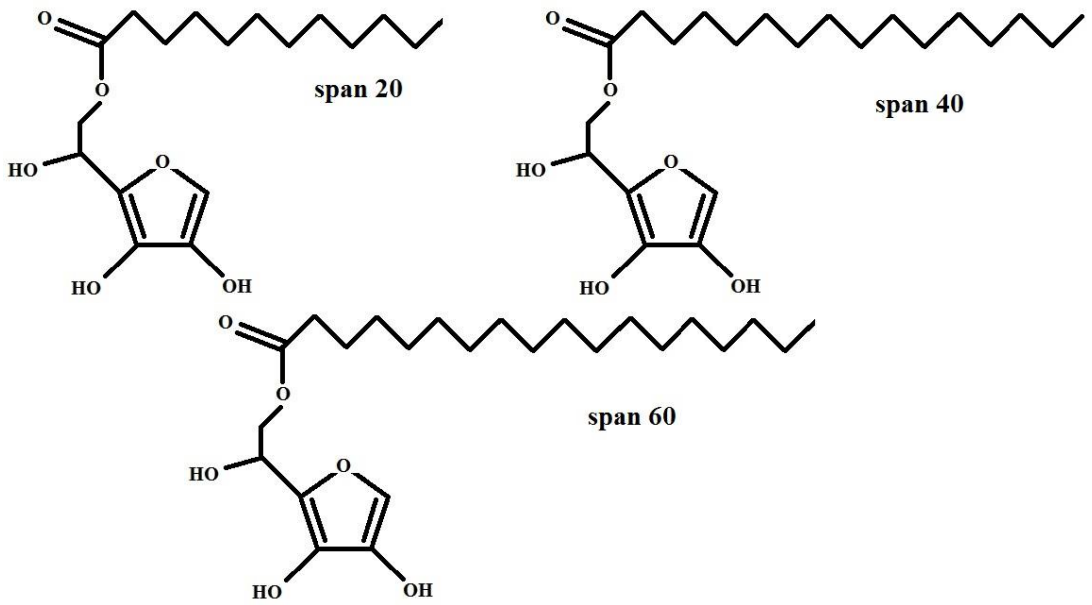
Наиболее востребованными в настоящее время являются материалы, имеющие специфические свойства, такие как гидрофобизирующие эмульсии, защитно-декоративные покрытия, антиобледенительные покрытия, текстиль-бетон, композиционные вяжущие различного состава [1–6]. Наряду с ними исследуется возможность получения самоочищающихся материалов, в состав которых входит фотокаталитический компонент, представляющий собой частицы диоксида титана в модификации анатаза, нанесенного на кремнеземный материал. В качестве кремнеземного материала при синтезировании фотокаталитического композита применяют синтетически полученные вещества, например, тетрэтоксисилан ТЭОС [7, 8], тетраметоксисилан (ТМС) [9] и тетраэтилсилан [10]. Применение кремнеземных носителей приводит к сенсибилизации диоксида титана к видимому спектру излучения. Поскольку использование синтетических материалов оказывает

влияние на стоимость конечного продукта, включение их в состав строительных материалов является нецелесообразным с экономической точки зрения.

Перспективными источниками кремнезема для получения фотокаталитического композиционного являются кремнеземные материалы природного происхождения. Получение фотокаталитических композиционных материалов проводится различными методами. Золь-гель метод позволяет получать наночастицы, пористые структуры с упорядоченным и неупорядоченным расположением пор, нанопокрытия, волоконные и монолитные структуры.

Процесс золь-гель синтеза состоит из нескольких стадий: образование золя (гидролиз и поликонденсация), образование геля, старение геля, сушка, обжиг. Морфология и размер частиц получаемых золей регулируется различными параметрами: видом применяемых прекурсоров и алкоксидов, введением поверхностно-активных веществ (ПАВ).

В работе [11] исследуются ПАВ – сорбитан монолаурат (span 20), сорбитан монопальмитат (span 40), сорбитан моностеарат (span 60) (Loba Chemie, Индия), химические структуры которых представлены на рисунке.



Химические структуры ПАВ

После гидролизации прекурсоры объединяются с головными группами ПАВ либо с помощью электростатических сил, либо водородных связей, что зависит от природы ПАВ. Значения гидрофильно-липофильного баланса для span 20, span 40, span 60 соответственно 8,6, 6,7, 4,3.

Взаимодействие между поверхностно-активными веществами и прекурсора диоксида титана зависит от величины pH реакционной системы и влияет на морфологию частиц. Применение подобных ПАВ позволяет

увеличить значение удельной поверхности получаемых частиц (таблица) на 12, 65 и 109 % в зависимости от применяемого span (20, 40 и 60 соответственно).

Удельная поверхность наночастиц в зависимости применяемого ПАВ

Применяемый ПАВ	Удельная поверхность наночастиц, $м^2/кг$
Отсутствие ПАВ	5,500
Span 20	6,200
Span 40	9,100
Span 60	11,500

Таким образом, несмотря на существенное количество работ по использованию поверхностно-активных веществ в процессе получения наночастиц различного состава, по-прежнему остаются вопросы применения ПАВ, а именно их вида и концентрации с целью повышения активности фотокатализатора за счет регулирования размеров кристаллитов анатаза на поверхности кремнеземного сырья.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 19-19-00-263).

Список литературы

1. Ищенко А.В., Баскаков П.С., Строкова В.В., Молчанов А.О. Стабилизация и коалесценция гидрофобизирующих эмульсий на основе полисилоксановой жидкости // Ученые записки Крымского федерального университета им. В.И. Вернадского. Биология. Химия. 2018. Т. 4(70). № 2. С. 203–213.

2. Кожухова М.И., Строкова В.В., Соболев К.Г. Особенности гидрофобизации мелкозернистых поверхностей // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2014. № 4. С. 33–35.

3. Бондаренко Д.О., Козырева В.В. К вопросу о разработке защитно-декоративного покрытия на основе вторичного сырья // Образование. Наука. Производство: сб. IX Междунар. молодежный форум, Белгород. 2017. С. 92–95.

4. Попов А.Л., Строкова В.В., Нелюбова В.В. Особенности композиционного вяжущего на кварц-полевошпатовом песке // Строительство и техногенная безопасность. 2018. № 12 (64). С. 63–70.

5. Сайделов С.Р., Баскаков П.С., Нелюбова В.В. Использование пигментов цинка, различного размера, в цинконаполненных антикоррозионных покрытиях // Инновации в строительстве – 2017: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Белгород. 2017. С. 126–132.

6. Нелюбова В.В., Попов А.Л., Строкова В.В. Исследование активности кремнеземсодержащего сырья с учетом его состава и способа механоактивации // Наукоемкие технологии и инновации: сб. докладов Междунар. науч.-практ. конф., Белгород, 2016. С. 295–299.

УДК 544.7

К ВОПРОСУ О РАЗРАБОТКЕ И ПРИМЕНЕНИИ ВОДНЫХ ЭМУЛЬСИЙ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Дедкова Екатерина Валерьевна, Ишмухаметов Эдуард Миниахметович, Абзалилова Алина Валентиновна

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, Россия, e-mail: katjukha-dedkva@rambler.ru, edktatar@rambler.ru, alina.ishchenko.92@mail.ru

Аннотация. Проведен анализ существующих водных эмульсий функционального назначения, используемых для обеспылевания дорожных покрытий различного назначения. Рассмотрено влияние состава дисперсии на длительность периода пылеподавления, а также действие этиленгликоля и его дозировки на температуру застывания для битумных эмульсий.

Ключевые слова: водные эмульсии, пылеподаление, этиленгликоль, винилированные алкидные олигомеры, лигносульфонаты, битумные эмульсии

TO THE QUESTION ABOUT DEVELOPMENT AND APPLICATION OF WATER EMULSIONS OF FUNCTIONAL PURPOSE

Dedkova Ekaterina Valerievna, Ishmuhametov Eduard Miniakhmetovich, Abzalilova Alina Valentinovna

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov, Russia, e-mail: katjukha-dedkva@rambler.ru, edktatar@rambler.ru, alina.ishchenko.92@mail.ru

Abstract. The analysis of the existing water emulsions of functional purpose used for the dedusting of road surfaces for various purposes is given. The influence of the composition of the dispersion on the duration of the dust suppression period, as well as the effect of ethylene glycol and its dosage on the pour point for bitumen emulsions is considered.

Keywords: water emulsions, dust supression, ethylene glycol, vinyl alkyd oligomers, lignosulfonates, bitumen emulsions

На сегодняшний день разработка месторождений полезных ископаемых открытым способом и применение скоростных автосамосвалов большой грузоподъемности для транспортировки руды и породы сопровождается значительным увеличением интенсивности пылевыделения в карьерах. В местах открытых разработок месторождений более 60 % всех путей составляют карьерные автодороги, ввиду чего они отличаются большей протяженностью и достаточно высокой интенсивностью движения. По мере увеличения глубины разработки горной выработки пылеобразующая способность автодорог резко возрастает [1–4].

Примеры пылевыделения в местах открытых разработок месторождений

Повышенное содержание взвесей пыли в воздухе приводит к оседанию ее на поверхности минеральных и органических образований, что требует дополнительной очистки, затрудняет рабочий процесс, а также негативно влияет на здоровье человека. Одним из способов решения данной проблемы является применение составов эмульсий функционального назначения, распыление которых на поверхности автодорог позволяет снизить образование пыли.

Для решения описанной выше проблемы группой ученых [5–7] был предложен пылеулавливающий состав на основе водных дисперсий винилированных алкидных олигомеров (ВАО), предназначенный для обработки дорог карьеров и открытых разработок полезных ископаемых. В ходе проведенного исследования авторами были изучены такие основные физико-химические свойства разработанной водной дисперсии на основе ВАО, как вязкость, адгезионные свойства, смачивание, температура застывания, температура вспышки. Анализ полученных результатов показал, что все из вышеперечисленных параметров, кроме температуры застывания данной эмульсии, имеют высокие показатели. Также было отмечено, что применение данного состава в период отрицательных температур является невозможным ввиду того, что при 0° С происходит дестабилизации дисперсной системы, что ведет к ее деэмульсации. Для увеличения диапазона воздействия отрицательных температур было предложено использование этиленгликоля, оптимальная концентрация которого составила 15–20 %.

Для районов, где показатель уровня запыленности воздуха был слишком высок, наиболее рациональным для пылеподавления автомобильных дорог является использование хлористых солей (кальция, магния, натрия), битумных эмульсий, лигносульфонатов (ЛСТ). Причем использование гигроскопических солей рекомендовано для районов с умеренным и умеренно-жарким климатом.

ЛСТ являются наиболее доступным материал, применяемым для пылеподавления, при этом срок его действия составляется от 20 до 30 суток. ЛСТ представляет собой побочные продукты при получении целлюлозы

сульфитным способом, а именно это – сульфитно-спиртовая барда, сульфитный щелок, сульфитно-дрожжевая бражка [8–11].

Применение битумных эмульсий для обеспыливания дорожных покрытий отличается наибольшим периодом действия по сравнению с остальными составами и составляет 90 суток. При этом содержание основного вещества в эмульсии должно быть порядка 50–60 %, а эмульгатора – 0,2–0,4 % [12–13].

Таким образом, для обеспыливания дорог различного назначения перспективным является применение водных пылеулавливающих составов. Наиболее эффективным является использование водных эмульсий на основе ВАО с применением этиленгликоля, что обеспечивает пылеподавление при отрицательных температурах, и битумных эмульсий, что позволяет удерживать образование пыли в период до 90 суток.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках реализации федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2020 годы», уникальный идентификатор проекта RFMEFI58317X0063.

Список литературы

1. Шевкун Е.Б., Лещинский А.В., Уренев И.М., Вагина Г.П. Пылеподавление при взрывных работах // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2009. № 4. С. 379–384.
2. Алборов И.Д., Харебов Г.З., Статовая Ю.Г., Гасанов С.А. Пылеподавление на технологических дорогах при открытой добыче руд // Труды молодых ученых Владикавказского научного центра РАН. 2012. № 3–4. С. 9–17.
3. Ястребинский Р.Н., Кичигин Е.В., Тикунова И.В. Пылеподавление пылящих пляжей на предприятиях горнорудной промышленности // Экология производства. 2008. № 8. С. 77–82.
4. Финкельштейн З.Л. К вопросу о повышении эффективности систем обеспыливания // Горный журнал. 2012. № 8. С. 99–101.
5. Киреева Е.В., Кондрашова Н.К, Зырянова О.В., Дринберг А.С., Недведский Г.Р. Пылеулавливающие составы на основе водных дисперсий растительных полимеров // Экология и безопасность современных технологий. 2018. № 3. С.68–69.
6. Шувалов Ю.В., Бульбашев А.П, Гаспарьян Н.А. Пылеподавление точечных источников при разработке месторождений в условиях отрицательных температур // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2007. № S12. С. 200–205.
7. Киреева Е.В., Кондрашева Н.К., Зырянова О.В., Дринберг А.С., Недведский Г.Р., Никандров А.Н. Пленкообразующие дисперсии на водной основе для пылеулавливающих составов // Лакокрасочные материалы и их применение. 2018. № 7–8. С. 42–45.
8. Вишневский А.В. Использование отходов промышленного производства для обеспыливания технологических автомобильных дорог // Вестник ЗабГУ. 2017. №11. С.12–18.
9. Тептерева Г.А., Шавшукова С.Ю., Конесев В.Г. Адсорбция модифицированных лигносульфонатов на горных породах // Башкирский химический журнал. 2017. Т. 24. № 4. С. 49–54.

10. Свинороев Ю.А., Рюдигер Б., Батышев К.А., Гутько Ю.И., Семенов К.Г. Биополимерные связующие материалы на основе технических лигнинов // Литейное производство. 2018. № 6. С. 20–25.

11. Тептерева Г.А., Шавшукова С.Ю., Чуктуров Г.К., Конесев Г.В., Агзамов Ф.А. Адсорбция на неорганических материалах лигносульфонатов различных способов получения // Территория Нефтегаз. 2017. № 9. С. 66–71.

12. Шабаев С.Н., Соколов М.В., Аманбакиев А.Р. Применение водно-органической эмульсии для обеспыливания автомобильных дорог Кузбасса // Сборник материалов IX Всероссийской научн.-практ. конференции молодых ученых с международным участием «Россия молодая», Кемерово, 18–21 апреля 2017 г. Кемерово: Изд-во КузГТУ, 2017. С. 51006.

13. Будник В.А., Евдокимова Н.Г., Жирнов Б.С. Битумные эмульсии. Особенности состава и применения тематический обзор // Электронный научный журнал Нефтегазовое дело. 2006. № 1. С. 28.

УДК 54.057

К ВОПРОСУ СИНТЕЗА КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА «ВОЛОКНО − НАНОРАЗМЕРНЫЕ ЧАСТИЦЫ»

Дешина Вера Дмитриевна, Коваль Эвелина Руслановна, Огурцова Юлия Николаевна, Ермак Светлана Николаевна

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, Россия, e-mail: ogurtsova.y@yandex.ru

Аннотация. В статье рассмотрен способ модификации фибры различной природы золь-гель методом для придания ей специальных свойств. В качестве модифицирующих компонентов использовали диоксид кремния и диоксид титана. Показано, что покрытие базальтовой фибры синтезированными частицами составило около 25 %, полипропиленовой фибры − около 10 % Модифицированную диоксидом кремния базальтовую фибру рекомендуется использовать для повышения физико-механических характеристик бетонов, а модифицированную диоксидом титана полипропиленовую фибру для придания бетонам способности к фотокаталитическому самоочищению.

Ключевые слова: базальтовая фибра, полипропиленовая фибра, диоксид титана, диоксид кремния, золь-гель

TO THE QUESTION OF SYNTHESIS OF COMPOSITE MATERIAL «FIBER - NANOSCALE PARTICLES»

Deshina Vera Dmitrievna, Koval Evelina Ruslanovna, Ogurtsova Yulia Nikolaevna, Ermak Svetlana Nikolaevna

Belgorod State Technological University n.a. V.G. Shukhov, Russia, e-mail: ogurtsova.y@yandex.ru

Abstract. The article describes a method of modifying fibers of various nature by the sol-gel method to give them special properties. Silicon dioxide and titanium dioxide were used as

modifying components. It was shown that the coating of basalt fiber with synthesized particles was about 25%, polypropylene fiber – about 10%. Modified with silicon dioxide basalt fiber is recommended to be used to improve the physico-mechanical characteristics of concrete, and modified with titanium dioxide polypropylene fiber – to give concrete photocatalytic self-cleaning properties.

Keywords: basalt fiber, polypropylene fiber, titanium dioxide, silicon dioxide, sol-gel

В настоящее время в технологии строительных материалов РФ используются наукоемкие подходы и средства, направленные на создание эффективных композитов. Одним из способов улучшения свойств строительных композитов является использование армирующих наполнителей, например волокон базальта и полипропилена. Они способствуют повышению прочности и долговечности, уменьшению образования трещин при усадке, сокращению затрат и времени проведения работ [1, 2].

Для значительного улучшения характеристик традиционных строительных материалов и приданиям им специальных свойств используется комплексное модифицирование. Например, для повышения прочности на изгиб, на растяжение при раскалывании и сжатии, морозостойкости в фибробетон предлагают добавлять наряду с гиперпластификаторами нанокремнезем, а для реализации фотохимических процессов, т.е. самоочищения поверхности, рекомендуют вводить нанодисперсный диоксид титана [3].

Создание многофункциональных композиционных материалов на основе органических и неорганических систем является актуальной задачей для многих отраслей строительства. При этом достигаемые свойства композита являются не просто совокупностью свойств, входящих в его состав компонентов, но также ощутимо меняются и увеличиваются из-за размерного эффекта в случае использования наноразмерных компонентов.

Среди известного ряда функциональных модификаторов строительных композитов особое место занимают нанодисперсные TiO_2 и SiO_2, так как их использование позволяет достичь высоких характеристик композитов [4].

Одним из распространенных способов получения нанодисперсных оксидов металлов является золь-гель метод, основанный на гидролизе алкоголятов металлов. Золь-гель метод – это метод получения материалов, в том числе наноматериалов, включающий получение золя с последующим переводом его в гель. В основе золь-гель метода лежат процессы контролируемого гидролиза соединений, обычно алкокоголятов и хлоридов металлов в водной или органической средах [5]. Алкоголяты весьма легко подвергаются гидролизу из-за наличия ионов металлов, которые очень восприимчивы к атаке нуклеофильных агентов. Механизм гидролиза алкоксидов металлов зависит от условий реакции, в частности от pH. Достоинством алкоголятов металлов является возможность варьирования скоростей гидролиза и поликонденсации, определяемых природой алкоксигрупп и концентрацией нуклеофильных агентов.

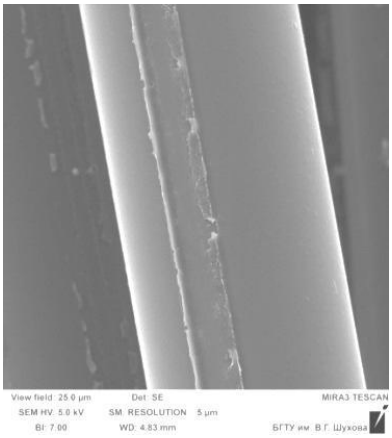
Золь-гель технология является одним из наиболее перспективных методов массового получения наночастиц и материалов на их основе. Этот метод не только не требует больших затрат, но и позволяет получать продукты особой чистоты, к тому же по сравнению с другими методами его коммерческое применение представляется наиболее эффективным.

В литературе описано несколько основных способов получения систем «волокно − наноразмерные частицы»: смешение в расплаве или растворе с использованием слоистых природных силикатов, диоксида кремния или диоксида титана; золь-гель технология в присутствии базальта или пропилена [6].

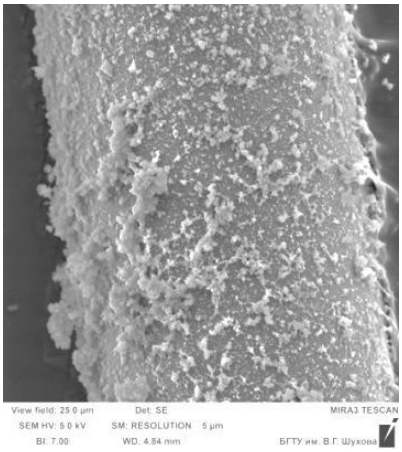
Для получения наносилики в работе использовали золь-гель метод. Наночастицы SiO_2 синтезировали путем гидролиза ТЭОС в смеси этанола, воды, нашатырного спирта и ПАВа. В данной работе ТЭОС, этиловый спирт и нашатырный спирт были использованы в качестве SiO_2 прекурсора, растворителя и катализатора, соответственно.

Синтез нанодисперсного TiO_2 на поверхности полипропиленовый фибры был осуществлен путём пропитки матрицы тетраизопропокститаном, который является прекурсором. После этого образец был помещен в водный раствор азотной кислоты с определенным показателем pH [7, 8].

С помощью РЭМ была изучена поверхность базальтовой фибры до (рис.1, а) и после (рис.1, б) модификации диоксидом кремния, а так же поверхность полипропиленовой фибры до (рис.2, а) и после (рис. 2, б) модификации диоксидом титана. Исходя из проведенного исследования установлено, что покрытие базальтового волокна микро- и наночастицми диоксида кремния составило 25 %, при этом покрытие поверхности полипропиленового волокна соединением диоксида титана составило около 10 %.

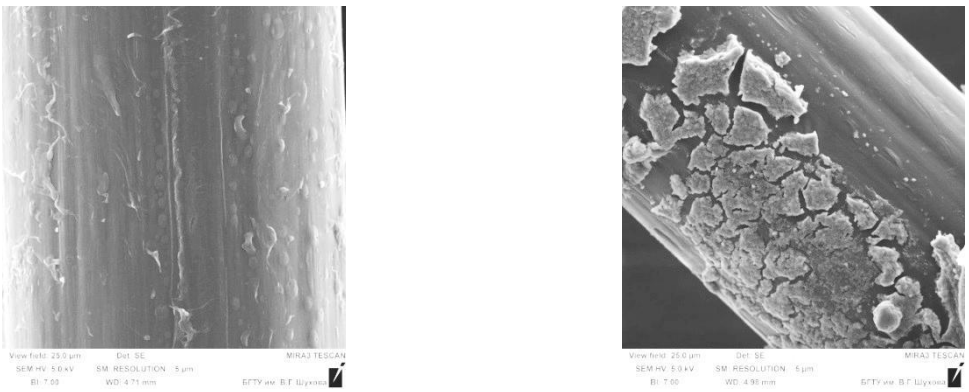


а



б

Рис. 1. Микроструктура базальтовой фибры до (а) и после (б) модификации



а б

Рис. 2. Микроструктура полипропиленовой фибры до (а) и после (б) модификации

Для повышения степени покрытия поверхности полипропиленовой фибры необходимо провести дополнительные исследования влияния параметров синтеза на толщину покрытия с целью снижения степени усадки.

Таким образом использование золь-гель технологии целесообразно при получении модифицированных фиброволокон диоксидами кремния и титана с последующим использованием как добавки в мелкозернистые бетоны.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках реализации федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014−2020 годы», уникальный идентификатор проекта RFMEFI58317X0063.

Список литературы

1. Кербер М.Л., Виноградов В.М., Головкин Г.С. Полимерные композиционные материалы: структура, свойства, технология // СПб.: Профессия. 2008. С. 54–55.

2. Гавшина О.В., Яшкина С.Ю., Яшкин А.Н., Дороганов В.А., Морева И.Ю. Исследование влияния дисперсных добавок на сроки схватывания и микроструктуру высокоглиноземистого цемента // Строительные материалы и изделия. 2018. Т. 1. № 4. С. 30−37.

3. Бабаев В.Б., Строкова В.В., Нелюбова В.В., Савгир Н.Л. К вопросу о щелочестойкости базальтовой фибры в цементной системе // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2013. № 2. С. 63−66.

4. Ищенко А.В., Огурцова Ю.Н., Строкова В.В. Особенности фибры различного состава как элемента самоочищающейся поверхности // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2017. № 11. С. 18−24.

5. Строкова В.В., Евстратов А.А., Огурцова Ю.Н., Кожухова М.И., Бондарева Е.Н. Перспективы производства и применения самоочищающихся строительных материалов в России // Сб. межд. научнопрактической конференции, посвященная 60-летию БГТУ им. В.Г. Шухова 9-10 октября, г. Белгород, 2014 г. С. 67-73.

6. Трофимчук Е.С., Полянская В.В., Москвина М.А., Гроховская Т.Е., Никонорова Н.И., Стрембицкая А.Л., Волынский А.Л., Бакеев Н.Ф. Влияние диоксидов титана и

кремния на термостабильность изотактического полипропилена, деформированного по механизму крейзинга// Высокомолекулярные соединения. 2015. Т.57. № 1. С.15−26.

7. Мазуренко В.В., Руденко А.Н., Мазуренко В.Г. Наночастицы, наноматериалы, нанотехнологии. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2009. 102 с.

8. Волков А.В., Полянская В.В., Москвана М.А., Тунян А.А., Зезин С.Б., Дементьев А.И., Волынский А.Л., Бакеев Н.Ф. Структура органо-неорганических нанокомпозитов полипропилен − TiO_2, полученных с использованием явления крейзинга // Коллоидный журнал. 2013. Т.75. № 1. С. 45−53.

УДК 691.327.666

ПОЛИМЕРНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ЗАЩИТЫ СТРОИТЕЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ ОТ КОРРОЗИОННЫХ РАЗРУШЕНИЙ

Евстафьева Наталья Юрьевна, Стефаненко Игорь Владимирович, Акчурин Талгатъ Кадимович

Волгоградский государственный технический университет, Россия,
e-mail: smist2012-2013@yandex.ru

Аннотация. Ускорение технического прогресса в строительной отрасли обуславливает создание новых более эффективных композиционных материалов и технологий их изготовления. Разработка новых составов композиционных материалов для антикоррозионной защиты строительных изделий и конструкций на основе промышленных отходов предприятий регионов, является актуальной задачей строителей и технологов. Разработанная наполненная двухкомпонентная полимерная система (НДПС) для комплексной защиты строительных материалов и конструкций от воздействия влаги и агрессивных сред на основе вторичного полимерного и минерального сырья обладает пропиточными свойствами. Предварительные результаты испытаний НДПС в условиях воздействия агрессивных сред по показателю коэффициента химической стойкости НДПС, который не превышает значения 0,80, позволяют дать оценку НДПС как защитному полимерному покрытию. Малое наполнение НДПС абразивными частицами и дискретными углеродными волокнами способствовало росту прочностных характеристик образцов с полимерным покрытием. Прирост прочности при сжатии в среднем составил 5 %. Прочность при разрыве увеличилась на 60 %, прочность при сжатии - на 50 %, прочность при изгибе - на 30 %.

Ключевые слова: коррозионные разрушения, строительные материалы, минеральные материалы, полимерные материалы, промышленные отходы, вторичное сырье

POLYMER PROTECTION SYSTEM FOR CONSTRUCTION PRODUCTS FROM THE CORROSIVE DESTRUCTION

Evstafyeva Natalya Yuryevna,Stefanenko Igor Vladimirovich, Akchurin Talgat Kadimovich

Volgograd State Technical University, Russia,
e-mail: smist2012-2013@yandex.ru

Summary. Acceleration of technical progress in the construction industry causes creation of new more effective composite materials and technologies of their production. Development of new compositions of composite materials for anticorrosive protection of construction products and designs on the basis of industrial wastes of the enterprises of regions, is a relevant task of builders and technologists. The developed filled two-component polymeric system (FTCPS) for complex protection of construction materials and designs against influence of moisture and hostile environment on the basis of secondary polymeric and mineral raw materials has impregnating properties. Preliminary results of tests of NDPS in the conditions of influence of hostile environment on an indicator of coefficient of chemical firmness of NDPS which does not exceed value 0.80 allow to give an assessment to NDPS as a protective polymeric coating. Small filling of NDPS abrasive particles and discrete carbon fibers promoted growth of strength characteristics of samples with a polymeric covering. Gain of durability at compression averaged 5%. Durability at a gap increased by 60%, durability at compression - for 50%, durability at a bend - for 30%.

Keywords: corrosion destructions, construction materials, mineral materials, polymeric materials, industrial wastes, secondary raw materials

Постоянно растущие объемы строительства и рост темпов развития отраслей промышленности при интенсификации производственных процессов, связанных с повышением основных технологических параметров (температура, давление, концентрация реагирующих средств и др.) обуславливают высокие требования к надежной эксплуатации строительных конструкций [1, 3, 4]. Особое место в комплексе мероприятий по надежной защите от разрушений строительных материалов и конструкций при протекании коррозионных процессов отводится использованию высококачественных химически стойких материалов для антикоррозионной защиты и гидроизоляции. Особого внимания требуют антикоррозионные мероприятия по защите строительных конструкций нулевого цикла. Агрессивность грунтовых вод нельзя недооценивать, тем более что она может изменяться и возрастать вблизи промышленных предприятий городов и районов региона.

При росте объемов нового строительства, в эксплуатации находится достаточное количество старых построек, которые вследствие коррозии бетона или кирпичной кладки подвержены разрушениям. Фундаменты и другие конструктивные элементы, не обработанные гидроизолирующими материалами, пропускают влагу, проникающую в поры, которая там при замерзании расширяется и разрывает, разламывает поверхность на глубину своего проникновения. Надземные конструкции в отличие от подземных в основном подвергаются воздействию на открытом воздухе атмосферных осадков и мороза. К покрытиям наружных конструкций предъявляются повышенные требования по водо- и морозостойкости, по совместимости компонентов покрытий с щелочной средой бетона, сохранению цветовой гаммы в процессе эксплуатации. Антикоррозионная гидроизоляция решает вышеперечисленные вопросы и предназначена для работ по защиты различных видов покрытий строительных конструкций и сооружений [1, 3, 9, 10, 11].

Коррозионные разрушения сооружений конструкций вызываются многообразием причин, поэтому универсальных методов и материалов для защиты нет. Выбор наиболее эффективной и экономичной системы гидроизоляции требует индивидуального подхода в каждом конкретном случае. Согласно существующей классификации методы гидроизоляции бетонных и железобетонных сооружений и конструкций можно разделить на две группы: первичные и вторичные. Ограждающие бетонные и железобетонные конструкции используются для первичной защиты в качестве гидроизоляции. Вторичная защита может быть засыпной, обмазочной, оклеечной, штукатурной, пропиточной, проникающей, гидрофобиизирующей, мембранной, в зависимости от технологии и применяемых материалов [1, 4, 6, 11].

Традиционные методы защиты бетона от воздействия влаги и агрессивных сред, технологии их выполнения уже не удовлетворяют заказчиков. Современный рынок производства антикоррозионных и гидроизоляционных работ предъявляет высокие требования к соотношению качества антикоррозионных и гидроизоляционных работ и их стоимости. Зарубежные материалы на момент использования теряют свой срок годности, многие материалы изготавливаются в ближнем зарубежье, где качество материалов ниже, но все равно остаются достаточно высокими. Отечественные гидроизоляционные материалы (как совместного производства, так и собственные разработки) имеют нестабильное качество, при удовлетворительных рабочих параметрах. В будущем они создадут серьезную конкуренцию импортным аналогам, что будет способствовать расширению их применения как современных гидроизоляционных материалов. Современной тенденцией является не создание универсальных изоляционных материалов, а материалов совместимых в единой конструкции. И в этой связи, нельзя недооценивать использование вторичных материальных ресурсов в производстве защитных покрытий для гидроизоляции и антикоррозионной защиты [3, 4, 10].

Сегодняшней тенденцией ускорения технического прогресса в строительной отрасли является создание новых более эффективных композиционных материалов и технологий их изготовления. Поставленные задачи могут быть решены за счет разработки новых составов композиционных материалов за счет оптимального комбинирования и применения уже имеющихся материалов, и посредством использования вторичного сырья на основе промышленных отходов предприятий регионов. Оптимизации состава полимерных систем для гидроизоляции и антикоррозионной защиты, замена дорогостоящих компонентов композиций на более дешевые является настолько важным и быстрорастущим сектором рынка, что может быть выделено как дополнительная точка роста рынка материалов и покрытий в различных отраслях промышленности и строительства.

Предлагается разработка наполненной двухкомпонентной полимерной системы (НДПС) для комплексной защиты строительных материалов и конструкций от воздействия влаги и агрессивных сред на основе вторичного полимерного и минерального сырья. Состав НДПС для комплексной защиты строительных материалов и конструкций проектировался исходя из свойств дисперсной эпоксидной смолы, ее модификатора, минеральных наполнителей. Исходные компоненты композиции представляют собой вторичные сырьевые материалы металлургической и машиностроительной отрасли. Модификация эпоксидных смол позволяет управлять процессом структурообразования композиции. Для повышения прочности и модуля упругости, снижения хрупкости дисперсной эпоксидной смолы в состав НДПС вводилась модифицирующая добавка в виде порошкообразной фенолоформальдегидной смолы. Для холодного отверждения термореактивной эпоксидной смолы использовали полиаминные отвердители. В качестве наполняющего компонента НДПС в полимерную композицию вводили дисперсные частицы абразива (ДЧА) и дискретные углеродные волокна (ДУВ). Малое наполнение НДПС (5…25%) позволяет в полной мере использовать свойства полимерной основы композиции НДПС. Следует отметить, что наполнители (ДЧА, ДУВ) являются отходами производств абразивных материалов и углеродных препрегов.

Порошок эпоксидной смолы и модификатор фенолоформальдегидную смолу, наполнители смешивались в сухом виде. Композиция представляет собой тонкодисперсный порошкообразный материал, который в смеси с растворителем, вводимым непосредственно перед работой, обладает пропиточными свойствами. Композиция НДПС, нанесенная на бетонную поверхность образцов для испытаний, позволяет снизить дефектность цементного камня, что приводит к повышению коррозионной стойкости, снижению водопоглощения, росту прочности бетонных конструкций [8-10].

Изучение процессов протекания деструкции полимерной композиции НДПС в условиях лабораторных испытаний обусловили выбор агрессивных сред. В качестве агрессивных сред были взяты: 5%-ный раствор соляной кислоты, 25%-ный водный раствор аммиака,10%-ный раствор едкого натрия, насыщенный раствор хлорида натрия, а также вода. Продолжительность экспонирования 360 суток. Предварительные результаты испытаний НДПС в условиях воздействия агрессивных сред позволяют дать оценку НДПС как защитному полимерному покрытию. Показатель коэффициента химической стойкости НДПС не превышает значения 0,80 [5, 7, 8, 10].

Результаты испытаний прочностных характеристик композиции НДПС представлены в таблице. Анализ результатов испытаний (табл.) показал, что рост прочностных характеристик образцов с нанесенным полимерным покрытием характерен для наполнения НДПС как с абразивными частицами, так и с углеводными волокнами [7, 10]. Наиболее высокими показателями прочности обладают составы при совместном присутствии

наполнителей в соотношении 1:1. Увеличение содержания наполнителей от 5 до 15 % дает прирост прочности в среднем на 5 %. В сравнении с контрольным образцом, прочность при разрыве увеличилась на 60 %, прочность при сжатии - на 50 %, прочность при изгибе - на 30 %.

Физико-механические испытания образцов с полимерным покрытием НДПС

Прочность образцов	Контрольный образец	Наполнители, % от массы полимерной основы					
		ДЧА		ДУВ		ДЧА + ДУВ (1:1)	
		5	15	5	15	5	15
$\sigma_{разр}$, МПа	2,4	2,8	2,6	4,1	4,8	4,6	5,8
$\sigma_{сж}$, МПа	36,2	40,5	40,8	40	42	56	61
$\sigma_{изг}$, МПа	13,2	14,6	15,5	24,6	26,1	30	32

Использование вторичных ресурсов при создании новых систем защиты строительных материалов и конструкций от влаги и агрессивных сред характеризует стремление разработчиков не только сохранить антикоррозионные свойства уже зарекомендовавших себя материалов, но и за счет оптимального комбинирования и применения уже имеющихся. При этом уменьшить стоимостные затраты на создание новых полимерных композиционных систем. Современные технологии, быстро развивающиеся в нашей стране в последнее время, позволили специалистам освоить прогрессивные методы производства работ, и на сегодняшний момент для них практически нет неразрешимых задач в области защиты строительных материалов и конструкций от проникновения влаги и коррозионных разрушений.

Список литературы

1. Зарубина, Л. П. Гидроизоляция конструкций, зданий и сооружений [Текст] / Л. П. Зарубина // издательство БВХ - Петербург, 2011. 272 с.

2. Батаев, А. А. Композиционные материалы [Текст] / А. А. Батаев, В. А. Батаев. – Новосибирск, Издательство НГТУ, 2002. – 384с.

3. Каблов, Е.Н, Фундаментальные и прикладные исследования коррозии и старения материалов в климатических условиях [Электронный ресурс] / Е.Н. Каблов, О.В. Старцев // Авиационные материалы и технологии. 2015. № 4. С. 48–49. doi: 10.18577/2071-9140-2015-0-4-38-52.

4. Зайцев, А.А. Вторичная защита бетона от коррозии / А.А. Зайцев, А.В. Максимовских, С.В. Калошина // Современные технологии в строительстве. Теория и практика. 2016. № 1. С. 266-272.

5. Ладыгин, Ю. И. Комплексный подход при сравнительных исследованиях химической стойкости полимерного композиционного материала / Ю. И. Ладыгин [и др.] // Строительные материалы. – 2005. – № 5. – С. 52 – 53.

6. Карамова, Р.А., Тлехусеж М.А. Антикоррозионная защита бетонных конструкций // Международный студенческий научный вестник. – 2018. – № 3-7.; URL: http://eduherald.ru/ru/article/view?id=18729 (дата обращения: 17.07.2018).

7. A study of the effect of corrosive solutions on selected physical properties of modified epoxy mortars. By: Debska, Bernardeta; Licholai, Lech CONSTRUCTION AND BUILDING MATERIALS Volume: 65 Pages: 604-611 Published: AUG 29 2014

8. The Preparation and Characteristics of Concrete - Polymer Composites / M. Steinberg [et al.] // Multicomponent Polymer Systems, American Chemical Society, Advances in Chemistry. - Washington : N.A.J. Platzer, 1971. - № 9. - P. 547-561.

9. Furr, Howard L. Moisture penetration in concrete with surface coatings and overlays / Howard L. Furr // Highway Res. Rec. - 1973. - № 423. - P. 17-26.

10. Евстафьева Н. Ю., Акчурин Т. К., Стефаненко И. В. Полимерные системы гидроизоляционной и антикоррозионной защиты строительных материалов и конструкций // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2018. Вып. 53(72). С. 43–52.

11. Защита бетона от коррозии [Электронный ресурс]. 2018. URL:http://kladembeton.ru/poleznoe/korroziya-betona.html#

УДК 661.185

РАЗРАБОТКА СОСТАВОВ СУХИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ НАПОЛЬНЫХ СМЕСЕЙ НА ОСНОВЕ КОМПОЗИЦИОННОГО ФОСФОГИПСОВОГО ВЯЖУЩЕГО

Евстигнеев Сергей Александрович, Страхов Александр Владимирович, Иващенко Юрий Григорьевич

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., Россия, e-mail: evsei84@mail.ru, strachov83@mail.ru, psk@sstu.ru

Аннотация. Накопление фосфогипса в промышленности удобрений занимает значительные земельные ресурсы и вызывает серьезную экологическую проблему. Данная работа направлена на изучение возможности переработки фосфогипса в композиционное вяжущее с последующим его применением в качестве сырья для изготовления самовыравнивающихся напольных смесей. Исследования проводились для оценки текучести, прочности на изгиб, прочность на сжатие, прочность сцепления с поверхностью и износостойкость самовыравнивающихся напольных смесей, приготовленного из композиционного фосфогипсового вяжущего (КФГВ), а так же роль КФГВ в смеси. Исследования проведены с учетом современных методик и оборудования. Результаты проведенных исследований могут с высокой долей вероятности утверждать, что все свойства самовыравнивающегося раствора могут соответствовать требованиям Российских стандартов, даже когда содержание фосфогипса достигает 55%. Фосфогипс в растворах не только выполняет роль основного вяжущего, но и участвует в гидратации цемента. В данной работе рассмотрена перспективность использования композиционного фосфогипсового вяжущего (КФГВ) для производства сухих напольных (самовыравнивающие) смесей, применяемых в гражданском строительстве.

Ключевые слова: фосфогипс, композиционное фосфогипсовое вяжущее, самовыравнивающиеся смеси, прочность, сухие строительные смеси

DEVELOPMENT OF COMPOSITIONS OF DRY CONSTRUCTION FLOOR MIX-TURES BASED ON COMPOSITIONAL PHOSPHO-GYPSUM BINDER

Evstigneev Sergey Aleksandrovich, Strakhov Alexander Vladimirovich, Ivaschenko Yuri Grigorevich

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Russia,
e-mail: evsei84@mail.ru, strachov83@mail.ru, psk@sstu.ru

Annotation. The accumulation of phosphogypsum in the fertilizer industry occupies significant land resources and causes a serious environmental problem. This work is aimed at studying the possibility of processing phosphogypsum into a composite binder with its subsequent use as a raw material for the manufacture of self-leveling floor mixtures. Studies were conducted to assess the yield, bending strength, compressive strength, surface adhesion strength and wear resistance of self-leveling floor mixtures made from composite phosphogypsum binder (CPGW), as well as the role of CPGV in the mixture. The studies were carried out taking into account modern techniques and equipment. The results of the studies can, with a high degree of probability, state that all the properties of the self-leveling solution can meet the requirements of Russian standards, even when the phosphogypsum content reaches 55%. Phosphogypsum in solutions not only plays the role of the main binder, but also participates in the hydration of cement. In this paper, the perspectives of using the composite phosphogypsum binder (CPGV) for the production of dry floor (self-leveling) mixtures used in civil engineering are considered.

Keywords: phosphogypsum, composite phosphogypsum binder, self-leveling mixture, strength, dry construction mixtures

Современное развитие сельского хозяйства в России и мире приводит к растущему спросу фосфорных удобрений каждый год. В 2019 году производство фосфорных удобрений в России на 1 квартал выросло на 1,2% - до 2,3 млн тонн. Производство фосфорных удобрений невозможно без фосфорной кислоты. Более 90% фосфорной кислоты производится с помощью технологии мокрого процесса, в которой растворение апатитовой руды происходит с помощью серной кислоты. Фосфогипс (ФГ) является побочным продуктом этой переработки. Мокрый процесс экономичен, но формирует большое количество ФГ, около 5 тонн ФГ приходится на тонну фосфорной кислоты. Среднегодовое производство ФГ превышает в России 11 миллионов тонн, а мировое производство ФГ оценивается примерно в 100–150 миллионов тонн в год [1]. Химический состав ФГ в основном состоит из дигидрата сульфата кальция ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$), и содержит некоторые примеси, такие как H_3PO_4, $Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O$, $CaHPO_4 \cdot 2H_2O$ и $Ca_3(PO_4)_2$, остаточные кислоты, фториды (NaF, Na_2SiF_6, Na_3AlF_6, Na_3FeF_6 и CaF_2), сульфат-ионы, микроэлементы (например, Cr, Cu, Zn и Cd) и органические вещества в виде алифатических соединений угольных кислот, аминов и кетонов адгезированные к поверхности кристаллов гипса [2]. Фосфогипс представляет собой порошкообразный материал белого или светло серого цвета, истинной плотностью в диапазоне от 2,27 до 2,40 г / см^3

и насыпной плотностью в диапазоне от 0,9 до 1,7г/см^3. Более того, свежий ФГ имеет высокую влажность до 30 %. С морфологической точки зрения ФГ имеет ярко выраженную кристаллическую структуру, в основном в ромбической и гексагональной формах.

В следствии особенных характеристик ФГ, наличие примесей и высокой влажности, только 15% мировых запасов ФГ перерабатывается в строительные материалы или добавки, используемые в сельском хозяйстве и при производстве портландцемента.

Несмотря на то, что на сегодняшнее время различными исследователями предложены пути решения утилизации фосфогипса, все еще существует ряд проблем: большинство доступных технологий являются сложными, а инвестиционные затраты очень высоки; ФГ необходимо предварительно обработать перед использованием, например, промывкой водой, прокаливанием, нейтрализацией, что увеличивает стоимость конечного продукта; экономическая эффективность производства остается низкой, что не привлекает внимание инвесторов.

В данной работе рассматривается возможность получения самовыравнивающихся напольных смесей на основе ранее разработанного КФГВ[7,8], портландцемента и различных наполнителей, и добавок. Самовыравнивающиеся смеси (далее смесь), специальная сухая смесь, которая при смешении с водой, способна заполнять форму и консолидироваться под собственным весом без какой-либо дополнительной вибрации, широко применяется в последние годы в связи с высоким качеством готового напольного покрытия и низкой трудоемкостью. Смесь в свежем состоянии обладает такими свойствами (текучесть, вязко-эластичность и однородность), в затвердевшем состоянии (быстрое схватывание, ранняя прочность, низкая усадка, гладкая поверхность и высокая износостойкость) и подходит для применения в различных областях гражданского строительства. Однако, главным недостатком данного вида смеси является ее высокая стоимость, связанная с использованием химических добавок, большого количества цемента[3,4].

В качестве сырьевых компонентов для производства самовыравнивающихся напольных смесей были приняты: композиционное фосфогипсовое вяжущее [7,8], бездобавочный портландцемент ЦЕМ I 42,5Н (ГОСТ 31108-2003), кварцевый песок фракцией 0,315-0,63 и химические добавки. Основные свойства КГФВ представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные свойства КГФВ

pH	**Сроки схватывания, мин**	**Водопотребл, %**	**Предел прочность при сжатии, $R_{сж}$ (МПа)**			**Коэффициент водостойкости**
			2ч	**7сут**	**28сут**	
7,2	Начало -14,0 мин Конецон-22,0 мин	50	2,3	9,4	20,0	0,81

Рис. 1. Общий вид КФГВ

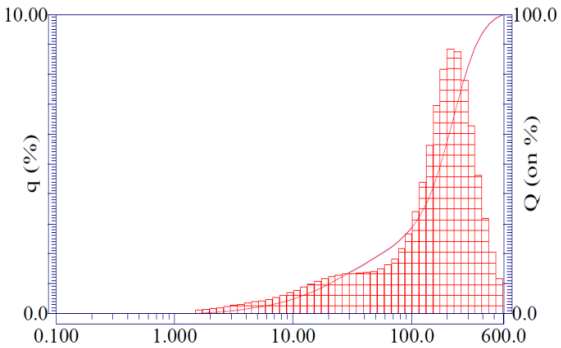


Рис. 2. Гранулометрический состав КФГВ

В таблице 2 представлены разработанные составы самовыравнивающихся напольных смесей, все сырье были рассчитаны в массовых долях. Дозировка химических добавок принималось в процентном отношении от общего количества вяжущего по рекомендации производителя.

С учетом требований к данным видам смесей (текучесть, вязко-эластичность и однородность) в качестве химических добавок были приняты: пеногаситель AgitanP803 (0,2%), кислота виннаяL (+) (Модификатор схватывания) (0,04%), суперпластификатор MELFLUX 5581F (0,76%), тилоза МН 300Р2 (0,12%). Добавки приняты с учетом аналоговых самовыравнивающихся смесей [3,5].

Таблица 2 – Экспериментальные составы ССС

№ состава	Компоненты, мас.%						
	КФГВ	Цемент	Песок	Хим. добавки			
				AgitanP803	кислота винная	MELFLUX 5581F	тилоза МН 300Р2
1	40	20,0	38,8	0,2	0,04	0,76	0,12
2	45	20,0	33,8	0,2	0,04	0,76	0,12
3	50	20,0	28,8	0,2	0,04	0,76	0,12
4	55	20,0	23,8	0,2	0,04	0,76	0,12
5	60	20,0	18,8	0,2	0,04	0,76	0,12
6	65	20,0	13,8	0,2	0,04	0,76	0,12

В соответствии с указанными выше пропорциями смеси все компоненты смеси взвешивали и перемешивали в планетарном смесителе в течение 30 с перед добавлением воды. Затем в смесь вводили воду и снова перемешивали в течение 30 с. После этого измеряли параметры свежеприготовленной смеси (текучесть, жизнеспособность, водоудерживающую способность) и изготовили образцы для определения физико-механических свойств.

Основные свойства ССС испытывали в соответствии со стандартом ГОСТ 31376-2008 «Смеси сухие строительные на гипсовом вяжущем. Методы испытаний» и ГОСТ 31358-2007 «Смеси сухие строительные напольные на цементном вяжущем. Технические условия». Использования двух видов стандартов обусловлено отсутствием нормативной документации на напольные смеси на смешенном вяжущем и смеси где преобладает гипсовое вяжущее.

Образцы, использованные для физико-механических испытаний, также были изготовлены и испытаны в соответствии с действующими стандартами. Результаты испытаний представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Технологические и физико-механические свойства ССС

Наименование свойств	**Номер состава**					
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
Водопотребность, %	0,29	0,26	0,25	0,26	0,28	0,31
Подвижность, см	Р5(220 мм)*	Р5(220 мм)*	Р5(230 мм)*	Р5(260 мм)*	Р5(240 мм)*	Р5(240 мм)*
Жизнеспособность, мин	1ч 35 мин	1ч 41 мин	2ч 05 мин	2ч 27 мин	более 3 ч	3ч50мин
Водоудерживающая способность, %	85	90	92	97	96	96
Предел прочности на растяжение при изгибе, МПа	3,5	3,72	4,84	6,12	5,51	5,42
Предел прочности при сжатии, МПа	18,62	19,72	25,35	26,19	24,41	21,62
Прочность сцепления с основанием, МПа	3,9	4,4	5,0	5,2	4,7	4,1
Водостойкость (коэффициент размягчения)	0,8	0,8	0,8	0,82	0,8	0,8

* Примечание Р5 – Марки дисперсных самоуплотняющихся напольных смесей по подвижности

Согласно анализу результатов таблицы 3 установили, что самовыравнивающиеся смеси, приготовленные на основе КФГВ, показывают оптимальные свойства, при содержании композиционного фосфогипсового вяжущего в диапазоне 50-55%, это свидетельствует о высокой перспективности применения КФГВ в производстве сухих строительных смесей для самонивелирующихся наливных полов.

Фосфогипс может успешно использоваться в качестве сырья для приготовления КГФВ. Качество инновационной смеси на основе КФГВ схоже с качеством традиционных ССС на смешенных вяжущих, что показывает высокий потенциал для широкого использования разработанной смеси в гражданском строительстве.

Список литературы

1. Effect of phosphatic and fluoride impurities of phosphogypsum on the properties of selenite plaster Singh, M. 2003 Cement and Concrete Research 33(9), с. 1363-1369
2. Effect of neutralization on the setting and hardening characters of hemihydrate phosphogypsum plasterChen, X., Gao, J., Liu, C., Zhao, Y. 2018 Construction and Building Materials 190, с. 53-64
3. Особенности применения гиперпластификаторов в сухих строительных смесях [Текст] / А. П. Пустовгар, А. Ф. Бурьянов, П. Г. Василик // Строительные материалы. - 2010. - N 12. - С. 61-64. - Библиогр. в конце ст.
4. Использование минеральных ультрадисперсных модификаторов на основе отходов промышленности в гипсовых композитах [Текст] / В. Б. Петропавловская // Строительные материалы. - 2018. - N 8. - Ст. 18-23. - Библиогр. в конце ст. . - ISSN 0585-430X
5. Применение пластификаторов в модифицированных гипсовых композитах [Текст] / В. Б. Петропавловская, М. Ю. Завадько [и др.] // Строительные материалы. - 2019. - N 1/2. - С. 28-35. - Библиогр. в конце ст. . - ISSN 0585-430X
6. Пичугин А.П. Сухие строительные смеси с повышенной адгезионной способностью / Пичугин А.П., Белан И.В, Хританков В.Ф.// Строительные материалы. – 2014. - №7. – С.45-48.
7. Вяжущее. патент РФ № 2538556, 2013146483/03 заяв. 17.10.2013. опубл. 10.01.2015 Текст. / Иващенко Ю.Г., Страхов А.В., Евстигнеев С.А., Тимохин Д.К.; Бюл. №1. 5 с.
8. Вяжущее. патент РФ № 2538556, 2013146748/03 заяв. 18.10.2013. опубл. 10.02.2015 Текст. / Иващенко Ю.Г., Страхов А.В., Евстигнеев С.А., Тимохин Д.К.; Бюл. №4.

УДК 691.33

ИНДУКЦИОННЫЙ ПРОГРЕВ В ТЕХНОЛОГИИ ЗИМНЕГО БЕТОНИРОВАНИЯ

Евстигнеева Юлия Вячеславовна, Ибрагимов Руслан Абдирашитович

Казанский государственный архитектурно-строительный университет, Россия, e-mail: uliyaevstigneeva@mail.ru, rusmag007@yandex.ru

Аннотация. Предложен метод технологии индукционного прогрева самоуплотняющегося сталефибробетона в зимних условиях с идеей ориентации фиброволокон в магнитном поле. Определено время необходимое для ориентации одного фиброволокна. Установлено, что наличие гравия не препятствует вращению фибр. Проанализированы достижения ученых в изучении дисперсно-армированных и самоуплотняющихся бетонов.

Ключевые слова: сталефибробетон, ориентация фибры, бетонирование в зимних условиях, индукционный прогрев

INDUCTION HEATING TECHNOLOGY OF CONCRETE IN WINTER CONDITIONS

Evstigneeva Yuliya Vyacheslavovna, Ibragimov Ruslan Abdirashitovich

Kazan State University of Architecture and Engineering, Russia, e-mail: uliyaevstigneeva@mail.ru, rusmag007@yandex.ru

Abstract. The method of induction heating technology of steel fibres in self-compacting reinforced concrete in winter conditions with the idea of magnetic orientation of fibres is offered. The time required for the orientation of steel fibre is defined. It is established that the presence of gravel does not prevent rotations of fibres. The scientists achievements in the study of dispersed-reinforced and self-compacting concrete were analyzed.

Keywords: steel fibre, reinforced concrete, fibre orientation, winter condition concreting, induction heating

В связи с географическим положением нашей страны и особенностей её отдельных климатических зон широко используется процесс бетонирования в зимний период. Технология бетонирования в зимний период существенно отличается от бетонирования в естественных условиях, т.е. при температуре выше 5ºС. Применение сталефибробетона в зимних условиях требует разработки технологий производства работ при отрицательных температурах окружающей среды, обеспечивающих набор необходимой прочности сталефибробетонной конструкции до ее замораживания [1-3].

Возникают 2 основные проблемы в технологии бетонирования в зимних условиях:

1) процесс гидратации цемента замедляется, следовательно, увеличивается срок набора бетона требуемой твердости;

2) из-за распространения замерзшей воды вокруг фиброволокон и заполнителей развиваются силы внутреннего давления, которые препятствуют сцеплению с фиброй и другими связующими, что в конечном итоге приводит к разупрочнению твердеющего бетона.

Эксперименты показали, что раннее замораживание свежеуложенного цементного теста оказывает влияние на прочность сцепления фибры и цементного камня (прочность контакта снижается на 32%) [4-5]. Повторное уплотнение оттаявшего цементного теста позволяет восстановить прочность сцепления с фиброй и повысить прочность цементного камня (прирост прочности на 7%). В связи с этим поставлены следующие задачи исследования:

– анализ последних достижений и публикаций, связанных с индукционным прогревом сталефибробетона;

– подтверждение теоретических исследований экспериментально;

– поиск альтернативных способов прогрева фибробетона для сравнительного анализа и выявление энергоэффективного, рационального варианта.

Исследования, посвященные дисперсно-армированному бетону, были выполнены Российским инженером В.П. Некрасовым в начале XX в. В России основу знаний о сталефибробетоне сформировали Ю.М. Баженов, И.В. Волков, В.П. Вылекжанин, Л.Г. Курбатов, Клюев С.В., Мозголев, Головнев С.Г., М.В. Ю.В. Пухаренко, Ф.Н. Рабинович, В.П. Романов, К.В. Талантова, Г.К. Хайдуков, О.Н. Хегай и др.

В развитие науки о сталефибробетоне большой вклад внесли ученые Австрии, Австралии, Бельгии, Германии, Голландии, Испании, Канады, Китая, Польши, США, Франции, Чехии, Швейцарии, ЮАР, Японии и других стран. Из них необходимо отметить J.P. Romualdi, G.B. Batson, D. Colin Johnston, Dr S. Sunya, Romero Rodriguez, Claudia; Chaves Figueiredo.

В научных работах вышеперечисленных ученых рассматриваются следующие вопросы: самоуплотняющийся бетон (СУБ), их возможности применения и свойства; особенности раннего замораживания СУБ; использование СУБ с добавлением фибр и их количества для достижения максимальной электропроводности смеси; влияние содержания фибр на индукционный прогрев; использование стальной фибры для препятствования развитию трещин в бетоне [6-7].

Однако необходимо найти решение проблемы бетонирования в зимнее время СУБ с добавлением фибр, а именно особенности магнитной ориентации фибр в СУБ, что позволит осуществлять электромагнитный прогрев равномерно по всей конструкции, а также обеспечить прочностные характеристики бетона.

Индукционный метод термообработки бетона основан на использовании магнитной составляющей переменного электромагнитного поля для нагрева стали вследствие теплового действия электрического тока, наводимого электромагнитной индукцией. При индукционном нагреве энергия переменного магнитного поля преобразуется в фибре в тепловую и передается бетону [8-10].

До начала бетонирования на наружной поверхности опалубки с двух противоположных сторон конструкции выставляются шаблоны с пазами для размещения витков индуктора. Количество пазов должно соответствовать числу витков индуктора, определенному расчетом. Для некоторой компенсации теплопотерь в торцах высоту индуктора при расчете следует увеличить на 10 - 20 см в обе стороны, укладывая выше и ниже зоны бетонирования по 3-4 витка индуктора.

Интенсивность тепловыделения источников тепла при индукционном нагреве не зависит от физических и электрофизических свойств бетона, как это имеет место при электродном электропрогреве, а определяется электрическими и магнитными свойствами источника тепла (фибры) и напряженностью магнитного поля.

Идея ориентации ферромагнитных волокон в бетоне с помощью магнитного поля была рассмотрена в патенте Миллера и Бьёрклунда (Method of Reinforcing Concrete with Fibres, Patent:US 4062913 A, 1977), где волокна были ориентированы в бетонных плитах при перемещении их через прямоугольную катушку. Этот метод протестировали на сравнительно небольших образцах (рис. 1), а затем модифицировали и запатентовали ориентацию фиброволокон с более широкой областью применения (в плитах и тротуарах) (рис. 2).

Образцы, помещенные в спиральную катушку для ориентации фиброволокон, подвергались сжатию на изгиб (рис.3).

а б

Рис. 1. Общий вид фибры: а)первоначальное положение фибр, распределенных равномерно и ориентированных в произвольном направлении; б) окончательное расположение фибр после применения магнитного поля 0.046 Т в течение 30 с

а б

Рис. 2. Вид фибры с гравием: а) первоначальное положение фибр с добавлением гравия, распределенных равномерно и ориентированных в произвольном направлении; б) окончательный результат после применения магнитного поля 0.046 Т в течение 30 с

Рис. 3. Испытание балки из СУБ на изгиб.

Определением прочности на изгиб было доказано, что у образцов с ориентированными в одном направлении волокнами мощность поглощения энергии больше, чем у случайно ориентированных.

При известной длине и диаметре катушки (129мм, d110мм) и минимальном количестве витков (1032) обмотка составляет 1440 оборотов, (в результате 24 слоя х 60 оборотов). Электромагнит подключают к источнику питания 25А 120V на время 30с. Этот этап ориентации фиброволокна необходим для осуществления равномерного прогрева конструкции, а также повышения механических характеристик.

В пазы шаблонов последовательными витками укладывается изолированный провод, соответствующий токовой нагрузке, и созданный таким образом индуктор подключается к питающей сети. Для повышения конечной прочности бетона рекомендуется выдерживать его в течение 2-3ч после укладки при низких положительных температурах (около +5°С), что достигается периодическим включением индуктора на 5–10 мин в каждый час предварительного выдерживания. По условиям техники безопасности прогрев следует вести на пониженных напряжениях от 36 до 121 В, однако при обеспечении надежной изоляции можно применять и напряжение 220-380 В.

По достижении бетоном расчетной температуры в зависимости от выбранного режима прогрев либо прекращают (режим электротермоса), либо переходят на изотермическое выдерживание.

Таким образом, одним из наиболее эффективных методов зимнего бетонирования является индукционный прогрев сталефибробетона. Определено время, необходимое для вращения одного фиброволокна, а также параметры электромагнитной катушки. Установлено, что смесь может быть нагрета и при малом содержании токопроводящих фибр в объеме. Максимально быстрый прогрев достигается смесью с максимальной электропроводимостью.

Список литературы

1. M.J.H. Wijffels, R.J.M. Wolfs, A.S.J. Suiker Magnetic orientation of steel fibres in self-compacting concrete beams: Effect on failure behavior // Cement and Concrete Composites № 80. 2017. P. 342- 355.

2. Каприелов С.С., Чилин И.А. Сверхвысокопрочный самоуплотняющийся фибробетон для монолитных конструкций // Строительные материалы № 7. 2013. С. 28-30.

3. Yousef Zandi, Metin Husem, Selim Pul Effect of Distribution and Orientation of Steel Fiber Reinforced Concrete // Conference Paper № 2011. P. 260-264.

4. Клюев С.В. Высокопрочный фибробетон для промышленного и гражданского строительства // Инженерно-строительный журнал № 8. 2012. С. 61-66.

5. Изотов В.С., Ибрагимов Р.А. Новые комплексные добавки на основе эфиров поликарбоксилатов // Строительные материалы. 2012. № 3-4. С. 34.

6. Изотов В.С., Ибрагимов Р.А. Ресурсосбережение при производстве железобетонных изделий с добавками гиперпластификаторов // Технологии бетонов. 2013. № 5 (82). С. 40-41.

7. Изотов В.С., Ибрагимов Р.А. Влияние некоторых гиперпластификаторов на основные свойства цементных композиций // Строительные материалы. 2010. № 11. С. 14-17.

8. Изотов В.С., Ибрагимов Р.А. Влияние комплексной добавки на долговечность тяжелого бетона // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. 2011. № 2 (16). С. 190-194.

9. Bogdanov R.R., Ibragimov R.A. Process of hydration and structure formation of the modified self-compacting concrete // Инженерно-строительный журнал. 2017. № 5 (73). С. 14-24.

10. Имайкин Д.Г., Ибрагимов Р.А., Мартынов М.М., Сунгатуллина А.Р. Технология зимнего бетонирования строительных конструкций с применением термоактивной опалубки // Вестник Казанского технологического университета. 2014. Т. 17. № 24. С. 96-98.

УДК 691.335

ВЛИЯНИЕ ИЗМЕЛЬЧЕННЫХ ОТХОДОВ СНОСА ЗДАНИЙ НА ПРОЧНОСТЬ ГЕОПОЛИМЕРНОГО БЕТОНА

Ерошкина Надежда Александровна, Чамурлиев Михаил Юрьевич, Коровкин Марк Олимпиевич

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, Россия, e-mail: n_eroshkina@mail.ru, super.mikami@yandex.ru, m_korovkin@mail.ru

Аннотация. Изучено влияние отходов сноса зданий на прочность бетона, изготовленного с применением геополимерного вяжущего на основе измельченного доменного шлака и отсева дробления гранита. Установлено, что отсев дробления бетонного лома и бой кирпича при оптимальной дозировке шлака в вяжущем повышают прочность геополимерного бетона.

Ключевые слова: геополимер, прочность, отходы сноса, кирпичный бой, бетонный лом, зола-унос

INFLUENCE OF CRUSHED BUILDING WASTE ON STRENGTH OF GEOPOLYMER CONCRETE

Eroshkina Nadezhda Aleksandrovna, Chamurliev Mikhail Yurievich, Korovkin Mark Olimpievich

Penza State University of Architecture and Construction, Russia, Penza
e-mail: n_eroshkina@mail.ru, super.mikami@yandex.ru, m_korovkin@mail.ru

Abstract. The effect of building demolition waste on the strength of concrete made using geopolymer binder based on crushed blast furnace slag and crushed granite screening was studied. It was established that crushed concrete scrap and the brick scrap with the optimal dosage of slag in the binder increase the strength of geopolymer concrete.

Keywords: geopolymer, strength, demolition waste, brick scrap, concrete scrap, fly ash

Строительство – наиболее материалоемкое направление деятельности человека, потребляющее большие объемы ископаемого сырья. В связи с этим одной из важнейших задач строительного материаловедения всегда оставалась разработка технологий, в которых природное сырье замещено промышленными отходами.

К числу таких технологий относится производство геополимерных вяжущих на основе промышленных отходов и природного сырья алюмосиликатного состава, такого как шлаки, золы, термически обработанные полевошпатные и другие горные породы.

Геополимерные бетоны на основе вяжущего, состоящего из смеси измельченных до удельной поверхности более 300 $м^2$/кг шлака и отсева дробления магматической горной породы (гранита, габбро, диабаза), активированных низкомодульным жидким стеклом, характеризуются высокими технико-строительными свойствами [1, 2]. Расширение сырьевой базы таких бетонов за счет промышленных отходов будет способствовать увеличению объемов их применения в строительной практике и снизит потребность в отсевах дробления гранита, месторождения которого имеются только в нескольких регионах России.

Одним из перспективных источников алюмосиликатного сырья для производства геополимерных материалов являются отходы строительных материалов, образующиеся при сносе ветхих зданий и сооружений. В настоящее время влияние этих отходов на свойства геополимеров остаются малоизученными, что связано, прежде всего, с незначительными объемами сноса зданий и низкой стоимостью хранения отходов на свалках. Однако в ближайшее время в связи с увеличением физического и морального износа зданий построенных 50-70 лет назад, в период быстрого роста жилищного и других видов строительства, объемы образования отходов сноса, требующих утилизации, значительно возрастут. Исследованиями [3, 4] показано, что отходы строительных материалов положительно влияют на прочность композиционных шлакощелочных вяжущих, имеющих сходный с геополимерами механизм твердения.

Основной объем строительных материалов в зданиях, построенных до конца 50-х годов прошлого века, составляет керамический кирпич. Кроме того, при наличии необходимых сырьевых ресурсов, в подсобных цехах промышленных предприятий изготавливались и использовались в строительстве малоэтажных зданий стеновые камни не основе шлаков (рис. 1). Начиная с конца 50-х годов XX века в жилищном строительстве значительно увеличилась доля железобетона и силикатного кирпича.

После разборки зданий кирпич при сохранении его целостности после проверки прочности и других характеристик может быть повторно использован. Однако при механизированном сносе образуются значительные объемы боя кирпича и стеновых блоков, которые в настоящее время используются для замещения грунта при земляных работах или вывозятся на организованные или стихийные свалки.

Рис. 1. Снос жилого дома, построенного в начале 50-х годов прошлого века с применением керамического кирпича и «шлакоблоков»

Исследования влияния отходов, образующихся при сносе жилых зданий – бетонного лома, боя кирпича и шлакоблоков, а также золы уноса Рефтинской ГРЭС на прочность геополимерного бетона были проведены на составах в которых в качестве вяжущего использовалась смесь измельченных до удельной поверхности 360 м^2/кг отсева дробления гранита Павловского месторождения и доменного шлака Новолипецкого металлургического комбината. Компоненты вяжущего измельчались раздельно и совмещались при приготовлении бетонной смеси. Содержание шлака в вяжущем варьировалось и составляло 20, 30 и 40 %. Отходы сноса и зола измельчались до удельной поверхности 400 м^2/кг и вводились в вяжущее для замещения 50 % объема гранитного порошка.

Исследования проводились на бетоне с соотношением вяжущего, песка и щебеня равного 1:2:2,5. Для приготовления составов использовались гранитный щебень фр. 5-10 мм Павловского месторождения и песок Сурского месторождения.

Для активации твердения использовалось натриевое жидкое стекло с силикатным модулем 1,4 и плотностью 1210 кг/м^3. Дозировка раствора жидкого стекла составляла во всех составах 40 % от массы вяжущего.

Из приготовленных бетонных смесей формовались образцы размером 40×40×160 мм, которые после выдержки в течение 14 часов подвергались тепловой обработке в условиях, исключающих потерю влаги. Прогрев составов проводился по режиму: подъем температуры до 80 °С – 3 часа, изотермическая выдержка – 8 часов, остывание до 30 °С – 16 часов. Прочность образцов определялась после выдержки образцов при комнатных условиях в течение 2 часов.

Результаты определения прочности исследованных составов представлены на рис. 2.

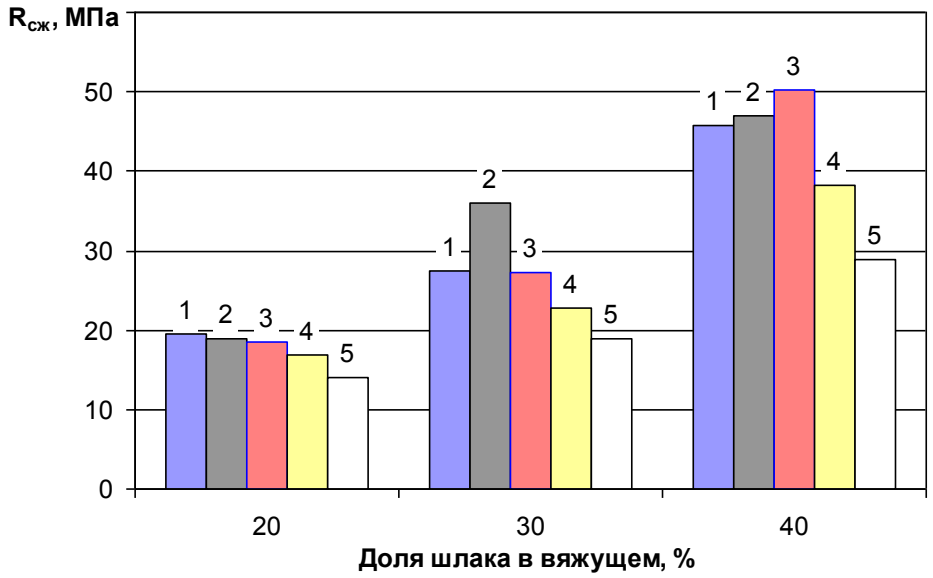


Рис. 2. Предел прочности при сжатии геополимерных мелкозернистых бетонов с различной долей шлака в вяжущем при замещении измельченного гранита различными отходами: 1 – контрольные составы; 2 – отсев дробления бетона; 3 – бой кирпича, 4 – зола-унос; 5 – бой стеновых камней на основе шлака

Как видно из диаграммы на рис. 2, введение отходов сноса и золы при дозировке шлака в вяжущем 20 % снижают прочность бетона до 19-14 МПа для различных добавок. Такое снижение прочности можно объяснить более низкой прочностью вводимых в состав вяжущего материалов в сравнение с гранитом, что негативно сказывается на прочности геополимерного камня при пониженном содержании наиболее активного компонента вяжущего – шлака.

При увеличении доли шлака в вяжущем до 30 % и замещении в вяжущем 50 % гранитной муки отсевом дробления бетонного лома прочность геополимерного бетона повышается в 1,3 раза. При такой дозировке шлака кирпичный бой не оказывает негативного влияния на прочность бетона (рис. 2).

Повышение доли шлака в вяжущем до 40 % приводит к росту прочности бетона более чем в 2 раза в сравнении с составами при минимальных расходах шлака. При высокой дозировке шлака замещение гранитной муки в вяжущем введением в его состав бетонного лома и боя кирпича несколько повышает прочность бетона. В тоже время введение в состав вяжущего золы-уноса и измельченных стеновых блоков на основе шлака при всех дозировках шлака снижает прочность бетона. Обращает на себя внимание снижение прочности бетона при введении в состав вяжущего низкокальциевой золы, которая широко используется во многих составах геополимерных вяжущих.

Проведенные исследования показали, что при оптимальной дозировке шлака в исследованном вяжущем гранитная мука может быть частично замещена измельченными отходами сноса – бетонным ломом и кирпичным боем без снижения прочности бетона.

Список литературы

1. Davidovits, J. Geopolymer chemistry and applications. 3rd eddition. - France, Saint-Quentin: Institute Geopolymer, 2011. - 614 p.
2. Ерошкина, Н.А. Геополимерные строительные материалы на основе промышленных отходов / Ерошкина Н.А., Коровкин М.О. - Пенза: ПГУАС, 2014. - 128 с.
3. Рахимова, Н.Р. Композиционные шлакощелочные вяжущие с добавками молотого отсева дробления бетонного лома / Н.Р. Рахимова, Р.З. Рахимов, Р.Ф. Хамитова // Техника и технология силикатов. - 2013. - Т. 20, № 3. - С. 9-15.
4. Рахимова, Н.Р. Шлакощелочные вяжущие с добавками молотого боя керамического кирпича / Н.Р. Рахимова // Известия КазГАСУ. -2007. -Т. 8, № 2. - С. 83-88.

УДК 691.33

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ КВАРЦЕВОГО ПЕСКА В АППАРАТЕ ВИХРЕВОГО СЛОЯ

Ибрагимов Руслан Абдирашитович

Казанский государственный архитектурно-строительный университет, Россия, e-mail: rusmag007@yandex.ru

Аннотация. В статье впервые определена эффективность измельчения кварцевого песка в аппарате вихревого слоя. Установлено влияние продолжительности активации на удельную поверхность получаемого кварцевого песка. Определена прочность получаемых известково-песчаных изделий на активированном песке в сравнении с изделиями, полученными на исходном песке.

Ключевые слова: кварцевый песок, измельчение, эффективность

EFFICIENCY OF CRUSHING THE QUARTZ SAND IN THE DEVICE OF THE VORTEX LAYER

Ibragimov Ruslan Abdirashitovich

Kazan State University of Architecture and Engineering, Russia, e-mail: rusmag007@yandex.ru

Abstract. The article for the first time determined the efficiency of grinding of quartz sand in the apparatus of the vortex layer. The influence of the duration of activation on the specific surface of the obtained silica sand has been established. The strength of the obtained lime-sand products on activated sand is determined in comparison with the products obtained on the original sand.

Keywords: quartz sand, grinding, efficiency

Известно, что эффективность обработки вяжущего определяется конструкцией и формой, а также энергонапряженностью измельчаемого оборудования, продолжительностью измельчения [1].

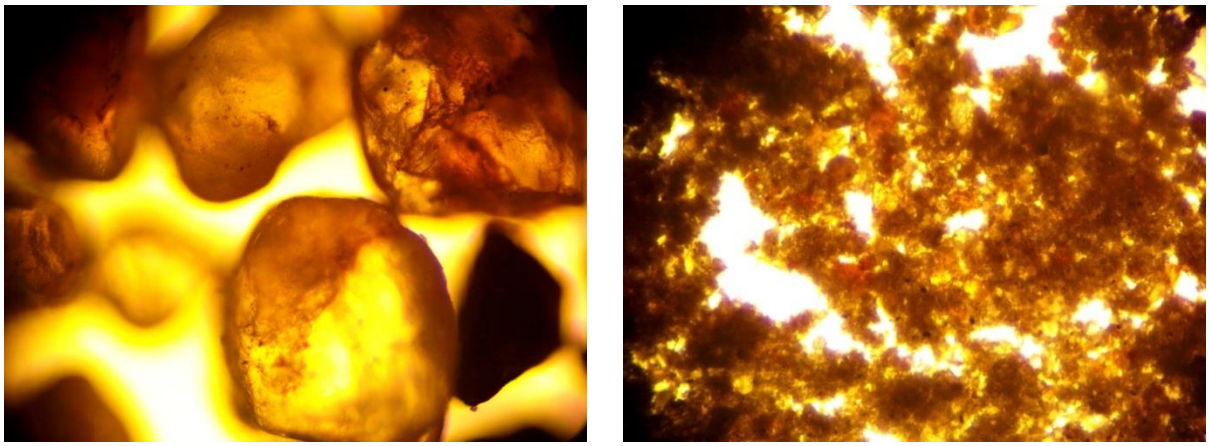
Во многом, эффективность помола зависит от природы измельчаемого вещества. Так, известно, что кварцевый песок является трудно измельчаемым материалом по причине высокой твердости (6–7 единиц по шкале Мооса).

Отмечается, что на форму, размеры, характер поверхности кварцевой составляющей силикатной смеси значительное влияние оказывает тип применяемого помольного оборудования [2-3]. Так, в шаровой мельницы поверхность молотого песка получается гладкой и без трещин, в центробежной мельнице – остроугольной формы, с большим количеством трещин, в пружинной мельнице наблюдается большое количество зерен остроугольной формы.

Механоактивацию кварцевого песка проводили в аппарате вихревого слоя (АВС). Конструкция, методика обработки вяжущего в АВС представлена в работе [1].

Кварцевый песок использовали Камско-Устьинского месторождения Республики Татарстан. Модуль крупности 1,2, соответствует требованиям ГОСТ 8736-2014.

Продолжительность измельчения кварцевого песка в АВС составила 1, 2, 3, 4, 5, 8 мин. На рис. 1 изображены фотографии кварцевого песка до и после активации.



а б

Рис. 1. Зерна кварцевого песка: а) в исходном состоянии;
б) после измельчения в течении 5 минут

По результатам оптического анализа видно, что зерна кварцевого песка более чем на порядок уменьшаются в размерах при активации в АВС в течении 5 минут. Для анализа формы поверхности активируемого песка необходимо проведение электронной микроскопии.

Изучена удельная поверхность кварцевого песка до и после активации на лазерном дифракционном анализаторе размеров частиц Shimadzu SALD-2300. Данные представлены на рисунке 2.

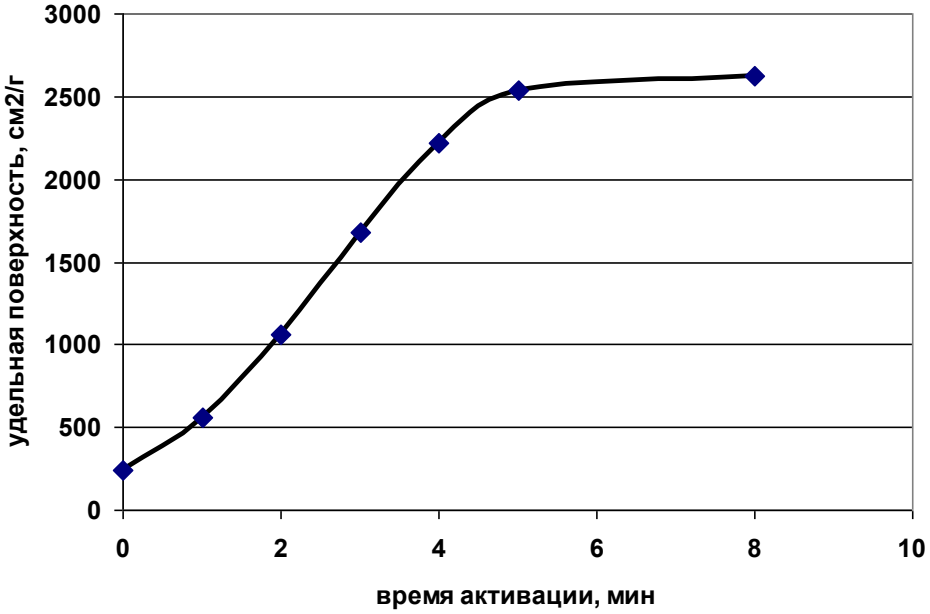


Рис. 2. Изменение удельной поверхности кварцевого песка при активации в АВС

По данным, представленным на рис. 2 видно, что эффективность измельчения кварцевого песка в АВС повышается при увеличении времени активации. Увеличение продолжительности активации с 5 до 8 минут практически не оказывает влияния на удельную поверхность кварцевого песка.

Й.А. Хинт в монографии [4] высказывает следующее предположение: «Одни и те же пески, размалываемые в различных агрегатах имеют неодинаковую структурную прочность. В процессе помола происходит расщепление зерен вдоль имеющихся дефектов реальной структуры материала, и одновременно механические силы вызывают новые дефекты. Если воздействия слабы и отдельные импульсы незначительны, то на поверхностном слое песка образуются новые трещины и отщепление маленьких частичек материала. При этом имеющиеся внутри зерен дефекты развиваются дальше. В первую очередь углубляются трещины реальной структуры кристалла. В зависимости от величины и числа воздействий внутренние дефекты могут развиваться до расщепления зерна по самой непрочной плоскости. Если интенсивность воздействий оказалась недостаточной для раздробления зерен, то во время их помола структура может ухудшиться и структурная прочность песка снизится».

Таким образом, структурная прочность песка, молотая в шаровых и вибромельницах может оказаться ниже исходной, что окажет значительное влияние (негативное) на прочность известково-песчаных изделий. В работе [5-6] установлено значение скорости удара измельчаемых веществ, силы удара и энергонапряженности для аппарата вихревого слоя и других измельчаемых агрегатов. Оказываемое воздействии в АВС на порядок и более больше, чем в сравниваемых измельчаемых агрегатах, что позволяет судить о размельчении кварцевого песка именно по дефектным местам и

областям спайности. Для подтверждения выдвинутой гипотезы проведено сравнение влияния активации кварцевого песка в АВС на прочность получаемых известково-песчаных изделий (таблица).

Прочность при изгибе и сжатии известково-песчаных изделий

Время активации в АВС, мин	Средняя прочность, МПа, через, сут:								Средняя плотность, кг/м^3
	2		3		7		28		
	при изгибе	при сжатии	при изгибе	при сжатии	при изгибе	при сжатии	при изгибе	при сжатии	
0	0,31* 100 %	1,5 100 %	0,51 100 %	2,4 100 %	0,67 100 %	3,2 100 %	1,2 100 %	5,3 100 %	1530
5	0,56 181 %	3,2 213 %	0,91 178 %	5,25 219 %	1,19 177%	7,01 219 %	2,07 172 %	11,1 209 %	1570

По данным, представленным в таблице 1 видно, что прочность известково-песчаных изделий на активированном кварцевом песке в 1,8-2,2 раза выше, чем образцов на исходном песке, что подтверждает гипотезу о измельчении кварцевого песка по дефектным местам и областям спайности

Таким образом, установлено влияния эффективности измельчения кварцевого песка в АВС при различной продолжительности обработки на его удельную поверхность, а также прочность получаемых известково-песчаных изделий. Выявлено, что удельная поверхность кварцевого песка возрастает с 240 до 2540 см^2/г, а прочность – в 1,8-2,2 раза.

Список литературы

1. Ибрагимов Р.А., Королев Е.В., Дебердеев Т.Р., Лексин В.В. Прочность тяжелого бетона на портландцементе, обработанном в аппарате вихревого слоя // Строительные материалы. 2017. №10. С. 28-31

2. Сиваченко Л.А., Корзун Т.М., Богатырев М.Г. Вопросы механоактивации при производстве строительных смесей // Механики XXI веку. 2006. № 5. С. 121-126.

3. Лотов В.А., Сударев Ю.А., Кутужин В.А. Физико-химические процессы при активации цементно-песчаной смеси в центробежном смесителе // Известия вузов. Физика. 2011. Т. 54. № 11/3. С. 346–349.

4. Й.А. Хинт. Основы производства силикальцитных изделий. Ленинград, Госстройиздат, 1962. С. 642.

5. Ибрагимов Р.А., Королев Е.В., Каюмов Р.А., Дебердеев Т.Р., Лексин В.В., Спринце А. Эффективность активации минеральных вяжущих в аппаратах вихревого слоя // Инженерно-строительный журнал. 2018. № 6(82). С. 191–198.

6. Халиуллин М.И., Файзрахманов И.И. Влияние молотого известняка на свойства композиционного гипсового вяжущего с применением термоактивированной глины в качестве пуццоланового компонента // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. 2018. № 3 (45). С. 203-209.

УДК 691-405.8

РОЛЬ ПАРАМЕТРОВ СВЧ-НАГРЕВА В ФОРМИРОВАНИИ СВОЙСТВ ПОРИСТЫХ СИЛИКАТНАТРИЕВЫХ ГРАНУЛ

Иващенко Юрий Григорьевич, Кочергина Мария Петровна, Павлова Ирина Леонидовна

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., Россия, e-mail: psk@sstu.ru, m-kochergina@list.ru,pavlovail29@mail.ru

Аннотация. Показано, что параметры СВЧ нагрева (мощность СВЧ излучения и время обработки) дают возможность управления свойствами пористых гранул. Установлено, что минимальные значения насыпной плотности и коэффициента теплопроводности пористых гранул наблюдаются при мощности СВЧ излучения 600-850 Вт в течение 4 мин обработки.

Ключевые слова: жидкое натриевое стекло, кремнефтористый натрий, СВЧ излучение, гранулированный материал, насыпная плотность

THE ROLE OF THE PARAMETERS OF UHF-HEATING IN THE FORMATION OF THE PROPERTIES OF POROUS SILICATE-SATURATION GRANULES

Ivaschenko Yuri Grigorevich, Kochergina Maria Petrovna, Pavlova Irina Leonidovna

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Russia, e-mail: psk@sstu.ru, m-kochergina@list.ru,pavlovail29@mail.ru

Annotation. It is shown that the parameters of microwave heating (microwave power and processing time) make it possible to control the properties of porous granules. It is established that the minimum values of the bulk density and thermal conductivity of porous granules are observed at a microwave power of 600-850 W for 4 min of processing.

Keywords: liquid sodium glass, sodium silicofluoride, microwave radiation, granular material, bulk density

Перспективы применения силикатнатриевых связующих (СНС) для получения теплоизоляционных гранулированных материалов обусловлены: наличием комплекса вяжущих свойств, способностью сохранять вязкопластическое состояние на стадии приготовления сырьевой смеси, способностью вспучиваться при относительно низких температурах (Т=200-600°С) [1-4]. Для термического вспучивания сырцовых гранул используют различные печи: с газопламенным, электротермическим или СВЧ-нагревом. В наших исследованиях применен электрофизический метод обработки СВЧ электромагнитного воздействия. В процессе СВЧ-нагрева силикатнатриевых композиций часть энергии электромагнитного излучения частично превращается в теплоту, другая ее часть направлена на структурные

превращения в материалах, что приводит к изменению свойств равномерно по всему объему.

Термическая обработка представляет собой сложный теплофизический процесс, в котором явления теплообмена протекают в непосредственной связи с явлениями массообмена. В соответствии с теорией сушки (А.В. Лыков) закономерности сушки пористых тел зависят от режима сушки, физико-химических свойств и структуры, различия связи влаги с твердой фазой [5].

При термическом вспучивании жидкостекольных систем порообразователь – пары воды. Классифицируют влагосодержание в сырьевых смесях следующим образом: капиллярная вода, удерживаемая капиллярными силами; адсорбционно связанная вода, удерживаемая силами Ван-дер-Ваальса в количестве двух-трех молекулярных слоев, удаляемых при температуре свыше 100 °С; химически связанная вода, входящая в гидратные новообразования. Если такая вода связана основными валентностями, то она испаряется при Т=300-500 °С. В кристаллогидратах она может быть связана в виде ионов или молекул и удерживаемая в решетке координационными силами и удаляется при температурах 200-300 ^{0}С. Коэффициент вспучивания (Кв) жидкостекольных смесей может колебаться в пределах 1,8-3,5 в зависимости от рецептурного состава и условий вспучивания.

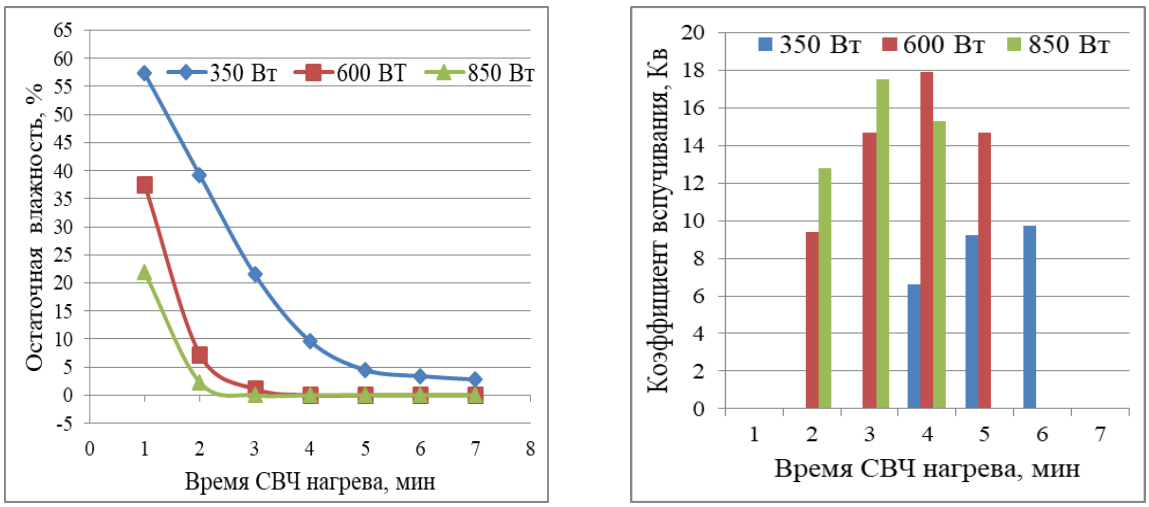
Результаты исследования, полученные с целью определения влияния параметров СВЧ нагрева (мощности и времени) на процессы дегидратации и вспучивания силикатнатриевого связующего (СНС), показали следующее:

– зависимости изменения остаточной влажности и коэффициент вспучивания образцов от времени нагрева при различной мощности нагрева (300 Вт, 600 Вт, 850 Вт) носят соответственно линейный и экстремальный характер (рисунок 1);

– с увеличением мощности нагрева жидкого натриевого стекла, быстрее происходит удаление воды и соответственно увеличение объема массива; коэффициент вспучивания в зависимости от условий СВЧ нагрева колеблется в пределах значений 6,6-17,6;

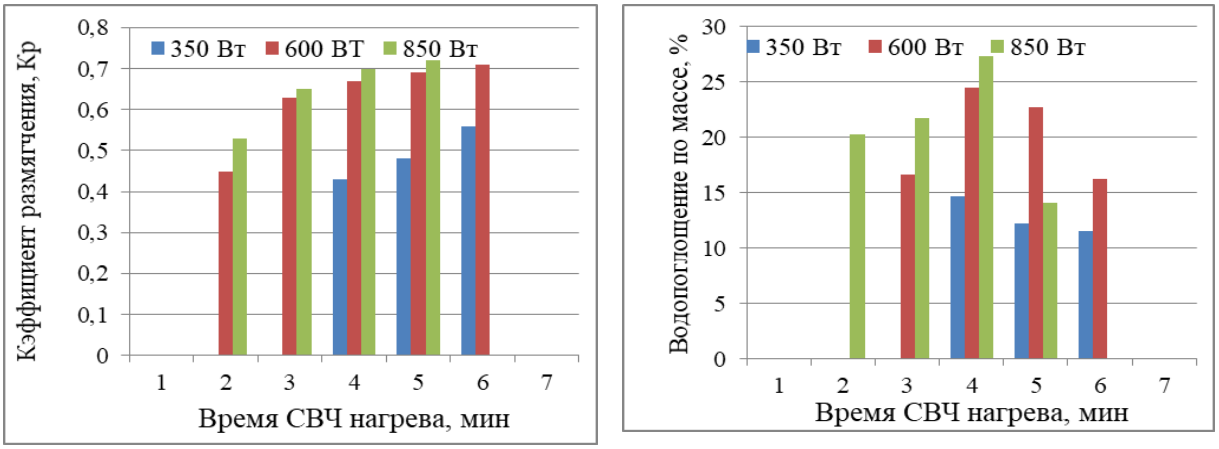
– максимальный коэффициент вспучивания фиксируется при мощности СВЧ излучения 600-850 Вт в течение 3-4 минут обработки, а затем с увеличением времени обработки наблюдается уменьшение объема вспененной структуры. Полагаем, что уменьшение объема вспененной массы при длительности СВЧ-обработки более 4 мин мощность 600-850 Вт) связано с процессами контракции.

В качестве объекта исследования использовалось товарное жидкое натриевое стекло с плотностью 1480 кг/м^3 и силикатным модулем М=2,7, водосодержание которого по данным термического анализа составляет 58 %.



а б

Рис. 1. а) Зависимости остаточной влажности СНС от параметров СВЧ нагрева;
б) Изменение $К_в$ СНС от параметров СВЧ нагрева



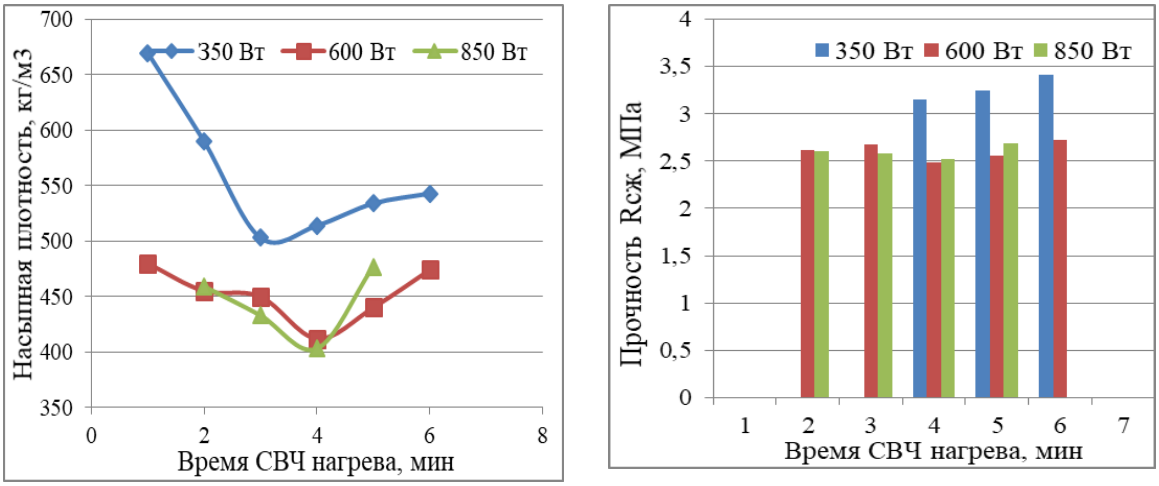
а б

Рис. 2. Зависимости свойств пористых гранул от параметров СВЧ нагрева:
а) водостойкости; в) водопоглощения по массе, %

Для проведения эксперимента использовалась лабораторная СВЧ-установка со следующими характеристиками: источник питания 230 В; рабочая частота 2450 МГц, выходная мощность 100 Вт / 850 Вт; силикатнатриевая смесь подвергалась обработке в течение 1-7 мин при мощности СВЧ излучения 350-850 Вт.

Результаты исследования показывают, что параметры СВЧ нагрева дают возможность управления процессом вспучивания СНС и, очевидно, могут оказывать значительное влияние на формирование пористой структуры и соответственно на свойства вспученных пористых гранул. Предварительно исследовалось влияние параметров СВЧ нагрева на формирование основных свойств пористых гранул на основе СНС с КН (10 % по массе СНС) и опокой, также оценивалась остаточная влажность гранулята. Термическая обработка сырцовых гранул осуществлялась СВЧ нагревом на частоте 2,45 ГГц в течение 2-5 мин при мощности СВЧ

излучения 350-850 Вт Результаты проведенных исследований представлены на рисунках 2 и 3.



а б

Рис. 3. Зависимости свойств пористых гранул от параметров СВЧ нагрева: а) водостойкости; в) водопоглощения по массе, %

Таким образом, установлено, что с увеличением мощности СВЧ излучения уменьшается насыпная плотность и коэффициент теплопроводности гранулированного материала, при этом зависимости от времени нагрева носят экстремальный характер. Минимальные значения насыпной плотности и коэффициента теплопроводности наблюдаются при мощности СВЧ излучения 600-850 Вт в течение 4 мин обработки. При данных условиях СВЧ обработки прочность гранулированного материала при сжатии в цилиндре находится в пределах Rсж=2,48-2,52 МПа, коэффициент размягчения составляет Кр=0,67-0,7, водопоглащение по массе W=24,5-27,3 %.

Список литературы

1. Зернистый теплоизоляционный материал на основе модифицированной жидкостекольной композиции /А.И. Кудяков, Н.А. Свергунова, М. Ю. Иванов; под ред. А.И. Кудякова; Том. гос. архитектур.-строит. ун-т, Брат. гос. ун-т. – Томск : Издательство ТГАСУ, 2010. – 203 с.

2. Иващенко Ю. Г. Свойства силикатнатриевого связующего, полученного на основе силицитовых пород методом гидротермального синтеза / Ю. Г. Иващенко, А. В. Страхов // Вестник Саратовского государственного технического университета. – 2010. – № 49. – С. 193-200.

3. Иващенко, Ю.Г. Теплоизоляционные материалы на основе минерально-сырьевой базы Поволжского региона / Ю.Г. Иващенко, И.Л. Павлова, М.П. Кочергина // Научное обозрение. – 2015. – №10. – С. 131-135.

4. Бабенко, В.А. Разработка окрасочной теплоизоляции на основе эффективно-наполненных водных дисперсий полимеров / В.А. Бабенко, Н.Н. Фомина // Математические методы в технике и технологиях – ММТТ-29 : сб. тр. XXIX Междунар. науч. конф., г. Санкт-Петербург, 31 мая - 3 июня 2016 г., г. Саратов, 27-29 июня 2016 г., г. Самара, 15-17 нояб. 2016 г.: в 12 т. - Саратов, 2016. – Т. 7. – С. 82-85.

5. Лыков А. Л. Теория сушки. – М.: Энергия, 1968. – 472 с.

УДК 691.4

ОРГАНОМИНЕРАЛЬНАЯ ДОБАВКА ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ МЕСТНОГО СЫРЬЯ

Иващенко Юрий Григорьевич, Мамешов Раман Тайрович

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., Россия, e-mail: psk@sstu.ru,mascara.t@list.ru

Аннотация. В настоящей работе рассматриваются механизма действия органоминеральной добавки полифункционального назначения, а так же теоретические и технологические аспекты структурообразования строительных композиционных материалов на основе глинистого сырья Поволжского региона. Результаты исследований показали снижение показателей адсорбции и емкости катионного обмена глинистого сырья при их модификации водорастворимыми смолами. Проведенные работы по исследованию структурообразования и характера влияния добавок на этот процесс создают предпосылки для дальнейшего изучения в области укрепления грунтов и насыпей для дорожного и транспортного строительства.

Ключевые слова: геополимер, грунтобетон, структурообразования, ацетоноформальдегидная смола, лигносульфонат технический

ORGANIC AND MINERAL ADDITION OF POLYFUNCTIONAL PURPOSE TO OBTAIN BUILDING COMPOSITION MATERIALS BASED ON LOCAL RAW MATERIALS

Ivaschenko Yuri Grigorevich, Mameshov Roman Tayrovich

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Russia, e-mail: psk@sstu.ru,mascara.t@list.ru

Annotation. The action mechanism of multifunctional purpose organic additives and theoretical and technological aspects of structure formation of the building composite materials based on clay raw materials Volga region were consider in this present work. Research results showed decline of adsorption indicators and cation exchange capacity of the clay raw materials at their modification by water soluble resins. Conducted research structure formation and the nature of the influence of additives to this process create prerequisites for further study in the field of soil reinforcement and mounds for road and transport construction.

Keywords: geopolymer, soil concrete, structure formation, acetone formaldehyde resin, technical lignosulfonate

Промышленность строительных материалов выступает одной из наиболее значимых сегментов современной экономики, на котором базируется весь строительный комплекс и существенно влияет на темпы развития других отраслей народного хозяйства.

Промышленность строительных материалов является динамично развивающейся отраслью и вместе с тем одной из наиболее топливо- и

энергоемких. В связи с чем, индустрии строительства необходим переход на современные ресурсосберегающие технологии производства, снижение энергетических и трудовых затрат, поскольку от степени энергоемкости строительного производства и эксплуатации его объектов зависят уровень развития экономики страны и социального состояния общества в целом.

В настоящее время в технологии строительных материалов в следствие с дороговизны энергоносителей и истощения природных ресурсов одной из важнейших задач является оптимизация требуемых свойств исходных компонентов, использование низкосортного, широко распространенного сырья без ущерба качеству конечного продукта. Решение этой задачи возможно различными способами обработки и активации, осуществляемой на стадии подготовки сырьевых материалов или приготовления смеси.

Использование повсеместно распространенных глинистых и кремнистых пород для производства строительных композитов по безобжиговой технологии имеет большое научное и прикладное значение. Кроме того техническая возможность и экономическая целесообразность применения технологии ориентированной на комплексную переработку и использование местного сырья подтверждается многолетней практикой строительства.

Определенный интерес представляет исследования по модификации структуры грунтобетонных композитов, так называемых геополимеров на основе местного глинисто-кремнистого сырья.

Высокая технико-экономическая эффективность и экологическая рациональность производства геополимеров предопределяется относительно низкой энерго- и материалоёмкостью их получения, что расширяет возможности сырьевой базы и современного материаловедения в целом.

Понятие геополимер был введен Дж. Давидовицем в конце 70-х годов прошедшего столетия и обозначало многокомпонентный искусственно синтезированный строительный композит, сформировавшийся при твердении в естественных условиях, смеси из осадочных горных пород (глинистое сырье), вяжущего, добавок, а так же воды и имеющего структуру с повторяющимися в цепях атомами кремния и алюминия [1].

Строение геополимеров состоит из длинных цепей: сополимеров алюминия и алюмосиликатов, катионов металлов, которые стабилизируют их, чаще всего из натрия, калия, лития или кальция, а также связанной воды.

Среди отечественных ученых разработкой и внедрением технологии грунтобетонов и грунтосиликатов интенсивно занимался В.В. Глуховский [2].

Простота получения, экологичность и энергоэффективность технологии геополимеров позволяет использовать их для получения широко ряда строительных композитов с повышенными механическими свойствами и огнестойкостью, кроме того они могут служить матрицей, обеспечивающая стабилизацию токсичных отходов [3].

Обнаружено [4], что реакция получения геополимеров протекает в три стадии: на первой стадии происходит растворение оксидов кремния и алюминия в щелочной среде – концентрированном растворе NaOH или KOH,

на второй стадии происходит расщепление природных полимерных структур на мономеры, на третьей – схватывание и уплотнение в результате обратного превращения мономеров в полимерные материалы.

Одним из наиболее эффективных путей интенсификации технологии, повышения качества и снижения стоимости и материалоемкости изделий и конструкций является химизация. Основным направлением химизации принято считать применение химических добавок и использование синтетических смол.

Добавки и смолы вводятся в систему с целью регулирования процессов структурообразования и создания каркаса кристаллизационной структуры, внутри которой расположены агрегаты с коагуляционным и конденсационным строением [5]. Предпосылкой для исследования в настоящей работе механизма действия органических добавок на процессы структурообразования и твердения композитов послужили работы Баженова Ю.М., Батракова В.Г. Соломатова В.И., Тахирова М.К. и др. [6-12], показавшие наличие общей особенности механизма действия различных синтетических смол, пластификаторов и добавок ионогенного типа.

Несмотря на наличие широкой номенклатуры высоконаполненных полимерных композиций, строительное производство не распологает достаточно щелочестойкими полимерными композитами на основе относительно недорогих химических продуктов. Поэтому разработка таких связующих, композитов на их основе и их модификация является весьма актуальной. В этом смысле представляют интерес и считаются перспективными водорастворимые ацетоноформальдегидные смолы, отличающиеся полифункциональными свойствами, недефицитностью исходного сырья, простотой технологии получения и сравнительной дешевизной. Рядом исследований обоснована технико-экономическая эффективность применения в технологии бетона ацетоноформальдегидных смол марок АЦФ и САФА [13,14].

Ранее были проведены исследования [15] с использованием цементного вяжущего, глинистого сырья и продуктов электрохимической обработки водно-солевых растворов в комплексе с добавкой АЦФ для получения строительных композиционных материалов. Глина и цемент, использованные в исследованиях проявляют высокую физико-химическую активность в отношении органических добавок и минеральных солей, выражающаяся в высокой адсорбционной активности и чувствительности гидратационных процессов, в связи с чем, исследования структурообразования глины изучали отдельно от цемента.

Начальный этап исследования заключался в определении роли влияния продуктов электрохимической активации (ЭХА) водно-солевых растворов хлорида натрия (пищевая соль, ГОСТ 13830-84) с минерализацией 5 г/л, полученные на установке СТЭЛ-4Н и АЦФ смолы на изменение значения pH-показателя суспензий из глинистого и глиноцементного сырья. Установлено, что продукты ЭХА водно-солевых растворов изменяют значения pH-

показателей во всех случаях, причем наибольшие изменения наблюдаются у суспензий, затворенных католитом: в глинистых суспензиях значения pH-показателя увеличены на 30%, а в глиноцементных на 2,5%. Для глинистых суспензий затворенных анолитом характерно снижение значений pH-показателей на 16%, а для глиноцементных – на 5,24%. По методике (ГОСТ 21216-2014 Сырье глинистое. Методы испытаний) определена степень влияния продуктов ЭХА водно-солевых растворов на основные свойства глиноцементного сырья – изменение числа пластичности и формовочной влажности, прочностных показателей (таблица 1).

Таблица 1 – Свойства глиняных образцов

№	Жидкость затворения	Число пластичности	Формовочная влажность, %	Прочность при изгибе, МПа, в возрасте, сут	
				3	14
1	Неактивированная водопроводная вода	13	29	2,52	2,47
2	Анолит	15	27	2,87	2,81
3	Католит	16	28	3,64	3,7

Добавка АЦФ во всех случаях изменяет пластические свойства, снижает значения pH-показателей глинистых и глиноцементных суспензий (таблица 2). В случае затворения глинистых суспензий католитом с добавкой АЦФ наблюдается прирост значения pH-показателя на 15%. Методом титрования (ГОСТ 21283-93 Глина бентонитовая для тонкой и строительной керамики. Методы определения показателя адсорбции и емкости катионного обмена), установлено снижение показателей адсорбции и емкости катионного обмена глинистого сырья при их модификации АЦФ. Отмечается, что АЦФ адсорбируется на поверхности глинистых частиц и участвуют в обменных реакциях.

Таблица 2 – Пластические свойства глинистых суспензий модифицированных АЦФ

Добавка АЦФ, % от массы	Влажность на границе текучести				Влажность на границе раскатывания				Число пластичности
	$m_{влаж}$ с бюкс., г	$m_{сух}$ с бюкс., г	$m_{сух}$, г	Влажн. W, %	$m_{влаж}$ с бюкс., г	$m_{сух}$ с бюкс., г	$m_{сух}$, г	Влажн. W, %	
без добавки (контр.)	30,8	28,5	10,0	23,0	29,1	27,7	8,5	16,5	12,6
	29,0	26,5	7,7	32,5					
	29,1	26,6	7,9	31,6					
0,5	29,5	26,5	7,9	38,0	28,6	26,9	8,3	20,5	17,1
	32,1	28,5	9,7	37,1					
	30,9	27,5	9,0	37,8					
1,0	18,7	17,0	3,7	45,9	28,6	27,1	8,5	17,6	23,1
	29,0	26,2	7,4	37,8					
	27,1	24,8	6,0	38,3					

Результаты исследований по оценке физико-механических свойств глиноцементных образцов представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Свойства глиноцементных образцов при соотношении Г:Ц (90:10%)

Добавка АЦФ, %	Свойства образцов в зависимости от продолжительности выдержки в воздушно-влажных условиях					
	Через 1 час после формования		Через 1 сутки		Через 3 суток	
	ρ_0, г/см^3	$R_{сж}$, МПа	ρ_0, г/см^3	$R_{сж}$, МПа	ρ_0, г/см^3	$R_{сж}$, МПа
- (контр.)	1,6	0,8	1,61	1,9	1,62	3,5
	1,85	1,2	1,83	2,3	1,88	4,7
	2,05	1,9	2,01	2,8	2,06	6,2
0,5	1,7	0,9	1,62	1,9	1,62	4,5
	1,72	1,35	1,88	2,60	1,62	5,72
	1,9	2,9	2,1	4,20	1,9	8,2

В зависимости от давления прессования установлено изменение коэффициента водостойкости образцов с составом Г:Ц (90:10%) контрольного образца и с добавкой АЦФ (0,5%).

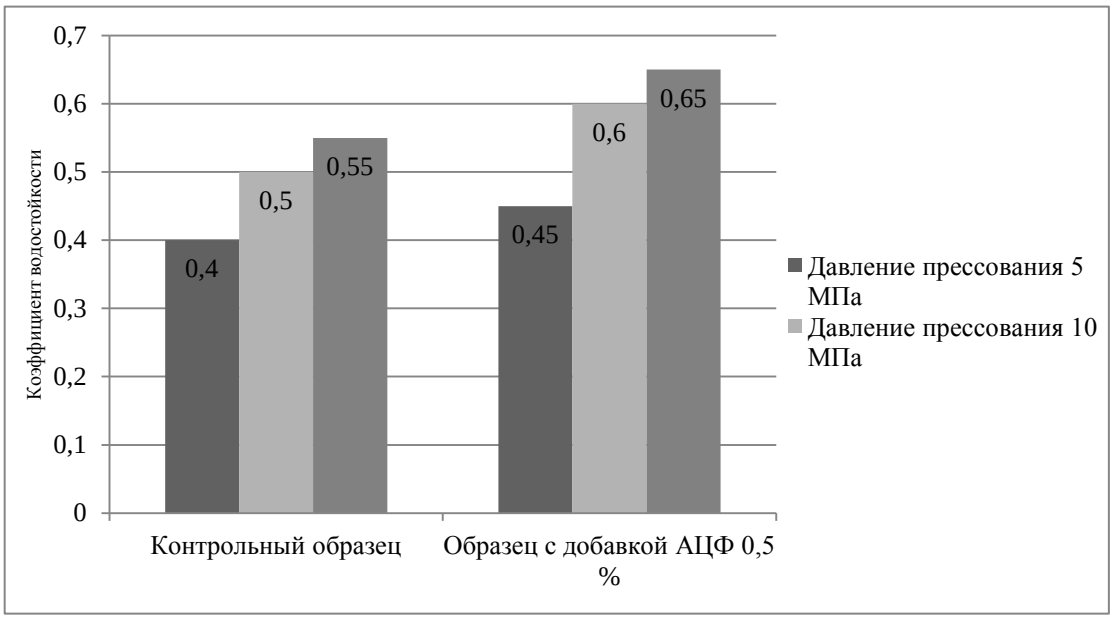


Рис. 1. Изменение показателя коэффициента водостойкости образцов

Установлено, что продуктами ЭХА обработки водно-солевых растворов можно направленно воздействовать на активные центры поверхности частиц. Механизмы модифицирующего воздействия продуктов ЭХА обработки водно-солевых растворов в комплексе с добавкой АЦФ на поверхность частиц глины, достигаются изменением внутренних сил дисперсной системы за счет Na^+ катионного обмена, приводящее к самодиспергированию глинистых минералов, увеличению межпакетного

пространства с интеркаляцией молекул АЦФ в их структуру. Растворы католита диспергируют глинистые частицы, выражающиеся в повышении значений pH среды.

Снижение pH-показателя дисперсной системы от действия раствора анолита и от введения 3% добавки по массе АЦФ связано с адсорбционными свойствами глинистых частиц. Адсорбция АЦФ на поверхности глинистых частиц определяется соответствием характеров функциональных групп адсорбата и адсорбента. Глинистые минералы, как адсорбент, отличаются обилием поверхностных силанольных групп, способных участвовать в донорно-акцепторных взаимодействиях с метилольными группами АЦФ по типу водородной связи.

Повышение щелочности среды за счет добавления продуктов ЭХА водно-солевых растворов, в частности католита, способствует протеканию процессов диспергирования глинистых частиц, ионного обмена, сорбции и поликонденсации молекул АЦФ смолы. Данное обстоятельство создает предпосылки для дальнейшего исследования механизма действия водорастворимых добавок и их модификаций.

Следующим этапом изучения является разработка основ структурообразования и долговечности строительных композитов, где в качестве наполнителей служит местное кремнистое сырье, отличающееся повышенным содержанием SiO_2, CaO, MgO в комплексе с водорастворимыми ацетоноформальдегидными смолами и различными суперпластификаторами, в частности, техническими лигносульфонатами и их модификациями.

Известно, что технические лигносульфонаты представляют собой полимеры с широким диапазоном молекулярной массы и состоят из низко- и высокомолекулярных фракций. Высокомолекулярная фракция характеризуется очень сильным стабилизирующим действием и замедляет процесс твердения бетона. Недостатком низкомолекулярной фракцииявляется значительная воздухововлекающая способность, приводящая к снижению прочности. Методы модификации направлены на уменьшения негативного влияния упомянутых фракций ЛСТ.

Механизм действия добавок зависит также от характера полярной группы химического вещества. Так, добавки, содержащие карбоксильные группы, с одной стороны интенсифицируют процессы растворения, и с другой связывают перешедшие в раствор частицы [16,17]. В этой связи определенный интерес представляет исследование механизма действия технического лигносульфоната вкупе с АЦФ смолой на частицы глинисто-кремнистого сырья Поволжского региона. Определенный успех в области совместного использования ЛСТ и АЦФ смолы наблюдается в ряде работ отечественных ученых [18-20].

Используемая ацетоноформальдегидная смола содержит значительное количество гидроксильных и карбонильных групп и имеет строение:

$$\begin{array}{l} CH_2 \\ | \\ CH_2OH \end{array} — CO — CH — CH_2 — O — CH_2 — CH — CO — \begin{array}{l} CH \\ | \\ CH_2OH \end{array}$$

Наличие карбонильной группы в АЦФ смолах определяет возможность прохождения реакций, в которых химическая, ковалентная и координационная связь может образовываться за счет группы CO. Кроме того, в наполненных композициях в процессе отверждения гидроксильные и карбонильные группы способны взаимодействовать как между собой, так и с функциональными группами наполнителя. В частности гидроксильная группа может принимать участие в химическом взаимодействии с такими составляющими наполнителей как SiO_2, CaO, MgO. Иначе говоря, применение наполнителей с повышенным содержанием вышеуказанных составляющих способствует дополнительной возможности регулирования процесса структурообразования.

Таким образом, подтверждается технологическая возможность и целесообразность использования химических добавок для получения строительных композитов на основе местного сырья, по ресурсосберегающей технологии.

Список литературы

1. Чекмарев А. С., Сео Д. К., Скорина Т. В., Чекмарева Г. Д. Получение геополимерных материалов с применением природных компонентов // Вестник Казанского технологического университета. – Казань, 2012. – №20. – Стр. 50-55. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/poluchenie-geopolimernyh-materialov-s-primeneniem-prirodnyh-komponentov.
2. Глуховский В.Д., Пахомов В.А. Шлакощелочные цементы и бетоны. – Киев: Будивельник, 1978. – 184 с.
3. Kumar S., Kumar R. Mechanical activation of fly ash: Effect on reaction, structure and properties of resulting geopolymer, Ceramics International, Vol. 37, 2011, pp 533-541.
4. Davidovits, J. Soft Mineralurgy and Geopolymers. In proceeding of Geopolymer 88 International Conference, the Université de Technologie, Compiègne, France. 1988. – pp. 49-56.
5. Щеглов А.Ф. Грунтобетоны на основе глинистых пород КМА в дорожном строительстве. Автореф. канд.тех.наук: 05.23.05 / Щеглов Александр Федорович. – Белгород, 2003. – 22 с.
6. Баженов Ю.М. Технология бетона. – М., «Высшая школа», 1978. – 455 с.
7. Батраков В.Г., Гень О.П. Влияние комплексных добавок на свойства цементно-песчаного раствора и бетона // Реф.информация / НИИЖБ Госстроя СССР/. Серия УП, 1976. Вып.10, №832.
8. Батраков В.Г. Гусейнов Э.М. Стойкость бетонов с водорастворимыми полимерами в растворах солей высоких концентраций //Труды НИИЖБ. – М.: Стройиздат,1977, вып.23. – С. 12-18.
9. Батраков В.Г. Комплексные модификаторы свойств бетонов // Бетон и железобетон. – 1977, №7. – С 4-6.
10. Попова О.С. Структура и свойства бетонов с добавками водорастворимых смол // Авторефер.дисс.докт.техн.наук. – Л., 1980. – 31 с.
11. Ратинов В.Б., Розенберг Т.И. Добавки в бетон. – М., Стройиздат, 1973. – 207 с.

12. Тахиров М. Структурообразование и долговечность бетонов с применением ацетоноформальдегидных смол // Дисс.докт.техн.наук. Ташкент. – 1987. – 392 с.

13. Борисов М.Е. Исследование бетона с добавкой ацетоноформальдегидной смолы. – Автореф.

14. Соломатов В.И. Тахиров М.К., Коротин М.М. Бетон с АЦФ добавкой для транспортного строительства. – М., «Транспорт», 1986. – 64 с.

15. Мухамбеткалиев, К.К., Иващенко, Ю.Г. Способ нейтрализации экстрактивных веществ древесины в безобжиговых составах глино-цементных композитов / К.К. Мухамбеткалиев // Вестник СГТУ. – 2010. – № 3 (48). – С 143-147.

16. Вишнякова А.И. Голубых Н.В. Голубых Н.Д. Опыт применения добавки ПАЩ-1 в бетонах на предприятиях Главлипецкстроя // В сб.: Повышение качества и эффективности изготовления бетонных и железобетонных конструкций за счет химических добавок. – Вильнюс, 1981. – С. 204-205.

17. Глекель Ф.Л. Физико-химические основы применения добавок к минеральным вяжущим. – Ташкент, изд-во «Фан», 1974. – 123 с.

18. Арипов Э.А., Лем Р.А., Фазилов Т.И. Исследование процессов структурообразования в дисперсной системе, пропитанный раствором СДБ. Тезисы доклада координационного совещания по фенопластам. – Кемерово, 1983. – с. 97-98

19. Лем Р.А., Фазилов Т.И. отходы целлюлозно-бумажной промышленности – перспективное вяжущее для закрепления подвижных песков. Тезисы докладов координационного совещания по фенопластам. 1981. – с. 83-84.

20. Лем Р.А. физико-механические свойства защитных покрытий на основе лигносульфонатов. Межвузовский сборник научных трудов. Вып. 171/18, ТашИИТ, Ташкент, 1981. – с. 64-67.

УДК 691.322

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ БЕТОНА С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕСТНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПОВОЛЖСКОГО РЕГИОНА

Иващенко Юрий Григорьевич, Тимохин Денис Константинович, Гафанович Владимир Львович, Джулаев Марат Нарымович

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., Россия, e-mail: psk@sstu.ru

Аннотация. В статье представлен обзор, связанный с актуальными вопросами бетоноведения применительно к местным сырьевым материалам Поволжского региона, получаемым из отходом камнедробления карбонатных горных пород.

Ключевые слова: дробление, отсев, карбонатная порода, бетон

MODERN TENDENCIES OF DEVELOPMENT OF CONCRETE TECHNOLOGY WITH THE APPLICATION OF THE LOCAL MATERIALS OF THE VOLGA REGION

Ivashchenko Yuri Grigor'evich, Timokhin Denis Konstantinovich, Gafanovich Vladimir L'vovich, Dzhulaev Marat Narimovich

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Russia,
e-mail: psk@sstu.ru

Abstract. The article presents a review related to topical issues of concrete science in relation to local raw materials of the Volga region, derived from the waste of stone-crushing of carbonate rocks.

Keywords: crushing, screening, carbonate rock, concrete.

В последние годы во всех технически развитых странах расширяется применение высококачественных бетонов, прочностью на сжатие 60,0 МПа, что позволяет существенно снизить материалоемкость и повысить эксплуатационную надежность строительных конструкций, изделий, по сравнению с конструкциями из обычного бетона прочностью 20,0-40,0 МПа. В 50-х годах прошлого столетия прочность бетона не превышала 25,0-30,0 МПа. В 70-х годах стал получать широкое практическое применение в технологически развитых странах бетон, прочностью 50,0-60,0 МПа. Сегодня широко применяется бетон прочностью 80,0 МПа. В лабораторных условиях получены цементные бетоны свыше 150,0-180,0 МПа.[1]

Замена природного щебня высокопрочным керамическим искусственно полученным заполнителем обеспечивает получение бетонов прочностью 200,0 МПа.

На высококачественном пористом заполнителе получен прочный легкий бетон, прочностью до 100,0 МПа при плотности 1750,0-1800,0 кг/м^3.

Повышение средней прочности применяемых бетонов, так и максимальной прочности бетона, достигнутой в научно-производственной практике, в значительной мере способствовало развитие научных основ бетоноведения, совершенствование методов подбора составов, модифицирование добавками супер-, гиперэффектов в комплексе с активными тонкодисперсными минеральными наполнителями. В технологическом аспекте следует отметить достижения в разработке технологий, высокопроизводительного оборудования для приготовления и укладки бетона, а также методов контроля на всех этапах технологического процесса бетонирования конструкций и изделий.[4]

Значительные успехи достигнуты в разработке и применении высокопрочных бетонов с полимерными добавками и фиброармирующими элементами. Цементные бетоны в XXI веке остаются наиболее массовым применяемым конструкционным материалом в строительной практике.

В разработке высококачественных бетонов на основе отечественных и зарубежных научно-технических разработок можно выделить два основных направления:

– получение бетона по традиционной технологии путем оптимального подбора состава, снижения водоцементного отношения, повышения расхода

цемента, применения качественных цементов, минеральных активных высокодисперсных наполнителей, добавок наноструктурного уровня, высокопрочных фракционированных заполнителей и химически активных поверхностно-активных веществ. Отдельной позицией признается необходимость совершенствование приемов и способов приготовления и укладки бетонных смесей (электрофизические методы обработки цемента, воды, наполнителей, обработкой цементных композитных материалов виброактивацией, прессованием под высоким давлением и другие приемы);

– получение высококачественных бетонов с использованием специальных вяжущих веществ с использованием специально диспергированных микроармирующих цементный камень волокнистых наполнителей (стальных, алюмосиликатных, углеродных, полимерных), что существенно повышает прочностные показатели.

Эффект технико-экономической целесообразности реализации этих направлений формируется в интеграционном подходе с реализацией научно-технических мероприятий приводящих к определенному «синергетическому» эффекту.

На современном этапе выделяются:

– новые цементные стратегии;
– новые бетоноведческие стратегии;
– новые стратегии проектирования строительных конструкций.

Эти подходы связаны с совершенствованием технологических процессов цементных производств, производства композиционных вяжущих, создание и синтез новых клинкерных минералов.

Приоритетным способом производства цемента признан сухой способ. Содержание клинкерных минералов в цементах в % масс. - 78-90 (усредненный показатель).

Снижение содержания клинкера в цементе достигается главным образом за счет использования природных или техногенных (искусственных) минеральных добавок, включая химически инертные, и путем постоянного улучшения зернового состава цемента. Рассматриваются возможности расширения объектов выпуска альтернативных цементов: магнезиальных, фосфатных, сульфоалюминатных, сульфоалюмоферритовых, шлакощелочных, геополимерных и др.[2].

Подходы в реализации современных технологии бетона «Бетонная стратегия» реализуются на практике благодаря применению: высокоэффективных суперпластификаторов, минеральных добавок (микрокремнезем, метакаолин, шлаки тонкомолотые, тонкомолотые наполнители из карбонатных и силицитовых пород). Минеральные добавки обеспечивают эффект пуццоланизации и эффект наполнения цементной матрицы.

Одним из важнейших условий рационального использования минерально-сырьевой базы, улучшения технико-экономических показателей строительного комплекса является соблюдение регионального принципа

производства и применения строительных материалов и изделий. В каждом регионе целесообразно расширение номенклатуры материалов, для которых имеется сырьевая база [3].

Одной из важнейших народнохозяйственных проблем является ускоренное вовлечение в хозяйственный оборот вторичных ресурсов, и в том числе, побочных продуктов производства нерудных строительных материалов. Имеющая место тенденция выпуска в больших объемах щебня мелких фракций неизбежно ведет к увеличению объема отходов камнедробления, которые в зависимости от физико-механических свойств перерабатываемых горных пород, принятой технологии и типа дробильного оборудования составляет от 20 до 40% добываемой горной массы.

Потери значительного количества ценного невосполнимого минерального сырья ставят задачу - создать безотходные и малоотходные технологии переработки горной массы на щебень с полной (или частичной) утилизацией отсевов, используя их в бетонах, дорожном строительстве, в качестве известняковой муки для сельского хозяйства и т.д.

В настоящей статье рассматривается только один аспект проблемы: возможность применения отсевов дробления карбонатных пород в качестве заполнителей для бетона. Этот вопрос особенно актуален для тех регионов страны, включая Поволжский регион, которые неудовлетворительно обеспечены качественными песками для производства бетонных работ. Природные кварцевые пески большинства месторождений по своему зерновому составу и засоренности глинистыми и пылевидными частицами не соответствуют требованиям стандарта. Чаще всего эти пески относятся к группе мелких песков, их модуль крупности составляет 1,1...1,6. Использование таких песков в бетоне приводит к существенному перерасходу вяжущего.

Очевидно, что такие пески целесообразно обогащать добавкой-укрупнителем, подученной, в частности, из отсевов дробления карбонатных пород (где они распространены), или полностью заменять мелкий кварцевый песок отсевом дробления фракций до 5 мм. Однако задача использования отсевов камнедробления в качестве мелкого заполнителя еще не решена. Это в первую очередь, связано о отсутствием научно-обоснованных критериев оценки их пригодности, а также рекомендаций по эффективному использованию их в бетоне.

Отсевы дробления представляют собой фракции менее 5,0...10,0 мм, то есть в их составе имеются и мелкие и крупные частицы. Анализ эталонных кривых зернового состава заполнителей бетона показывает, что при наибольшей крупности 10,0 мм содержание в них зерен более 5.0 мм должно составлять 20...30%. Однако так как режим работы дробильного оборудования подбирается исходя из условия получения качественного основного продукта – щебня, в большинстве случаев отсев дробления содержит не оптимальное количество крупной фракции. Кроме того оно может существенно колебаться. Учитывая реальные технические

возможности, в настоящей работе рассматриваются вопросы использования в качестве мелкого заполнителя для бетона отсевов дробления карбонатных горных пород фракций до 5,0 мм.

В соответствии с современными воззрениями наибольшее влияние на качество бетона оказывают следующие характеристики их мелкого заполнителя: крупность зерен и гранулометрический состав; форма зерен и качество поверхности; пористость частиц и ее характер; пустотность; прочность.

Зерновой состав отсевов дробления имеет существенные отличия от аналогичных характеристик природных песков. Основные - повышенное (до 15...30%) содержание частиц менее 0,16 мм и нередко повышенное содержание крупных фракций 0,63...5,0 мм. Частицы размером менее 0,16 мм у отсевов дробления и природного песка резко различаются по вещественному составу. В природных песках это пылевидные и глинистые частицы, в отсевах дробления - прежде всего каменная пыль. Каменная пыль в количестве до 10% оказывает благоприятное воздействие на бетонные смеси с низкими расходами цемента. Однако, в большем количестве она вызывает негативные явления: снижение подвижности бетонной смеси, трудности с ее перемешиванием и уплотнением. И, как следствие, необходимость увеличения водосодержания для обеспечения заданной удобоукладываемости бетонной смеси, рост В/Ц и закономерное ухудшение качества бетона.

Зерновой состав отсевов дробления определяется как генетическими особенностями и структурно-прочностными характеристиками исходной горной породы, так *и* типом и режимом работы дробильного оборудования.

Дробление горных пород осуществляется четырьмя основными способами: раздавливанием, раскалыванием, истиранием и ударом, а реализуется в пяти классах дробилок: щековых, конусных, валковых, молотковых и роторных.

На основании анализа множества данных о зерновых составах отсевов, полученных после дробления различных по прочности горных пород с использованием различных дробилок, сделан вывод, что при правильном выборе типа дробильного оборудования в соответствии с характеристиками горной породы, назначении оптимальных режимов дробления, последующем обогащении продукта дробления возможно получить материал с зерновым составом близким к оптимальному для мелкого заполнителя бетона.

Важной характеристикой мелкого заполнителя бетона является форма зерен. Этот показатель определяет, в свою очередь, пустотность и удельную поверхность, которые оказывают существенное влияние на расход цемента в бетоне.

Отличительной особенностью отсевов дробления является угловатая форма их зерен. Это обстоятельство приводит к снижению подвижности бетонной смеси по сравнению с аналогичными составами на природных

песках. Устранение этого отрицательного явления возможно, главным образом, путем увеличения расхода цемента, что экономически невыгодно.

Как показали исследования, форма зерен дробленого продукта зависят от свойств исходной породы и типа применяемого дробильного оборудования. Установлено, что наилучшей формой частиц с наименьшим содержанием лещадных зерен характеризуется песок, полученный на дробилках ударного действия.

Следует заметить, что отсутствует корреляционная связь между характеристиками зернового состава и формой зерен отсевов дробления. Это делает невозможным исчерпывающий контроль качества отсева по данным ситового анализа.

Не менее важным является влияние прочности и минерального состава исходных горных пород на свойства тяжелого бетона на отсевах дробления этих пород.

Исходные карбонатные горные породы, из которых получают отсевы, различаются по своим прочностным показателям. Предел прочности при сжатии этих пород колеблется в пределах 20...120МПа. Прочность отсева принято оценивать по прочности исходной горной породы. По мнению ряда авторов, собственная прочность заполнителей весьма важна, но не является единственным и решающим фактором, определявшим прочность бетона. Использование заполнителей высокой прочности необязательно обеспечивает повышение прочности бетона. Известны случаи, когда на более прочном заполнителе получают менее прочный бетон.

Особенность бетона, как искусственного конгломерата, состоит в том, что его прочность зависит как от механической прочности зерен заполнителя, так и от их сцепления с цементным камнем. Причем второй фактор в ряде случаев может играть определяющую роль.

Сцепление цементного камня с карбонатными горными породами осуществляется за счет их взаимного прорастания, т.к. контакт обеспечивается кристаллами портландита и в этом проявляется отмечаемое исследователями химическое средство заполнителя с продуктами гидратации цемента.

Важным и недостаточно изученным вопросом при применении отсевов дробления карбонатных пород является термическая совместимость компонентов бетона. Имеется существенное расхождение во мнениях о том, в какой степени различие коэффициентов линейного температурного расширения заполнителей и цементного камня влияет на разрушение бетона. Во избежание деструктивных процессов следует подбирать компоненты бетона с близкими значениями коэффициента линейного температурного расширения. Это позволит резко уменьшать температурные напряжения, что будет способствовать повышению долговечности бетона.

Анализ литературных источников и инженерной практики показывает, что до настоящего времени отсевы дробления карбонатных горных пород в качестве мелкого заполнителя в бетоне почти не используется.

Основные характеристики отсевов дробления известняка

Вид дробилки	Полные остатки на ситах, %						Модуль крупности	Содержание частиц, опред. отмучиванием, %	Насыпная плотность, кг/м^3	Пустотность, %
	2,5	1,25	0,63	0,315	0,16	<0,16				
Щековая	27,0	48,0	62,0	72,0	79,0	21,0	2,88	8,2	1300	50,7
Конусная	25,0	45,0	60,0	68,0	78,0	22,0	2,76	7,3	1320	50,0
Роторная	26,0	41,0	57,0	68,0	75,0	25,0	2,65	12,5	1560	41,1

Основные трудности в комплексном и полном использовании отсевов заключается в следующем:

– недостаточно изучен состав, структура и свойства, включая однородность, отсевов дробления;

– отсутствуют научно-обоснованные и проверенные на практике критерии и соответствующие методики оценки качества отсевов и рекомендации по их эффективному использованию в бетоне;

– предприятия не заинтересованы в использовании отсевов. Они вывозятся в отвалы при этом переизмельчаются и загрязняются, в результате чего становятся непригодными для применения в бетоне.

Список литературы

1. Иващенко, Ю.Г. Механоактивированные модифицирующие добавки для строительных композитов / Ю.Г. Иващенко, С.А. Евстигнеев, А.В. Страхов, Д.К. Тимохин // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2013. № 3. С. 47-52.

2. Иващенко, Ю. Г. Цементные бетоны для монолитного домостроения с использованием искусственных минеральных добавок / Ю. Г. Иващенко, Н. А. Козлов // Ресурсоэнергоэффективные технологии в строительном комплексе региона. 2011. - С. 43-46.

3. Иващенко, Ю.Г. Структурообразующие факторы вяжущих систем с минеральными наполнителями Ю.Г. Иващенко, Д.К. Тимохин, А.В. Страхов, С.А. Евстигнеев // Вестник Волжского регионального отделения : сб. науч. тр. - Н. Новгород, 2013. - Вып. 16. - С. 260-263.

4. Иващенко, Ю. Г. Модифицирующее действие органических добавок на цементные композиционные материалы / Ю. Г. Иващенко, Д. К. Тимохин, А. В. Страхов // Вестник Саратовского государственного технического университета. - 2012. - № 68, Ч. 2. - С. 202-205.

УДК 691.31

ПРИРОДНЫЕ ЦЕОЛИТЫ РАЗНЫХ СТРАН В ЦЕМЕНТНЫХ БЕТОНАХ

Кайс Хамза Абдулмалек, Гуляков Евгений Геннадьевич, Морозова Нина Николаевна

Казанский государственный архитектурно-строительный университет, Россия, e-mail: hamza.qais@mail.ru, steepsam17@gmail.com, ninamor@mail.ru

Аннотация. В работе приведены исследования природных цеолитовых материалов Татарско-Шатрашанского месторождения, из Украины - Сокирницкое месторождение, из Египта и Йемена. Природные цеолиты имея большую удельную поверхность характеризуются и большей водопотребности, кроме цеолита из Египта, в сравнение с цементом, но прочность цементного камня с дозироками до 10% выше или равна контрольному составу. Меньшей контракцией характеризуется состав с цеолитом из Татарстана.

Ключевые слова: АМД, удельная поверхность, контракция, цеолит, ЦСП

NATURAL ZEOLITES FROM DIFFERENT COUNTRIES IN CEMENT CONCRETE

Qais Hamza Abdulmalek, Gulyakov Evgeniy Gennadievich , Morozova Nina Nikolaevna

Kazan State University of Architecture and Construction, Russia, e-mail: hamza.qais@mail.ru, steepsam17@gmail.com, ninamor@mail.ru

Annotation. The paper presents the study of natural zeolite materials of the Tatar-Shatrashan field, from Ukraine - Sokirnitskoye field, from Egypt and Yemen. Natural zeolites having a large specific surface area are characterized by greater water demand, except for zeolite from Egypt, in comparison with cement, but the strength of cement stone with dosages up to 10% higher or equal to the control composition. A smaller contract is characterized by the composition of zeolite from Tatarstan.

Keywords: AMD, specific surface area, contraction, zeolite

Активные минеральные добавки (АМД) имеют широкое распространение и применение в цементных бетонах. Они позволяют улучшить свойства портландцемента и бетонов на их основе [1-3]. Использование активных минеральных добавок в бетонах позволяет достичь следующих эффектов [4. 5] :

– экономия клинкера и снижение загрязненности окружающей среды;

– повышение скорости твердения и проектной прочности цементных бетонов;

– повышение плотности, прочности, долговечности и стойкости бетона в агрессивных условиях;

– получение сульфатостойкости бетонов и др.

К числу АМД относятся многие минеральные природные и техногенные материалы, Из перечня природных АМД - уникальные цеолитсодержащие породы [6].

Цеолиты – это каркасные алюмосиликаты, в структуре которых имеются сообщающиеся между собой полости, занятые катионами различных элементов (чаще щелочных и щелочно-земельных) и молекулами воды. Цеолитсодержащие породы находят активное применение в строительной отрасли, имеют большой интерес для использования в качестве активных минеральных добавок в бетонах.

Применение ЦСП способствует формированию устойчивой реологической матрицы цементных систем и улучшению технологических свойств растворных и бетонных смесей;

Республика Татарстан имеет одно из наикрупнейших месторождений цеолитовых мергелей в России. Такое наличие больших запасов позволило бы использовать этот материал во многих сферах промышленности, особенно в строительстве. Это способствовало бы развитию строительной промышленности и экономики республики.

В нашем исследовании были использованы следующие материалы:

– портландцемент ПЦ 500 (ЦЕМ 42,5 Н Д0 АО «Мордовцемент»);

– водный раствор добавки Реолин Термо 01 (плотность 1155 кг/м^3);

– природные цеолиты (Татарско-Шатрашанского месторождения, из Украины - Сокирницкое месторождение, из Египта и Йемена), химический состав которых приведен в табл.1.

Таблица 1 – Химический состав цеолитовых пород

Наименование	SiO_2	$A1_2O_3$	Fe_2O_3	CaO	Na_2O	K_2O	Прочее
Цеолит из Татарстана							
Значение показателя, %	54.48-62.39	4.64-7.99	1,44-2,19	12.3 - 9.3	0.06-0.15	0,96-1.34	16,8-22,4
Цеолит из Украины							
Значение показателя, %	65-71,3	11,5-13,1	0,7-1,9	2,7-5,2	0,2-1,3	2,2-3,4	3,8-17,7
Цеолит из Египта							
Значение показателя, %	71.4	11.9	1.04	1.26	2,086	3.02	9,3

По химическому составу цеолиты из Татарстана имеют наибольшее содержание оксида кальция и наименьшее оксида кремния и оксида алюминия.

По минеральному составу цеолит из Татарстана имеет наименьшее содержание клиноптилолита и наибольшее - кварца (табл. 2). Цеолит из

Украины (табл. 3) содержит больше монтмориллонита, чем татарстанский. Цеолит из Египта (табл. 3) богат клиноптилолитом и плагиоклазом.

Таблица 2 – Минеральный состав породы Татарстана

Наим-ие	Цеолит (клиноптилолит)	Кварц	Кальцит	Монтмориллонит	Слюда	Глинистые материалы	Полевой шпат
Значение показ-ля, %	14,28	13-19	18-28	16	5	24-26	1±0,5

Таблица 3 – Минеральный состав породы из Украины и Египта

Наим-ие	Цеолит (клиноптилолит)	Кварц	Плагиоклаз	Монтмориллонит	Гидрослюда	Карбонат
Украина, %	54.48-62.39	4.64-7.99	1,44-2,19	12.25-19.29	0.06-0.15	0,96-1.34
Египет, %	75	8	3	-	3	2,5

Оценка дисперсности пород производилась на приборе ПСХ-12. Удельные поверхности составила Украинского цеолит - 16539, Египетского - 11063 и Татарского - 22267см^2/г.

Оценка водопотребности различных материалов оценивали на границе гравитационной растекаемости водной пасты вискозиметром, представляющего собой металлический цилиндр диаметр - 1 см, высота - 2 см по методике проф. В.И. Калашникова.

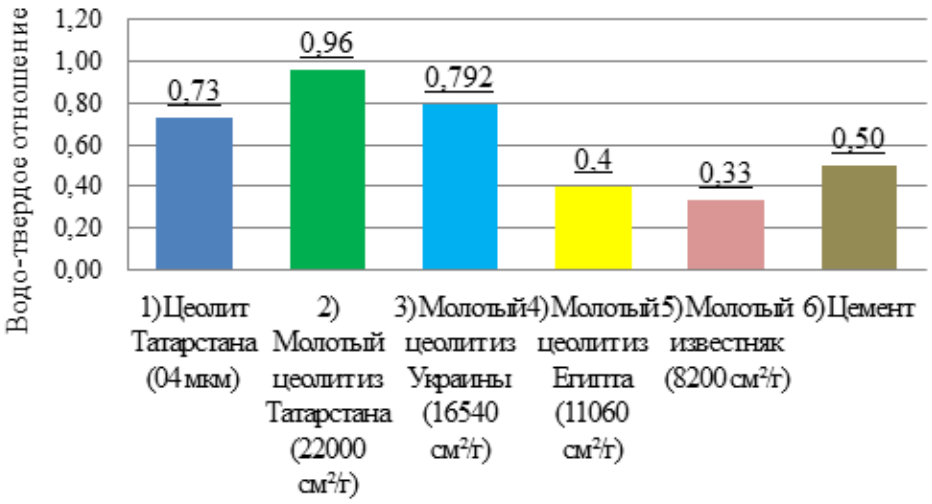


Рис.1. Водопотребность различных материалов

Цеолит из Татарстана имеет наибольшую водопотребность, из Египта – наименьшую. Водопотребность молотого цеолита из Татарстана больше, чем Египетского в 2,5 раза и на 2 раза больше Украинского, что пропорционально их удельной поверхности. Для сравнения анализировали молотый известняк и цемент.

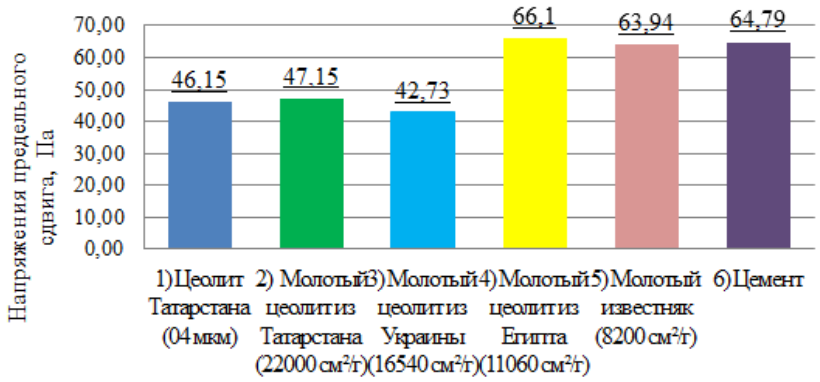


Рис.2. Изменение предельного напряжения сдвига водных паст из разных материалов

Молотый цеолит из Египта обладает большим показателем предельного напряжения сдвига, что объясняется меньшей водопотребностью, чем остальные ЦСП. Молотые цеолит из Египта, известняк и цемент имеют большие показатели предельного напряжения сдвига. Пластифицирующая добавка «Реолин Термо 01» в количестве 1% и 1,5% водопотребность цеолитов не уменьшает. В случае применения пластификатора с молотым известняком и цементом их водопотребность снизилась.

Прочность на сжатие производили на образцах цементного камня.

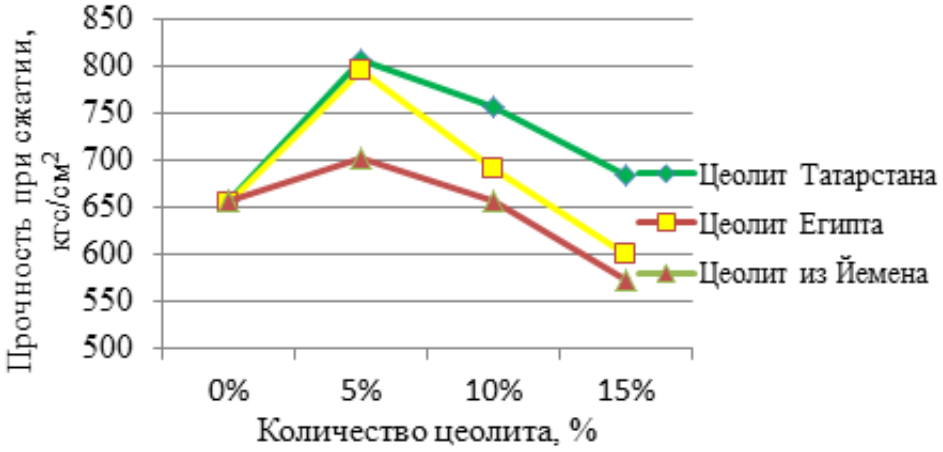


Рис. 3. Прочность на сжатие от количества добавки

Образцы с цеолитовой породой Татарстана имеют увеличение прочности цементного камня соответственно на 23, 15 и 4 %, тогда как Египетский цеолиты максимально повышают прочность лишь до 10%, а Йеменский до 5%.

Контракция смеси цемента с различным содержанием цеолита производилась по методу В. В. Некрасова в обыкновенном стеклянном сосуде с резиновой пробкой, через которую пропускается узкая часть бюретки емкостью 25-50 мл с делениями через 0,1 мл. В/Т смеси составляло 0,5.

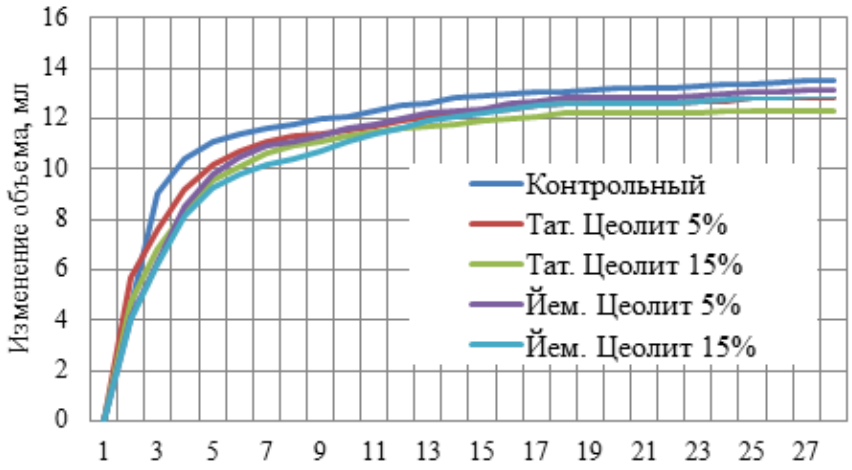


Рис. 4. Кинетика контракции смеси цемент-цеолит

Таким образом, природные цеолиты являются легко измельчаемым материалом, их высокая удельная поверхность приводит к росту водопотребности, но и способствует росту прочности цементного камня - главного цементирующего вещества бетонов широкого круга назначения.

Использованная добавка «Реолин Термо 01» не эффективен для цеолитовых порошков. Максимальная замена цемента цеолитовой породой - 15% без снижения прочности. Введение 5% цеолитового порошка в цемент способствует максимальному приросту прочности при сжатии.

Список литературы

1. Халиуллин М.И., Нуриев М.И., Рахимов Р.З., Гайфуллин А.Р. Влияние добавки термоактивированной глины на свойства композиционного гипсового вяжущего //Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. 2016. № 1 (35). С. 205-210.

2. Морозова Н.Н., Кузнецова Г.В., Майсурадзе Н.В., Ахтариев Р.Р., Абдрашитова Л.Р., Низамутдинова Э.Р. Исследование активности пуццоланового компонента и суперпластификатора для гипсоцементно-пуццоланового вяжущего белого цвета //Строительные материалы. 2018. № 8. С. 26-30.

3. Изотов В.С., Мухаметрахимов Р.Х., Галаутдинов А.Р. Исследование влияния активных минеральных добавок на реологические и физико-механические свойства гипсоцементно-пуццоланового вяжущего //Строительные материалы. 2015. № 5. С. 20-23.

4. Stepanov S., Morozov N., Morozova N., Ayupov D., Makarov D., Baishev D. Efficiency of use of galvanic sludge in cement systems // Procedia Engineering (см. в книгах). 2016. Т. 165. С. 1112-1117.

5. Коровкин М.О., Ерошкина Н.А. Влияние опоки и суперпластификатора на свойства цемента// Инженерный вестник Дона. 2016. № 4 (43). С. 167.

6. Морозов Н.М., Хохряков О.В., Морозова Н.Н., Хозин В.Г., Сагдатуллин Д.Г. Эффективность цеолитсодержащих мергелей в цементных бетонах //Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. 2011. № 3 (17). С. 134-138.

УДК 666.97

УВЕЛИЧЕНИЕ ПРОЧНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК

Капусто Анастасия Викторовна, Шмуневская Анна Олеговна, Панфилова Марина Ивановна

Московский государственный строительный университет, Россия,
e-mail: kapusto.2000@mail.ru, annashmunevskaya@gmail.com

Аннотация. Данная статья посвящена проблеме повышения прочности строительных материалов с использованием УНТ. В статье проанализированы работы разных авторов и определены основные сложности при использовании наномодифицированных материалов. Была поставлена задача по выявлению оптимальных условий, при которых целесообразно использовать углеродные нанотрубки, чтобы добиться наилучшего результата в производстве строительных материалов. Приведены таблицы и графики результатов экспериментов.

Ключевые слова. Композитные материалы, углеродные нанотрубки, строительные материалы

INCREASE OF STRENGTH OF CONSTRUCTION MATERIALS BY USING CARBON NANOTUBES

Kapusto Anastasiya Viktorovna, Shmunevskaya Anna Olegovna, Panfilova Marina Ivanovna

Moscow State University of Civil Engineering, Russia,
e-mail: kapusto.2000@mail.ru, annashmunevskaya@gmail.com

Abstract. This article is devoted to the problem of increasing the strength of construction materials using CNTs. The article analyzes the work of different authors and identifies the main difficulties in using nanomodified materials. The task was to identify the optimal conditions to use carbon nanotubes in order to achieve the best result in the production of construction materials. Tables and graphs of experimental results are given.

Keywords: Composite material, carbon nanotubes, construction materials

Нанотрубки, обладающие неповторимыми теплофизическими, электрическими и механическими свойствами, успешно применяются при создании композитных растворов различного практического назначения, что подтверждают исследования последних десятилетий. В число преимуществ УНТ так же входят аномально высокая поверхностная энергия и сильное взаимодействие с элементами дисперсной системы [1].

Доказано, что при внедрении 5–10 % углеродных нанотрубок заметно усиливается прочность на изгиб и трещиностойкость уже готовых материалов.

Актуальным является создание композиционных строительных материалов, и изделий на их основе, с неметаллической матрицей, которая была бы усовершенствована добавкой в виде углеродных нанотрубок [2]. Приведённые выше свойства УНТ дают возможность, в частности,

использовать данную добавку в качестве армирующего компонента при разработке электропроводящих материалов, в том числе и с диэлектрической матрицей [3]. При выпускании текущих материалов следует учитывать форму и количество элементов наполнителя и их собственную электрическую проводимость. Условием изменения проводимости является соблюдение необходимой концентрации добавки.
Изучение физико-механических свойств цементного раствора, содержащего комплексную добавку «УНТ + пластификатор» позволило выявить, взаимно дополняющие действие составных частей смеси, т.е. пластификаторы снабжают твердеющую систему конечной прочностью, а УНТ – начальной. Составная добавка, с входящими в неё УНТ и поликарбоксилатами, дает наибольшее приращение прочности образцов. После нескольких суток твердения прочность увеличилась в более чем 1.5 раза и стала равной 30-32 МПа. По истечении 28 суток – на 20 – 24% (78 МПа). Комплексная добавка «УНТ + С-3» делает возможным увеличение прочности проб в первые 24 – в 1,4 – 1,5 раза (26-28 МПа); а по истечении 28 суток – на 15 – 17,5% (72-74 МПа). 0,025 % добавка гарантирует максимальный прирост (рис. 1).

Длительное наблюдение за сузпензией, подвергшейся диспергированию, позволяет оценить эффективность стабилизации УНТ. Стабилизированные пластификаторами (концентрация 0.5%) суспезии, имеющие концентрацию 0.1% выдерживают в цилиндрических формах объёмом $100\ см^3$ на протяжении месяца.

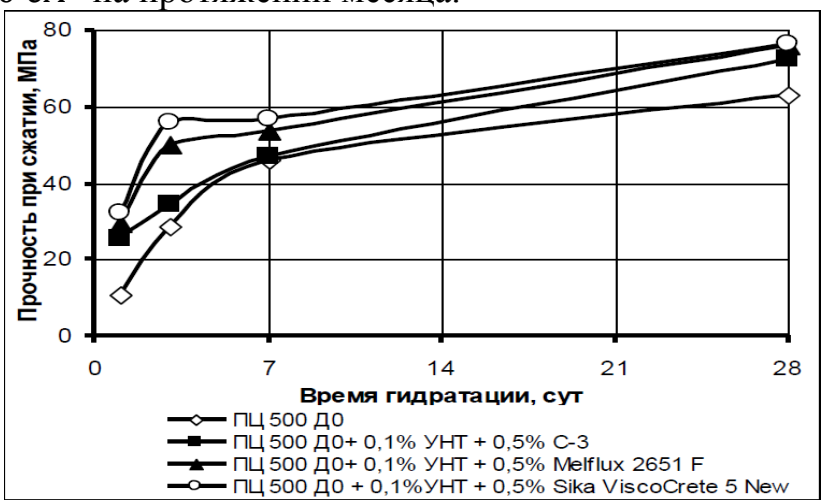


Рис. 1 – Воздействие суспензий УНТ со стабилизатором, использованных при затворении цемента по истечении 30 суток после диспергирования, на прочность образцов

За это время суспензии не меняют свой цвет (глубокий чёрный). Произведённые образцы-кубики подвергались испытанию на прочность при действии сжимающих нагрузок, после чего были построены зависимости прочностей от времени их гидратации (рис. 1). С помощью графиков можно оценить эффективность суспензии углеродных нанотрубок, добавленных в цементную систему [3].

Если сравнивать образцы, содержащие только УНТ (рис.2) и только пластификаторы, можно заметить, что в независимости от концентрации УНТ в образцах в первые прочность увеличивается на 15 – 80, а в третьи сутки – на 20 – 55%, чем у образцов с пластификатором. На 8 сутки твердения прочность цемента, содержащего пластификаторы, выше прочности образцов с УНТ на 12 – 20%, но образцы, содержащие С-3, имеют прочность сопоставимую с значением прочности образцов, содержащих УНТ. На 28 суток прочность образцов с УНТ меньше прочности всех остальных образцов с добавкой пластификатора на 4 – 14% [3].

Изменения физико-механических характеристик бетона происходит также благодаря введению модификатора, уменьшающего пористость за счёт заполнения объёма пор продуктами гидратации. Это наилучшим образом влияет на изменение свойств цементного камня. Введение УНТ повышает активность цементного раствора. Благодаря этому прочность бетона повышается без изменения количества используемого цемента. Вследствие снижения содержания воды в смеси, процессы гидросиликатного образования приобретают более масштабный характер.

Рассмотренные ранее опыты показали, что применение УНТ и модификаторов при изготовлении суспензии значительно снижает расходы.

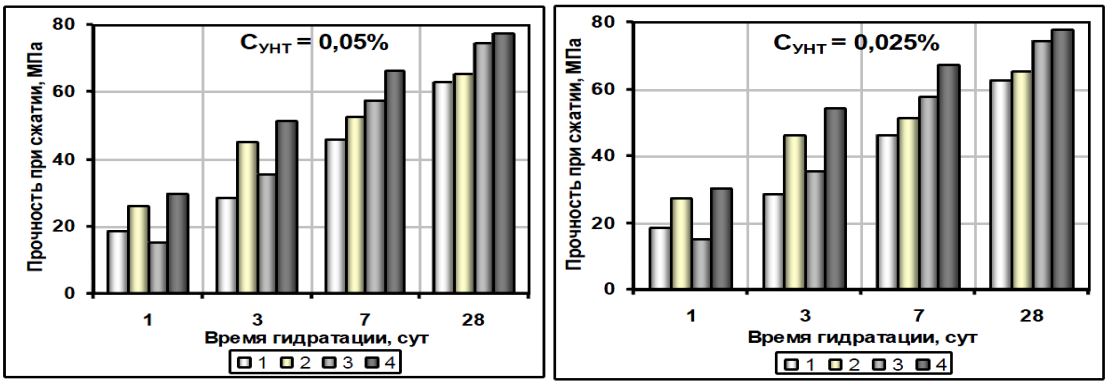


Рис. 2 – Прочности образцов при условиях: 1 – без добавок;
2 – с добавлением УНТ; 3 – с Sika ViscoCrete 5 New; 4 – с комплексной добавкой.

Многие учёные экспериментально пришли к выводу о том, что путём введения наноразмерных частиц, в том числе углеродных нанотрубок, можно добиться улучшения прочности на изгиб и трещиностойкости цементных композитов. Ввиду понижения концентрации гидроксил ионов и её повышения у ионов кальция на ранних сроках гидратации наблюдается ускоренное твердение цементного камня (от 10 часов до 72 часов). Следует отметить, что содержание гидросиликатов кальция, образующихся впоследствии гидратации, остаётся прежним, когда общая часть кристаллических гидросиликатов уменьшается. Опираясь на этот факт, исследователи вывели, что углеродные частицы являются центром кристаллизации продуктов гидратации, тем самым изменяют структуру композитной матрицы, в том числе цементные поры.

Анализируя график (рис.3), можно сделать вывод, что температура гидратации образца цементного камня достигает максимального значения (60 °С) к 10 часам твердения. При этом если добавить 1% добавки СП-1, температура повысится на 6-7 °С (через 12-13 часов). Но из-за снижения скорости схватывания, тепловыделение уменьшается. В эксперименте выявлено, что повышается скорость гидратации и увеличивается температурный максимум тепловыделения из-за введения нанодобавки. Из этого следует, что благодаря добавке нарастает скорость набора прочности и процессов структурообразования.

Нарастание гидратации при введении комплексной нанодобавки имеет не только положительный, но и отрицательный эффект: рост тепловыделения ведет к усилению напряжений внутри образца и появлению посадочных трещин.

Таким образом, опыты подтверждают целесообразность использования нанодобавок в качестве структурообразующих компонентов, оказывающих положительное воздействие на свойства исследуемых строительных материалов. УНТ, добавленные в раствор способствуют изменяю фазового состава и физико-механических свойств: увеличивают плотность бетона и способствуют повышению его прочностных и эксплуатационных характеристик.

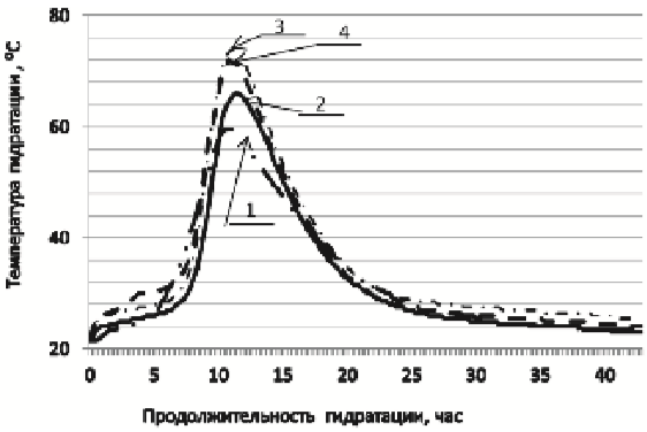


Рис. 3 – Исследованные составы цементного камня: 1 – образец без добавок, 2 – с добавлением СП-1, 3 – с добавлением УНТ марки Graphistrength, 4 – с добавлением УНТ марки Таунит

Список литературы

1. Хузин А.Ф. Цементные композиты с добавками многослойных углеродных: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Казань. 2014.
2. Раков, Э. Г. Нанотрубки и фуллерены / Э. Г. Раков. – М.: Университетская книга, Логос, 2006. – 376 с.
3. Козлова И.В. Структурные модели и механизм влияния стабилизированных суспензий нано- и ультрадисперсных добавок на свойства цементных композиций: дис. … канд. техн. наук.– М., 2017.
4. Хузин А.Ф. Кинетика тепловыделения при гидратации цемента, модифицированного комплексной наномодифицированной добавкой.//Строительные материалы и изделия.- 2016.- №1(35)- С. 216-220.

УДК 691.31

РАЗРАБОТКА МОДИФИКАТОРА ДЛЯ ГАЗОБЕТОНА АВТОКЛАВНОГО ТВЕРДЕНИЯ

Клоков Владислав Викторович, Морозова Нина Николаевна, Хуснутдинов Данис Асгатович, Кузнецова Галина Васильевна

Казанский государственный архитектурно-строительный университет, Россия, e-mail: klokov-vlad@mail.ru, ninamor@mail.ru, khusnutdinov41@gmail.com, kuznetzowa.gal@yandex.ru

Аннотация. В работе приведены исследования влияния минеральной и органической добавки на свойства извести и качество газобетонной смеси и бетона автоклавного твердения. На основе экспериментальных данных рассчитан комплекс для газобетона автоклавного твердения изготавливаемого на быстрогасящейся извести. При этом температура гашения смеси снижается на 24%, а ККК газобетона возрастает на 72% в сравнении с бездобавочным составом.

Ключевые слова: энергоэффективность, газобетон, гашение, ККК

DEVELOPING A MODIFIER FOR AERATED AUTOCLAVED

Klokov Vladislav Viktorovich, Morozova Nina Nikolaevna, Khusnutdinov Danis Asgatovich, Kuznetsova Galina Vasilyevna

Kazan State University of Architecture and Construction, Russia, e-mail: klokov-vlad@mail.ru, ninamor@mail.ru, khusnutdinov41@gmail.com, kuznetzowa.gal@yandex.ru

Annotation. The paper presents studies of the effect of mineral and organic additives on the properties of lime and the quality of aerated concrete mixture and autoclave hardening concrete. On the basis of experimental data the complex for aerated concrete of autoclave hardening made on quick-quenching lime is calculated. At the same time, the quenching temperature of the mixture is reduced by 24%, and the KKK of aerated concrete increases by 72% in comparison with the non-additive composition.

Keywords: energy efficiency, aerated concrete, quenching, KKK

Газобетон автоклавного твердения один из не многих ячеистых материалов обладает рядом достоинств конструкционных и теплоизоляционных изделий. Сегодня строительная отрасль имеет в своем распоряжении широкий спектр материалов на самые разнообразные запросы общества.

Одним из приоритетных направлений развития российской и мировой стройиндустрии является повышение эффективности тепловой защиты зданий и сооружений, внедрение энергоэффективных материалов и технологий их производства. К таковым относят автоклавный газобетон [1].

Организационный процесс производства автоклавного газобетона может быть выстроен на покупной извести, либо на извести собственного производства. К последнему относятся предприятия по производству силикатного кирпича, которая характеризуется быстрым гашением. Для кирпичного производства такое свойство извести неотъемлемое требование, тогда как для газобетонных заводов требуется медленногасящаяся известь. Время гашения извести для газобетонных предприятий еще определяется и технологией вспучивания массива.

В связи была поставлена задача получения газобетонных изделий автоклавного твердения на быстрогасящейся извести.

Одним из решений этого вопроса мы видим в использовании модификаторов органической или неорганической природы. Модификаторы [inoculants; modifiers] – малые добавки одного или нескольких отдельных элементов, сорбционно активные при гашении извести.

По классификации академика П.А. Ребиндера модификаторы подразделяют на модификаторы 1-го и 2-го рода. Модификаторы 1-го рода – ПАВ (ингибиторы), адсорбируются на поверхности зародышей, возникающих в центрах кристаллизации и тормозят их рост, в результате появляется большое количество новых зародышей, рост их становится возможным из-за уменьшения концентрации модификаторов на их поверхности. Модификаторы 2-го рода – так называем модификаторы инокулирующего действия облегчают образование центров кристаллизации. Таковыми могут служить малые частицы материалов.

П.А. Ребиндер один из первых использовал адсорбционно-активные вещества, которые способны эффективно адсорбироваться на поверхности даже при низкой концентрации в дисперсионной среде, и резко снижать поверхностное натяжение твердых тел.

В работе использована известь строительная ГОСТ 9179 активностью 88%, время гашения не более 10 мин, песок для строительных работ ГОСТ 8736 с модулем крупности 1,38; портландцемент ПЦ-500 Д0 ГОСТ 10178, ГОСТ 30515 ОАО «Holcim Group» г.Вольск; пудра алюминиевая марки ПАП-2; сульфанол; суперпластификатор- С3, гипсовый камень, порошок гидросиликатов кальция.

Сегодня газобетон автоклавного твердения в большинстве производится на основе известково-цементного вяжущего, в котором существенную роль играет не только известь, но и цемент [3]. Как известно [4-6], добавка С3 в щелочных вяжущих является эффективным пластификатором. Согласно СН -277 для регулирования процесса структурообразования применяют порошок гипсового камня. Для установления количества добавки С3 и гипсового камня предварительно проведена оценка их влияние на температуру и время гашения извести (рис.1, 2).

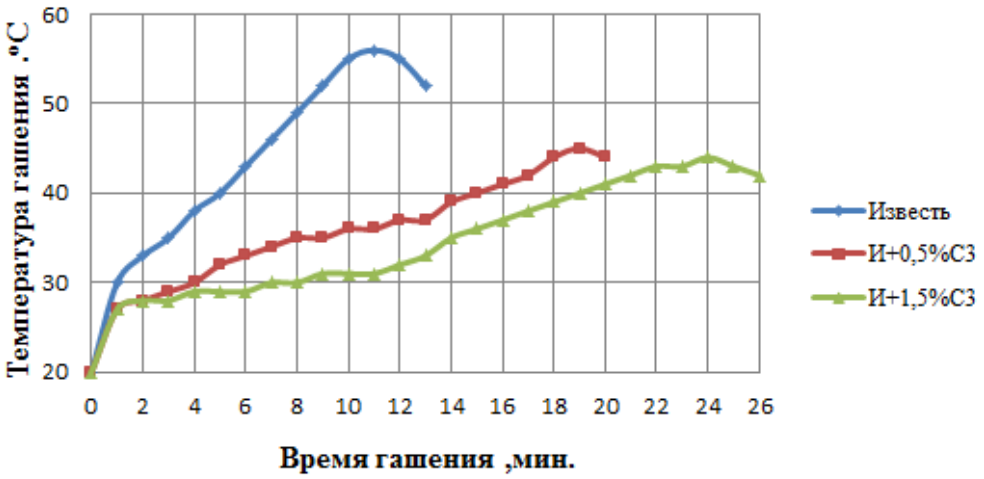


Рис. 1. Изменение свойств извести от количества добавки С3

Как видно из рис. 1, время гашения извести увеличивается, а температура - снижается.

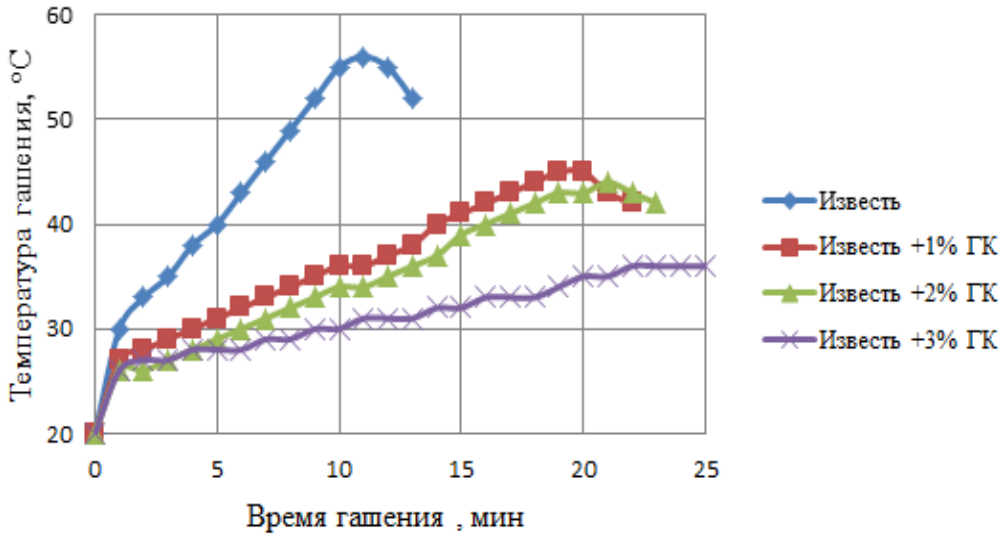


Рис. 2. Изменение свойств извести от гипсового камня

Как видно из рис. 2, применение гипсового в количестве до 2% снижает температуру гашения и удлиняет его время аналогично применения добавки С3 в количестве до 1,5%.

На основе полученных данных была рассчитана комплексная органоминеральная добавка и оценена на газобетоне марки D600.

Качество газобетонной смеси и газобетона

Количество добавки, %	Расплыв по Суттарду, см	Температура смеси, ^{0}С	ККК
0	28	42	29
5	32	36	34
10	37	32	50

Полученные результаты показывают высокую эффективность разработанной органо-минеральной добавки для газобетона автоклавного твердения. Повышенная подвижность не снизила автоклавную прочность, что является дополнительным резервом роста механических свойств при снижении водопотребности смеси. Повышение прочностных показателей позволяет снизить толщину перегородочных изделий, либо получить заданную марку газобетона с повышенными техническими показателями, либо снизить марку газобетона по плотности не снижая его технических показателей.

Список литературы

1. Автоклавный газобетон - 10 лет развития отрасли вместе с НААГ (информация) // Строительные материалы. 2018. № 1-2. С. 70-71.

2. Ребиндер П.А. Избранные труды. Поверхностные явления в дисперсных системах. Физико-химическая механика. М.: Наука, 1979. 203 с.

3. Морозова Н.Н., Кузнецова Г.В., Голосов А.К. Влияние цементов разных производителей на свойства ячеисто-бетонной смеси автоклавного газобетона// Строительные материалы. 2014. № 5. С. 49-51.

4. Мухаметрахимов Р.Х., Галаутдинов А.Р., Лукманова Л.В. Влияния пластифицирующих добавок на основные свойства гипсоцементно-пуццоланового вяжущего на основе низкомарочного и техногенного сырья //Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. 2016. № 4 (38). С. 382-387.

5. Коровкин М.О., Гринцов Д.М. Повышение эффективности суперпластификаторов в бетонах с низким расходом цемента // Региональная архитектура и строительство. 2017. № 3 (32). С. 84-87.

6. Сагдатуллин Д.Г., Морозова Н.Н., Хозин В.Г. Реологические характеристики водных суспензий композиционного гипсового вяжущего и его компонентов// Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. 2009. № 2 (12). С. 263-268.

УДК 691.3

ПОТЕНЦИАЛ ПРИМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ ДОБАВОК В ТЕХНОЛОГИИ ПЕНОБЕТОНА

Коновалова Валентина Алексеевна, Козлов Николай Алексеевич, Шошин Евгений Александрович

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., Россия, e-mail: valentikon1997@gmail.com , kozlovnikolai@rambler.ru, shoshin234@mail.ru

Аннотация. Рассмотрены методы улучшения физико-механических показателей пенобетона и изделий на его основе. Определены наиболее перспективные методы улучшения свойств пенобетона, которые решают экологическую проблему.

Ключевые слова: портландцемент ,ресурсосбережение, композит, пенообразователь, цементосбережение

POTENTIAL APPLICATION OF MINERAL ADDITIVES IN THE TECHNOLOGY OF FOAM CONCRETE

Konovalova Valentina Alekseevna, Kozlov Nikolay Alekseyevich, Shoshin Evgeny Aleksandrovich

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Russia,
e-mail: valentikon1997@gmail.com, kozlovnikolai@rambler.ru, shoshin234@mail.ru

Abstract. Methods of improvement of physical and mechanical indicators of foam concrete and products on its basis are considered. The most perspective methods of improvement of properties of foam concrete which solve an environmental problem are defined.

Keywords: portlandtsement, resource-saving, composite, foaming agent, cement saving

В настоящее время приоритетным направлением в строительной индустрии является ресурсо- и энергосбережение. В связи с этим особенно актуальна разработка материалов с повышенными технико-эксплуатационными характеристиками и низкими стоимостными показателями. В структуре стеновых и теплоизоляционных материалов строительной отрасли Российской Федерации существенное место занимает пенобетон.

Изделия из него наилучшим образом адаптированы к сложным климатическим и экономическим условиям России и имеют ряд важных достоинств: невысокая плотность, низкая теплопроводность, технологичность обработки, стойкость при пожаре, высокие санитарно-гигиенические свойства ограждений, поскольку не одержат вредных для здоровья человека химических и синтетических веществ.

Спрос на ячеистый бетон, в том числе, и на неавтоклавный пенобетон повысился за счёт значительного роста объёма индивидуального малоэтажного строительств, а так же из-за изменений в требованиях по теплотехническим показателям к ограждающим конструкциям.

Производители неавтоклавного пенобетона заинтересованы в экономии цемента, так как он является дорогостоящим материалом. Технология неавтоклавного пенобетона позволяет широко использовать не только местные сырьевые ресурсы, но и отходы промышленного производства. Эта проблема актуальна как с точки зрения промышленной экологии, так и с точки зрения снижения себестоимости пенобетона и изделий из него Исходя из этого, использование различных минеральных добавок и альтернативных вяжущих систем, диктуется следующими обстоятельствами:

– необходимостью придания цементным системам специальных свойств;

– экономией дорогостоящего вяжущего и топливно-энергетических ресурсов;

– улучшением экологического баланса регионов за счет утилизации промышленных отходов и улучшения экологической обстановки [1,5].

Перед производителями изделий из пенобетона стоит ряд задач, из них две главные и основополагающие:

1. Повышение прочности при постоянной плотности изделий.
2. Снижение себестоимости изделий без снижения их качества.

По существу первой проблемы следует отметить, что на данный момент предложено много способов, повышения прочности неавтоклавного пенобетона. Наиболее рациональным для промышленного применения являются способы, предусматривающие использование активных пуццоланов, в частности микрокремнезема.

Микрокремнезем является отходом производства ферросплавов и образуется в результате конденсации из отходящих газов. Микрокремнезем характеризуется высокой пуццолановой активностью, что делает его эффективным компонентом современных цементных бетонов. История применения микрокремнезема начинается в 1970-х годах, однако на тот момент микрокремнезем вводился в состав бетона исключительно с целью утилизации микрокерменезема как отхода при сохранении свойств бетонов и возможности экономии цементного вяжущего. С аналогичными целями вводились в состав бетонов и другие промышленные отходы, такие как доменные шлаки и золы уноса ТЭЦ. Однако наибольшей дисперсностью среди них обладает именно микрокремнезем. Последнее делает микрокрмнезем перспективным компонентом пенобетонной смеси: в его присутствии увеличивается удельная поверхность твердой фазы, а низкая насыпная плотность снижает открытую пористость пеноматериала, т.е. увеличивается средняя толщина межпоровых перегородок, что сопровождается увеличением прочности готового пенобетона. Высокая дисперсность микрокремнезема придает ему свойства ультрадисперсного наполнителя, заполняющего пространство между зернами цемента. Распределяясь в объеме растворной смеси, микрочастицы микрокремнезема окружают зерна цемента, при этом продукты гидратации заполняют межзерновые пустоты, структура цементного камня уплотняется [3-4].

Так же решить поставленные задачи можно путем добавления в бетонную смесь наноструктурированного вяжущего на основе перлита. Данное вяжущее содержит до 10% наночастиц, что оказывает положительное влияние на свойства цементной системы и готовых образцов.

Модифицированное вяжущее на основе перлита получают в мельнице шарового типа постадийным мокрым помолом, что позволяет добиться большого значения энергии активации частиц. Сложность производства пенобетона заключается в обеспечении стабильности ячеистой структуры, стабилизации системы, снижение усадки, при сохранении высокой пористости. Данное модифицированное вяжущее положительно влияет на структуру межпоровых перегородок пенобетона, справляется с заданными

задачами за счёт создания оптимальной ячеистой структуры материала и повышением прочности матрицы [1].

Ещё одним перспективным в качестве наполнителя для получения пенобетона может выступать молотый пумицит – рыхлый продукт смеси пород алюмосиликатного состава вулканического происхождения. Его применение не только положительно влияет на структурообразование ячеисто-цементной композиции, но и существенно повышает экономические показатели производства .

При добавлении пуммицита наряду с гидросиликатами кальция увеличивается содержание гидроалюминатов и гидросульфоалюминатов кальция, они положительно влияют на формирование структуры в начальный период твердения. Ещё одна особенность пумицита связана с его химико-минералогическими составом. За счёт наличия реакционно-способного кремнезёма наблюдается снижение количества портландита в цементной системе [6].

Таким образом, использование измельчённых природных материалов и техногенных продуктов промышленности позволяет увеличить прочность пенобетона. Кроме того, доступность и низкая стоимость сырья позволяет снизить себестоимость продукции, а при больших объемах производства улучшить экологическую ситуацию в России. Развитие промышленной технологии пенобетона с высокими прочностными характеристиками и низкой себестоимостью позволит расширить применение данного материала, а в перспективе будет решать проблемы социального жилья в нашей стране.

Список литературы

1. Ягель И.А., Бухало А.Б. Пенобетон с эффективной добавкой наноструктурированного перлитового вяжущего // Инновационные материалы и технологии (XX научные чтении) – 2011- с. 64-66

2. А.А. Баранова, А.И. Савенков, Е.Д. Балханова Эффективный пенобетон с добавкой микрокремнезема, Вестник ВСГУТУ – 2015 – с.9-14.

3. Баранова А.А. Модифицированный теплоизоляционный пенобетон повышенной прочности с применением микрокремнезема: автореф. дис. … канд. техн. наук. – Улан-Удэ, 2014. – 22 с

4. Савенков А.И., Баранова А.А. Влияние микрокремнезема на основные физико-механические свойства пенобетона неавтоклавного твердения // Вестник АГТА. – Ангарск: Изд-во Ангарской гос. техн. академии, 2013. – Т. 1, № 1. – С. 39–41.

5. Удачкин И.Б. Ключевые проблемы развития производства пенобетона // Журнал строительные материалы – 2002 - №3 – с. 8-9.

6. Козлов Н.А., Козлова И.Э., Зинченко С.М., Влияние активной минеральной добавки пумицита на процессы структурообразования неавтоклавного пенобетона // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2015. № 6.

7. Иващенко, Ю.Г. Механоактивированные модифицирующие добавки для строительных композитов [Текст]/ Ю.Г. Иващенко, С.А. Евстигнеев, А.В. Страхов, Д.К. Тимохин // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2013. № 3. С. 47-52.

8. Ivashenko, Y. G. Nanophase Formation of Portland Cement in the Presence of Disaccharides [Electronic resource] / Y. G. Ivashenko, E. Shoshin, D. K. Timokhin // Procedia Engineering. - 2016. - Vol. 150. - P. 1516-1524. - Библиогр.: с. 1524 (12 назв.). - 2nd Intern. Conf. on Industrial Engineering (ICIE-2016). - Загл. с титул. экрана. - URL: http://www.sciencedirect.com/science/journal/18777058/150. - DOI: 10.1016/ j.proeng. 2016.07.100 .

9. Страхов А. В. Исследование свойств полифункциональной добавки для вибропрессованных бетонных смесей [Текст] / А. В. Страхов, А. С. Фомин // Научное обозрение. - 2017. - № 2. - С. 15-19.

УДК 691.5

ПЛАСТИФИЦИРУЮЩИЕ ДОБАВКИ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ГИПСА

Кошелева Диана Александровна, Козлов Николай Алексеевич, Тихонова Кристина Игоревна

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., Россия, e-mail: diana.koschelewa@yandex.ru, kozlovnikolai@rambler.ru, tihonova.kisa@yandex.ru

Аннотация. Рассмотрены пластификаторы для улучшения физико-механических показателей гипсового вяжущего и изделий на его основе. Произведен сравнительный анализ пластификаторов для улучшения свойств гипсового вяжущего.

Ключевые слова: пластификатор, гипсовое вяжущее, водогипсовое соотношение, прочность, плотность.

THE PLASTICIZING ADMIXTURE FOR CONSTRUCTION PLASTER

Kosheleva Diana Aleksandrovna, Kozlov Nikolay Alekseyevich, Tihonova Kristina Igorevna

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Russia, e-mail: diana.koschelewa@yandex.ru, kozlovnikolai@rambler.ru, tihonova.kisa@yandex.ru

Abstract. Plasticizers for improvement of physical and mechanical parameters of gypsum binder and products based on it are Considered. A comparative analysis of plasticizers to improve the properties of gypsum binder.

Keywords: plasticizer, gypsum binder, water-gypsum ratio, strength, density

В настоящее время строительные материалы на основе гипсового вяжущего относятся к числу эффективных и перспективных строительных материалов, так как имеют ряд преимуществ: гипсовое тесто имеет хорошую пластичность, ускоренный набор прочности, огнестойкость, эстетическая выразительность, а также экологичность как производства, так

и самих материалов, простота технологии производства, и конечно, немаловажную роль играет, доступность сырья, которые положительно отражается на его технико-экономических характеристиках.

Но одной из актуальных проблем является низкая водостойкость гипсового камня, которая, в том числе, зависит от водогипсового соотношения.

Также прочностные характеристики зависят от количества воды затворения. При отверждении изделий химически несвязанная вода испаряется, вследствие чего в матрице образуются поры и пустоты, которые снижают механические параметры получаемых изделий. Таким образом, при снижении водогипсового соотношения можно получить материалы с более высокими физико-техническими характеристиками.

Существует несколько способов снижения водогипсового соотношения. Наиболее популярны – это химические добавки пластификаторы, так как они относительно дешевые и их большое разнообразие.

Пластификаторы применяют также для снижения усадочной деформации, стабилизации смеси, равномерного распределения частиц, что приводит к повышению плотности и прочности изделий из гипса.

Пластификаторы различаются по эффективности действия, т.е. уменьшение водопотребности и равноподвижности смесей в %:

- слабый пластификатор, менее 5%;
- средний пластификатор, 5%;
- сильный пластификатор, 10%;
- суперпластификатор, не менее 20%.

Применение суперпластификаторов в составе гипсовых вяжущих приводит к повышению подвижности смесей не менее чем на 20%, это связано со специфическим взаимодействием с минеральными частицами, упорядочивания гидратных оболочек и снижения их трения друг о друга.

И делятся по химическому составу:

– нафталинформальдегидные и меламинформальдегидные, механизм действия – электостатический;

– поликарбоксилатные, механизм действия – стерический.

Традиционными пластификаторами являются нафталинформальдегидные, но их недостатком является основной вид сырья для производства - нафталиновые фракции, которые имеют нежелательные примеси фенолы и пиридиные основания, применение которых отграничиваются санитарными и экологическими нормами.

Поликарбоксилатные пластификаторы экологичны тем, что не содержат формальдегид и аммиак, и других вредных примесей.

Существуют исследование [4-7], в котором сравнивали влияние пластифицирующих добавок различных типов: нафталинформальдегидных, меламинформальдегидных и поликарбоксилатных, на свойства

пластифицирующие свойства строительного гипса, отмечается, что в присутствии пластификаторов в образцах формируется структура с порами и капиллярами, меньшего размера, чем в образце без добавок. Высокая энергия связи влаги с материалом предопределяет, формирование мелкопористой структуры, что приводит к затруднению водопоглощения при ее непосредственном контакте с материалом, за счет чего и повышает водостойкость изделий.

Также в данных работах указывается на увеличение степени гидратации полугидрата в присутствии пластификаторов даже при постоянном водогипсовом соотношении. Причем, если пластификаторы нафталин- и меламинформальдегидного типа изменяют структуру воды, то поликарбоксилатный пластификатор воздействует на активные поверхностные центры гипса.

При уменьшении В/Г уменьшается толщина водных прослоек между твердыми частицами, что способствует усилению взаимодействия между ними, что вследствие приводит к увеличению прочности. Причем прочность у образцов с поликарбоксилатной добавкой, выше, чем у образцов с другими пластификаторами.

Традиционные пластификаторы отличаются от поликарбоксилатного пластификатора по основному эффекту механизма действия. Это связанно с самой структурой поликарбоксилатной добавки. Она представляет собой гребенчатую структуру и состоит из основной цепи – поликарбоксилатной кислоты и боковых алкиленоксидных ответвлений различной молекулярной массы. Данный пластификатор адсорбируется на поверхности связующих частиц и благодаря эффекту межмолекулярного отталкивания гипсовых частиц, частицы твердого связующего эффективно диспергируются в смеси. Такая сила взаимного отталкивания почти вдвое больше, чем при введение мелан- или нафталинформальдегидных пластификаторов. Таким образом, уже при минимальной дозировке поликарбоксилатного пластификатора обеспечивается высокая разжижающая способность.

Таким образом, пластификаторы различной природы способствуют увеличению подвижности гипсового теста, уменьшения В/Г, вследствие чего увеличивается плотность, прочность, водостойкость гипсовых изделий.

Список литературы

1. Будников П.П. Гипс, его исследование и применение. - М., 1950. - 374 с.
2. Волженский А.В., Ферронская А.В. Гипсовые вяжущие и изделия. - М., 1974.- 328 с.
3. Гипсовые материалы и изделия (производство и применение): справочник / под общ. Ред. А.В.Ферронской. М: Издательство АСВ, 2004.488 с.
4. Фаликман В.Р., Вайнер А.Я., Башлыков Н.Ф. Новое поколение супепластификаторов // Бетон и железобетон. - 2000. - JN25 - 5-7.
5. Иващенко, Ю.Г. Органический пластификатор на основе отхода промышленности для строительных композитов [Электронный ресурс] / Ю.Г. Иващенко, Д.К. Тимохин, А.В. Страхов, С.А. Евстигнеев // Интернет-вестник ВолгГАСУ. - 2013. - № 2 (27). - С. 21. - Загл. с титул. экрана. - URL: http://elibrary.ru/contents.asp?issueid=1249312

6. Страхов А. В. Производство гипсопуццоланового вяжущего повышенной водостойкости [Электронный ресурс] / А. В. Страхов, Ю.Г. Иващенко, Г.А. Корольков, С.А. Евстигнеев // Техническое регулирование в транспортном строительстве. - 2016. - № 2 (16). - с. 5. - Загл. с титул. экрана. - URL: http://trts.esrae.ru/31-160

7. Иващенко, Ю.Г. Исследование свойств фосфогипсовых вяжущих матриц / Ю.Г. Иващенко, Н.Н. Фомина, М.М. Полянский // Ресурсоэнергоэффективные технологии в строительном комплексе: сб. науч. тр. по материалам V междунар. науч.-практ. конф., г. Саратов, 11 мая 2017 г. / СГТУ. - Саратов, 2017. - С. 161-165.

УДК 666.965

ШЛАМ ХВО – ДОБАВКА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЛИЦЕВОГО СИЛИКАТНОГО КИРПИЧА

Кузнецова Галина Васильевна, Морозова Нина Николаевна, Таминдарова Лейсан Рафиловна, Шарипова Алина Рафаэлевна

Казанский государственный архитектурно-строительный университет, Россия, e-mail: kuznetzowa.gal@yandex.ru, ninamor@mail.ru; leisanrt@mail.ru, alinga752@gmail.com

Аннотация. Приводятся результаты исследования возможности использования шлама ХВО ТЭЦ как добавка к речным пескам в производстве силикатного лицевого кирпича, позволяющая увеличить сырцовую прочность на 25-40%. Желтый цвет порошка ХВО и его дисперсный состав предполагает наличие красящего эффекта.

Выполнено определение красящей способности шлама ХВО. Изготовлена серия прессованных образцов объемного окрашивания с учетом красящей способности шлама. После тепловой обработки в автоклаве при 183°С, изделия приобрели пастельный бежевый цвет. Порошок шлама может стать как основа с целью снижения расхода пигмента.

Ключевые слова: шлам, песок. силикатный кирпич, цвет

CHEMICAL WATER TREATMENT SLUDGE - ADDITIVE FOR MANUFACTURE OF PERSONAL SILICATE BRICK

Kuznetsova Galina Vasilyevna, Morozova Nina Nikolaevna, Tamindarova Leysan Rafilovna, Sharipova Alina Rafaelevna

Kazan State Architectural and construction University, Russia, e-mail: kuznetzowa.gal@yandex.ru, ninamor@mail.ru; leisanrt@mail.ru, alinga752@gmail.com

Annotation. Results of a research of a possibility of use of ChWO slime of combined heat and power plant as the additive to river sands in production of a silicate front brick allowing to increase adobe durability by 25-40% are given. Yellow color of powder ChWO and its disperse structure assumes existence of the painting effect.

Determination of the painting ability of ChWO slime is executed. A series of the pressed models of volume coloring taking into account the painting ability of slime is made. After

thermal treatment in the autoclave at 183 °C, products gained pastel beige color. Powder of slime can become as a basis for the purpose of decrease in an expense of a pigment.
Keywords: slime, sand. the silicate brick, color

В результате деятельности системы водоподготовки на ТЭЦ ежегодно, в зависимости от объемов производства электроэнергии и тепла образуется, от 6,5 до 7 тысяч тонн шлама химводоочистки (ХВО) [1]. После осаждения и фильтрации осадок шлама состоит, в основном, из гидроксида и карбоната кальция, в примесях – соединения магния и железа, гипс, кремнезем, органические вещества. При этом содержание карбоната кальция составляет 65-75%; гидроксидов кальция и магния – 2-4%; гидроксидов железа – 5-10%; гипса – 2-5%. Шлам ХВО по химическому составу близок к мелу. Мел – один из наиболее экологически безопасных минеральных наполнителей. Водная среда шлама ХВО Казанской ТЭЦ-1 pH = 9,7 – щелочная [2].

Высушенный шлам ХВО имеет окраску от темного табачного цвета (№1 рис. 1) до желтого (№2 рис. 1).

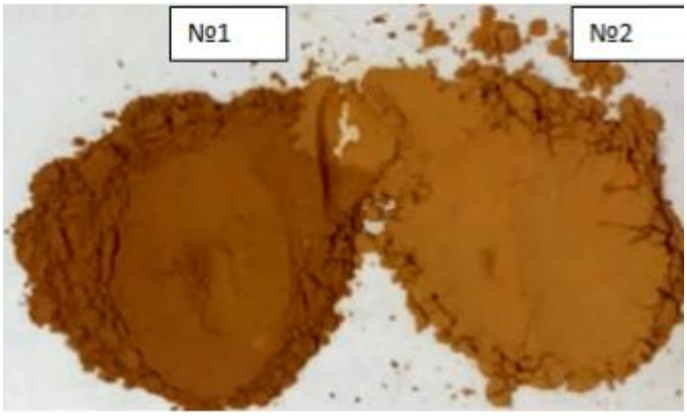


Рис. 1. Цвет проб сухого шлама ХВО

Химическая природа происхождения шлама ХВО - это химическое осаждение карбоната кальция из водных растворов, что делает его при высушивании мелкодисперсным продуктом [3]. Форма частиц осажденного карбоната кальция представлена сферическими поликристаллическими сростками кальцита [4].

Целью данной работы является экспериментальное подтверждение возможности применения шлама химводоочистки ТЭЦ для производства лицевых силикатных строительных материалов автоклавного твердения.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- Исследование шлама ХВО в качестве пигмента в производстве силикатного кирпича;
- Исследование влияние шлама ХВО на сырцовую прочность силикатного кирпича.

Реконструкция старых заводов силикатного кирпича, связанная с заменой устаревших револьверных прессов, не обеспечивающих требование внешнего вида лицевого кирпича на современные гидравлические пресса

связывают и с переходом на технологию бездобавочного известкового вяжущего. Промытые речные пески на бездобавочном известковом вяжущем не обеспечивают достаточную плотность и требуемую сырцовую прочность. Сырцовая прочность, а именно она определяет внешний вид изделий, что значит и конкурентоспособность можно увеличить, за счет увеличения расхода извести, а это дорого или ввести частицы коллоидных размеров менее 0,1 мм.

Исследование дисперсного состава шлама ХВО на лазерном анализаторе показало следующие результаты (рис.2).

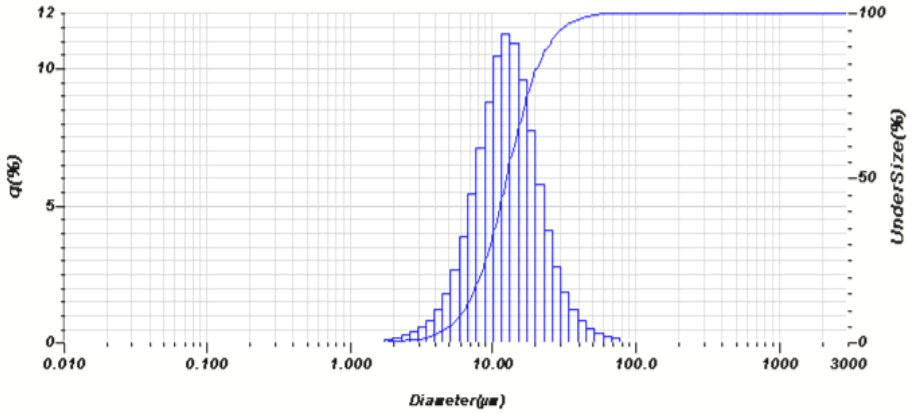


Рис. 2. Дисперсный состава шлама ХВО

Полученные результаты показали, что средний размер фракции составил 7,1 мкм, количество фракции менее 10 мкм составил 78,12%. Удельная поверхность составила 434,9 м^2/г. Шлам может являться полезным мелкодисперсным компонентом в технологии силикатного кирпича. Шлам ХВО, как компонент, был проверен в составе смеси с использованием речных промытых песков на без добавочном известковом вяжущем в качестве дисперсной добавки в количестве и 5 и 10%. Были получены следующие результаты рис. 3.

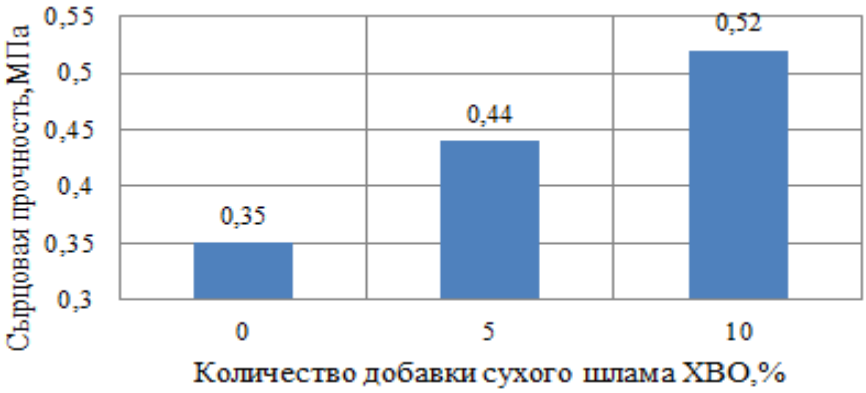


Рис. 3. Влияние добавки шлама ХВО на сырцовую прочность силикатных образцов

Результаты показали увеличение сырцовой прочности на 25-42%. Тем не менее, желтый цвет порошка ХВО и его дисперсный состав дает предположение наличие красящего эффекта. Выполнено определение

красящей способности шлама ХВО путем разбелки негашеной известью активностью не менее 70% [4]. Результаты представлены в таблице.

Красящая способность шлама ХВО

Состав	Желтый пигмент Ж-313	ХВО партия 1	ХВО партия 2
1:50 min 2%			
1:25 min 5%			
1:10 min 10%			
1:100 min 1%			

Полученные результаты показали, что разбелки составов 1:200;1:100:1:50 и 1:25 не показали желаемого результата. Красящие способности у шлама проявились при соотношении шлам известь 1:10, что соответствует количеству шлама в смеси более 10%. Данный результат говорит о слабой красящей способности шлама, несмотря на яркость цвета шлама порошка. Применяемые в производстве лицевого силикатного кирпича желтые железоокисные пигменты проявляют красящие способности при минимальном количестве 1%. Из известково-песчаной смеси состава 25% вяжущего и 75 % песка были спрессованы рис. 4 образцы с содержанием шлама 5,10 и 15% дальнейшее увеличение дисперсной части в смеси не рационально. Как видно на рис. 4 образцы отличаются по цвету от контрольного.

Рис. 4. Спрессованные образцы цилиндры с ХВО:
1-контрольный состав,
2, 3 - с желтым пигментом,
4, 5 – 5% ХВО,
6, 7 – 10% ХВО,
8, 9 – 15% ХВО

Образцы сырца подвергнуты автоклавной обработке в промышленным автоклаве при давлении 1,1 МПа и температуре 183°С Казанского завода ССМ. Образцы после автоклавной обработки приобрели бежевый цвет (рис.5).

Рис. 5. Образцы после автоклавной обработки

Как видно из рис.5, силикатные образцы приобрели тональность, что можно в дальнейшем использовать при производстве силикатного кирпича желтого цвета. Добавка шлама может быть рекомендована как подстилающая основа с целью снижения расхода пигмента, что следует дополнительных исследований.

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1) шлам ХВО может быть использован в качестве добавки, повышающей сырцовую прочность силикатных изделий до 40%;

2) введение шлама ХВО позволяет снизить расход речного песка на 10%;

3) применение шлама в качестве пигмента позволяет получать «постельные» бежевые тона цвет силикатных изделий;

4) добавка шлама может быть рекомендована как подстилающая основа с целью снижения расхода пигмента при производстве силикатных стеновых изделий.

Список литературы

1. Найман С.М., Медведева Ч.Б. Количественная оценка шлама от химводоподготовки// Вестник технологического университета, 2015. Т18. № 17. С.98-103.

2. Николаева Л.А., Лаптев А.Г., Бородай Е.Н. Новые возможности утилизации шламов химической водоподготовки на ТЭС. // Вода: Химия и экология. 2009. №3. - С. 2-5.

3. Балабко П Н., Славянский А.А., ХуснетдиноваТ И., Головков А.М., Черкашина Н.Ф., Карпова Д.В., Выборова О.Н. Использование фильтрационного осадка (дефеката) в растениеводстве // АгроЭкоИнфо (электронный журнал), 2013. №1.

4. Корнеев В.И., Богоявленская Г.А., Конверсионный кальцит ОАО "Акрон" в составе ССС //Доклады конференции BALTIMIX. Санкт.Петрбург. 2004.

5. Хавкин Л.М. Технология силикатного кирпича. М.: ЭКОЛИТ. 2011. – 307 с.

УДК 691.3

ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОМПОЗИТОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПОЛИМЕРОВ

Кузьмин Евгений Олегович, Баскаков Павел Сергеевич, Строкова Валерия Валерьевна

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, Россия, e-mail: kuzmin9731@mail.ru, rockbas@ya.ru, vvstrokova@gmail.com

Аннотация. В данной статье рассматривается влияние полимеров на физико-механические свойства полимеров. В качестве примером было рассмотрено несколько работ по модификации материалов полимерными добавками. В ходе изучения было установлено, что добавки положительно влияют на прочностные и иные характеристики материалов, при этом имея широкий спектр пользования.

Ключевые слова: полимеры, бетон, прочность, жесткость

PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF COMPOSITES WITH THE APPLICATION OF POLYMERS

Kuzmin Evgeny Olegovich, Baskakov Pavel Sergeevich, Strokova Valeria Valerievna

Belgorod state technological university named after V.G. Shukhov, Russia, e-mail: kuzmin9731@mail.ru, rockbas@ya.ru, vvstrokova@gmail.com

Annotation. This article discusses the effect of polymers on the physicomechanical properties of polymers. As an example, several studies on the modification of materials with polymer additives were considered. During the study, it was found that additives have a positive effect on the strength and other characteristics of materials, while having a wide range of uses.

Keywords: polymers, concrete, strength, rigidity

Современная промышленность достигла такого развития, что появилась необходимость в высококачественных материалах, которые не могут быть получены без конструкционных материалов с высокими эксплуатационными свойствами. Первое место среди них занимают композиты, состоящие их двух или более разнородных материалов, причем наибольшее развитие приобретают композиты с полимерным связующим.

Одним из главных достижений материаловедения двадцатого столетия является разработка принципов получения и построения ПКМ(полимерных композиционных материалов). Благодаря тому, что полимерная матрица может наполняться частицами различной формы и дисперсности, мы можем регулировать физико-механические, теплофизические свойства ПКМ и их рабочие температуры. Как правило, наполнитель более жесткий и прочный по сравнению с матрицей, и между ними образуется межфазный слой (за

счет адгезионного взаимодействия), который влияет на формирование свойств полимерного композита[1].

Яркий пример можно увидеть на примере силикатного полимербетона (СПБ), в который были введены органические силикатные добавки, а именно тетрафурфурилоксислан (ТФС). При составлении оптимального состава было установлено четыре критерия : наименьший расход жидкого стекла, хорошая удобоукладываемость, высокая плотность и прочность бетона. Для изучения был проведен ряд экспериментов. В результате было установлено, что при уменьшении связующего на 15% подвижность смеси снижается в 2,5 раза и почти в 5 раз увеличивается жесткость. Затем было проведено исследование мономерной добавки ТФС для бетонной смеси, содержащей 11% связующего. Результаты показали, что введение ТФС добавки увеличивает жесткость СПБ смеси. Что касается прочности, то при испытании оптимального состава было получено увеличение примерно на 50% . Помимо увеличения прочности добавка повлияла на снижение диффузионного проникания агрессивной среды в СПБ и повысила коррозионную стойкость[2].

В работе, связанной с полимербетоном на основе поливинилхлорида (ПВХ) было необходимо получить увеличение прочностных характеристик, а также морозостойкость и в то же время снизить содержание ПВХ в составе за счет применения силановой добавки. В результате эксперимента было установлено, что совместное взаимодействие пластификатора и добавки носит экстремальный характер, который обусловлен разнознаковым воздействием на степень уплотнения макромолекул ПВХ. В следствие этого, наблюдалось увеличение прочности на сжатие почти в 13 раз по сравнению с образцом на основе полиэтилена. Что касается морозостойкости, то количество циклов превышало 150 и это позволяет расширить варианты использования данного полимербетона[3].

Сравнение полимер- и латексно-модифицированного бетонов (ЛМБ) было проведено в данной работе. Было установлено, что при добавлении 25% бутадиенстирольного каучука и 25% эпоксидной смолы, прочность ЛМБ увеличилась приблизительно в 2 раза по сравнению с обычным бетоном. Что касается полимербетона, то при наличии 20% полиэстера в составе прочность повысилась примерно в 4 раза, причем это было заметно в испытаниях на растяжение и изгиб. Помимо увеличения прочностных показателей наблюдалось уменьшение истираемости материалов, а именно 55% для полимербетона и 85% для ЛМБ соответственно. Для окончательного сравнения был использован дистанционный подход, где наиболее выгодное соотношение прочности, долговечности и стоимости показал полимербетон с 20% эпоксидной смолы[4].

Одно из главных преимуществ ПКМ раскрывается и в дорожном строительстве. В работе были проведены испытания цветного

полимербетона на гранулированном бесцветном вяжущем «Recofal». В отличие от обычного вяжущего, оно производится в виде гранул, что позволяет не затрагивать битумные хранилища, а подавать его прямо на разогретый каменный материал, где гранулы превращаются в бесцветное вяжущее, которое покрывает поверхность минеральной части. Сама смесь была приготовлена при температуре 160-165°С в течении 1,5 минут в лабораторной установке. После этого были заформованы полимербетонные образцы и были проведены испытания. В результате были получены данные, по которым сделал вывод, что во всех испытаниях наблюдался прирост прочностных показателей, а при температурах 20°С и 50°С примерно на 175% по сравнению с нормами и имеет высокий коэффициент водостойкости и необходимую трещиностойкость. Помимо этого имеется возможность вводить красящие пигменты для получения устойчивого цвета[5].

В другой работе, связанной с цветным полимербетоном, проводились исследования материала с применением нефтеполимерных и инден-кумароновых смол. Изготавливались песчанистые и щебенистые смеси, причем бетоны на основе нефтеполимерных смол имеют более высокие показатели свойств. Причем при этом необходимо было использовать пластификаторы в виду высокой температуры хрупкости. Для этого использовали синтетический полибутадиеновый каучук и полиолефиновую добавку, что позволило регулировать свойства материала. В результате удалось добиться прочности на сжатие 4,46 МПа при 20°С, 2,26 МПа при 50°С и 9,49 МПа при 0°С. Также был сделан вывод, что для производства цветного полимербетона необходимо использовать местные минеральные материалы, при этом снизится стоимость и не возникнут изменения в физико-механических характеристиках материала[6].

Существенный вклад в развитие теории о физико-механических свойств полимеров внесли ученые БГТУ им. В.Г. Шухова [7–9]. Одним из исследований, выполненных на базе ВУЗа, являлось исследование механизме влияния неорганических наномодификаторов на структуру и свойства полимеров[7].

Использование полимеров может вызвать сложности в данный момент и это связанно с тем, что они до сих пор не изучены на все 100% и возможны открытия новых свойств этого материала. Таким образом полимеры остаются одним из приоритетных направлений исследований на данный момент, что связанно с возможностью изменений их свойств путем несложных манипуляций и позволяет получат новые сочетания характеристик материала, при этом сохранив его доступность.

Работа выполнена в рамках реализации Гранта Президента для научных школ НШ-2724.2018.8

Список литературы

1. Адаменко, Н. А. Конструкционные полимерные композиты : учеб. пособие / Н. А. Адаменко, А. В. Фетисов, Г. В. Агафонова – Волгоград : ИУНЛ ВолгГТУ, 2010. – 104 с.

2. Фиговский О.Л., Бейлин Д.А. Наноструктурированный силикатный полимербетон // Вестник МГСУ. 2014. №3. С. 197-204.

3. Горячева В.А., Христофоров А.И., Христофорова И.А. Полимербетоны на основе поливинилхлорида модифицированного силановыми добавками // Строительство и реконструкция. 2017. №5(73). с. 102-107.

4. Faramarz Moodi, Amin Kashi, Ali Akbar Ramezanianpour, Mohammadreza Pourebrahimi. Investigation on mechanical and durability properties of polymer and latex-modified concretes // Construction and Building Materials.2018. Volume 191. P. 145-154.

5. Черных Д.С., Хилай В.Н., Пономарев И.М. Исследование физико-механических свойств цветных полимербетонов на гранулированном бесцветном вяжущем «Recofal» // Инженерный вестник Дона.2018.№2.

6. Егорушкин А.В., Егорушкин В.О., Василовская Н.Г., Енджиевская И.Г. Цветной полимербетон для дорожного строительства // Строительные материалы.

7. Ли Яхо, Джан Боаде, Огрель Л.Ю., Строкова В.В. Наследование олигомерами и полимерами нанодисперсных и нанокристалических структур неорганических наполнителей // Вестник БГТУ им.В.Г. Шухова.2009.№1. с. 6-9.

8. Баскаков П.С., Строкова В.В., Мальцева К.П. Влияние щелочного воздействия на свойства акриловых и стирол-акриловых дисперсий для водных лакокрасочных материалов // Строительные материалы. 2015. №12. с. 81-84.

9. Ищенко А.В., Баскаков П.С., Губарева Е.Н., Строкова В.В., Боцман Л.Н. Изучение структурной гетерогенности концентрированных эмульсий элементоорганических олигомеров // Бутлеровские сообщения.2018.№10. с. 161-167.

УДК 691.311

ГИПСОВЫЕ СУХИЕ СМЕСИ ДЛЯ УСТРОЙСТВА ПОЛОВ

Мавлюдов Линар Наильевич, Тимохин Денис Константинович

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., Россия, e-mail: voiced@list.ru

Аннотация. В статье представлен обзор по гипсовым сухим смесям для устройства полов, а тек же методикам определения основных качественных характеристик для самонивелирующихся полов на основе зарубежных и отечественных стандартов. Так же представлено оптимальное процентное содержание примерного состава самонивелирующегося поля на основе гипсового вяжущего.

Ключевые слова: гипс, сухая смесь, полы, самонивелирующийся, методика испытаний

GYPSUM DRY MIXES FOR FLOOR DEVICES

Mavlyudov Linar Nailevich, Timokhin Denis Konstantinovich

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Russia, e-mail: voiced@list.ru

Abstract: The article presents an overview of dry plaster mixes for flooring, and the methods used to determine the basic quality characteristics for self-leveling floors based on foreign and domestic standards. The optimal percentage of the approximate composition of the self-leveling field based on the gypsum binder is also presented
Keywords: gypsum, dry mix, self-leveling, floors, test method

Составы для полов на гипсовых вяжущих в качестве основного компонента могут содержать природный или синтетический ангидрид, а так же вяжущие на основе полуводных модификаций сульфата кальция - $CaSO_4 \cdot 0.5H_2O$. Сухие смеси для полов на гипсовых вяжущих – быстротвердеющие, легкие, с высокими теплозвукоизоляционными свойствами. Так как твердение гипсовых вяжущих в начальный период сопровождается деформациями расширения, компенсирующими последующую усадку, то частое устройство деформационных швов в полах не требуется. К недостаткам полов на гипсовой основе следует отнести их низкую устойчивость к повышенной влажности воздуха и воздействию воды. Несмотря на указанные недостатки, сухие гипсовые смеси для устройства полов успешно применяют для работ внутри помещений.

Сухие гипсовые смеси для устройства полов (по аналогии с цементносодержащими) подразделяются на стяжки и самонивелирующиеся полы. Стяжки применяются для грубого выравнивания поверхности оснований. Самонивелирующиеся (саморастекающиеся) составы применяются для создания верхнего слоя пола, подвергающегося после нанесения покрытия эксплуатационным воздействиям. Различаются эти два вида сухой смеси максимальным размером зерен заполнителя и компонентным составом.

Технические характеристики, которым должны отвечать составы сухих строительных смесей для устройства полов, могут быть сформулированы на основе требований стандартов DIN 1048 [1], EN 13813 [2], DIN 18560 [3], DIN 4208 [4], поскольку в отечественном материаловедении нормативно-техническая документация на сухие гипсовые строительные смеси для устройства полов отсутствует. В настоящее время действует ГОСТ 31376-2008 «Смеси сухие строительные на гипсовом вяжущем. Методы испытаний», который в дальнейшем найдет свое развитие в ГОСТ Р 58276-2018 «Смеси сухие строительные на гипсовом вяжущем. Методы испытаний», данный ГОСТ начнет действовать с 01.07.2019 года.

Исходя из опыта разработки рецептур гипсовых полов, необходимо ввести показатели прочности сцепления с основанием - для обоих видов смесей, а также время хождения – для самонивелирующихся полов (время достижения прочности при сжатии 1,5 МПа).

Методы определения технических характеристик сухих гипсовых смесей для устройства полов:

1. Максимальный размер зерна – по рассеву на ситах:

1,25 мм – полный проход для стяжки;

0,63 мм – полный проход для самонивелирующегося пола.

2. Подвижность (для определения водопотребности) по DIN 1048 оценивается по свободному расплыву растворной смеси с использованием цилиндра диаметром 50 мм, высотой 22 мм. Для оценки водопотребности можно применять кольцо прибора Вика (ГОСТ 310.3[8]): верхний диаметр 65мм, нижний диаметр 75мм, высота 40 мм. Свободный расплыв растворной смеси: для самонивелирующегося пола (230±10) мм.

Оценку водопотребности по подвижности для гипсовой стяжки можно проводить с использованием стандартного конуса (ГОСТ 310.4 – верхний диаметр 70 мм, нижний диаметр 100 мм, высота 60 мм), который устанавливается на стеклянный диск диаметром 280 мм и заполняется растворной смесью. Конус, после снятия излишков смеси, поднимается вертикально вверх. Подвижность оценивается через 60 с по диаметру свободного расплыва растворной смеси. Оптимальная подвижность растворной смеси для гипсовой стяжки соответствует (140±10) мм.

3. Жизнеспособность растворной смеси для стяжки и пола оценивается по величине расплыва стандартного конуса через 30 минут от начала затворения. Если величина расплыва изменяется не более чем на 10-15%, то в течении этого времени растворная смесь считается годной к применению. Для самовыравнивающихся полов срок годности растворной смеси оценивается визуально по слиянию краев растворной смеси после разрезания ее ножом.

4. Прочность при сжатии и изгибе при растяжении – испытания по ГОСТ 23789.

5. Прочность сцепления с основанием может определяться по ГОСТ 31356.

6. Трещиностойкость (или деформации при твердении) рекомендуется определять следующими методами:

Измерения по ГОСТ 11052 на образцах-балочках (40х40х60)мм. Величина деформаций, допускаемая до таких составов, ≤0,15%. По рекомендации фирмы Wacker.

Трещиностойкость рекомендуется оценивать по месту клина. Основа – по DIN 18156. Клин маркируется и хранится в стандартных климатических условиях 7 суток. Первые наблюдения можно проводить через сутки.

Вяжущие в гипсовых смесях для устройства полов применяют в виде строительного гипса в форме – полугидрата, вяжущего на основе природного или синтетического ангидрида, либо их смеси. Объясняется такой выбор вяжущих особыми требованиями к гипсовым смесям для устройства полов – высокая ранняя прочность и достаточный срок годности готовой растворной смеси.

Заполнитель – кварцевый песок. Для стяжек максимальный размер зерна – 0,8 – 1,0 мм, для самонивелирующихся полов – 0,4 мм. В состав

самонивелирующихся полов, наряду с кварцевым песком, для обеспечения максимально плотной упаковки частиц и снижения риска трещинообразования, вводят наполнитель (<0,1 мм) в виде известняковой, доломитовой муки или золы – уноса. Гидратная известь – вводится в состав как гипсовой стяжки, так и самонивелирующихся полов в небольших количествах для предотвращения усадочных деформаций, улучшения водоудержания, повышение пластичности растворных смесей. Суперпластификатор – обеспечивает повышенную подвижность растворной смеси при одновременном снижении водотвердого отношения [9]. Предлагается использовать, например, Peramin SMF-30, Melment F15G, Melment F10, Melment F245, ViscoCrete 106P, 111P, 120P, 125P. Водоудерживающие добавки в составе гипсовых полов применяют для стабилизации многоводных гипсовых растворных смесей, препятствуя их расслоению, и повышая прочность сцепления слоя покрытия с основанием [10]. Эфиры целлюлозы, применяемые в качестве водоудерживающих добавок в гипсовых самонивелирующихся полах, должны иметь низкую структурную вязкость 200-400 мПа·с, например эфиры целлюлозы марок Walocel MT 400PF; Natrosol 250LR, 250GXR; Culminal C8505, MHPC 500 PF; Bermocoll E230, E351. Для стяжек требуются более высоковязкие эфиры целлюлозы 15000-40000 мПа·с.

Редиспергируемые полимерные порошки (РПП) – выполняют роль дополнительного связующего, сдерживая деформации усадки, кроме того, обеспечивают повышение подвижности растворной смеси, снижают истираемость, увеличивают прочность сцепления с основанием, прочность при изгибе. В составах сухих смесей для полов можно применять универсальные РПП, специально разработанные для полов с повышенным пластифицирующим эффектом. Например, рекомендуются марки: AxilatPAV23, PAV 22; Vinapas RE 523Z, а так же марки EPMZ – уже содержащие разжижитель; Elotex 50 E200; Neolith P1550, P3500, P5000, P6000; Dairen DA 1140.

Пеногасители – компонентны самовыравнивающихся полов, способствующие снижению воздухововлечения в процессе затворения сухой смеси и предотвращению появления кратеров на поверхности покрытий. В качестве пеногасителей используют Agitan P803, Silipur RE 2971, Defomex AP122.

Замедлители схватывания – добавки замедлителей схватывания используются не всегда, поскольку сроки схватывания-гипса могут обеспечить необходимый срок годности растворной смеси. В случае необходимости удлинения того показателя рекомендуется использовать цитрат или тартрат натрия (соли соответственно, лимонной и винной кислот).

Ускорители твердения – вводят в составы ангидритовых полов с целью увеличения скорости набора прочности. Согласно DIN 4208 [4],

содержание активаторов (ускорителей) твердения в ангидритовом вяжущем не должно превышать:

для активаторов основного типа (гидратная смесь) – 7% масс;

для солевых активаторов (сульфата K, Na, Cu, Fe) – 3% масс;

Чаще всего в качестве активного твердения используют сульфат калия.

Реологические добавки – иногда вводятся в самонивелирующие смеси как загустители, регуляторы консистенции, компоненты, снижающие водоотведение, например, Axilat PH 1000XP, Amilotex 8100, Esamid NA.

При выборе гипсового вяжущего для устройства пола (DIN 4208 [4]) должны обеспечиваться следующие характеристики:

1) прочность на растяжении при изгибе и прочности при сжатии для гипсовых или смешанных вяжущих (гипс + ангидрит) должны удовлетворять следующим показателям:

Показатели по прочности в зависимости от сроков твердения

Наименование показателя	Сроки твердения	
	3 суток	28 суток
Прочность на растяжение при изгибе, МПа	1,6	4,0
Прочность при сжатии, МПа	8,0	20,0

2) сроки схватывания: начало – не ранее 30 мин., конец – не позднее 12 ч.

Что бы обеспечить необходимые требования, в качестве вяжущего для гипсовых полов нужно использовать строительный гипс (Г-16÷Г-25) скорость схватывания – начало не ранее 20 мин. (индекс В), тонкость помола – остаток на сите 0,2 мм не более 2% (индекс III) – и ангидрид АВ20 (по DIN 4208 [4]). Кварцевый песок должен иметь сбалансированный гранулометрический состав и соответствовать ГОСТ 8736. Наполнители вводят в состав гипсовых полов для более плотной упаковки частиц. Максимальный размер зерна не более 0,1мм. Наполнители так же должны иметь оптимальный гранулометрический состав.

Для разработки рабочих рецептур смесей для устройства гипсовых полов необходимо определиться с типом пола (стяжка либо верхнее покрытие). Исходя из типа пола, выбирается максимальный размер зерна заполнителя: 0,8-1,0 мм – для стяжек, 0,4 мм – для наливных полов. Прочность гипсового вяжущего характеризуется марками Г-16÷Г-25. На основании базовых рецептур составляется первая серия пробных рецептур, имеющих следующий компонентный состав (самонивелирующийся пол), %:

– Гипс 50 – 60;
– Кварцевый песок ≤0,4 мм 30 – 35;
– Суперпластификатор 0,4 – 0,7;
– Водоудерживающая добавка 0,05 – 0,15;
– РПП 2 – 3;
– БТЦ 0 – 5;
– Пеногаситель 0,1 – 0,3

Серия рецептур испытывается с определением следующих показателей:

– подвижности;
– сроков годности растворных смесей;
– прочности при сжатии;
– времени хождения;
– трещиностойкости.

В процессе испытаний могут быть выявлены различные дефекты, устранение которых потребует качественного изменения первоначальных рецептур.

При получении положительных результатов откорректированная рецептура сухой гипсовой смеси для самонивелирующегося пола испытывается по всему комплексу свойств.

Список литературы

1. DIN 1048-1-1991: Testing concrete; testing of fresh concrete.

2. EN 13813: Screed material and floor screeds - screed materials -Properties and requirements.

3. DIN 18560-1-1992: Screeds in building construction; concepts, general requirements and testing.

4. DIN 4208-1997 Anhydrite binder.

5. ГОСТ 31376-2008 «Смеси сухие строительные на гипсовом вяжущем. Методы испытаний».

6. ГОСТ Р 58276-2018 «Смеси сухие строительные на гипсовом вяжущем. Методы испытаний».

7. ГОСТ 8736-2014 «Песок для строительных работ. Технические условия (с Поправкой)».

8. ГОСТ 310.3-76 «Цементы. Методы определения нормальной густоты, сроков схватывания и равномерности изменения объема (с Изменением N 1)».

9. Иващенко, Ю.Г. Механоактивированные модифицирующие добавки для строительных композитов [Текст]/ Ю.Г. Иващенко, С.А. Евстигнеев, А.В. Страхов, Д.К. Тимохин // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2013. № 3. С. 47-52.

10. Страхов А. В. Производство гипсопуццоланового вяжущего повышенной водостойкости [Электронный ресурс] / А. В. Страхов, Ю.Г. Иващенко, Г.А. Корольков, С.А. Евстигнеев // Техническое регулирование в транспортном строительстве. - 2016. - № 2 (16). - с. 5. - Загл. с титул. экрана. - URL: http://trts.esrae.ru/31-160

УДК 625.142.4

ПРИМЕНЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННОГО БЕТОНА

Михайлевский Владислав Романович, Виленский Михаил Юрьевич

Санкт-Петербургский горный университет, Россия,
e-mail: vladislavmikhailevskii@gmail.com ,Vilenm@list.ru

Аннотация. Рассмотрены основные инновационные технологии для получения высококачественного бетона с использованием метода обобщения. Инновационные технологии классифицированы с учетом их влияния на структуру бетона на различных уровнях (макроуровень, мезоуровень, микроуровень, наноуровень). Приведены свойства бетона, которые улучшаются при изменении структуры бетона на разных уровнях.

Ключевые слова: высококачественный бетон, микроструктура, свойства бетона, портландцемент, суперпластификатор

USE OF INNOVATIVE TECHNOLOGIES TO PRODUCE HIGH-PERFORMANCE CONCRETE

Mikhailevsky Vladislav Romanovich, Vilensky Mikhail Yuryevich

Saint Petersburg Mining University, Russia,
e-mail: vladislavmikhailevskii@gmail.com ,Vilenm@list.ru

Abstract. The main innovative technologies for the production of high-performance concrete using the method of generalization are considered in the paper. Innovative technologies are classified taking into account their impact on the structure of concrete at different levels (macro level, meso level, micro level, nano level). Properties of concrete, which are improved by changing the structure of concrete at different levels, have been determined.

Keywords: high-performance concrete, microstructure, concrete properties, Portland cement, superplasticizer

Высококачественный бетон является конструкционным материалом, который имеет не только высокую прочность. Как правило, бетонные смеси для получения высококачественного бетона имеют высокую подвижность, а сам затвердевший бетон имеет высокие показатели технических свойств, низкий расход портландцемента на 1 МПа прочности [1-4]. Это возможно за счет применения современных инновационных технологии в области разработок химических добавок, армирования, использования тонкодисперсных минеральных добавок природного и техногенного происхождения.

В последние годы разрабатывается большое количество новых видов бетона: самоуплотняющиеся, высокопрочные, дисперсноармированные, реакционно-порошковые, легкие, архитектурные бетоны и др. Составы этих бетонов разрабатываются в рамках концепции высококачественного бетона,

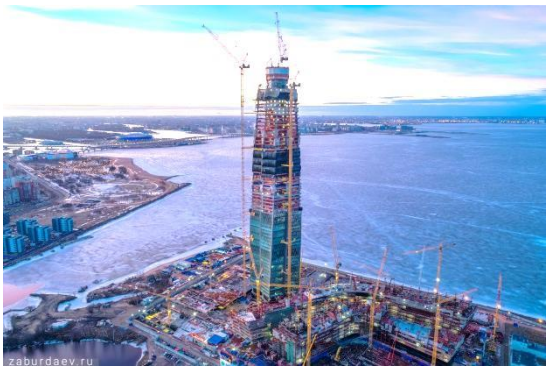
т.е. одним из критериев оценки бетона является показатель удельного расхода портландцемента на 1 МПа прочности [5-8]. Обычно при подборе состава традиционного цементного бетона подбирается расход портландцемента на 1куб.метр бетона.

Таким образом, в высококачественном бетоне повышение прочности и других технических свойств получают не за счет увеличения расхода портландцемента. Повышение прочности бетона при одновременном снижении расхода портландцемента производят при применении инновационных технологий. Это способствует изменению структуры бетона на различных уровнях (макроуровень, мезоуровень, микроуровень, наноуровень).

При этом необходимо понимать, что изменение структуры бетона только на одном уровне не будет способствовать значительному повышению прочности и технических свойств бетона. Например, модифицирование структуры цементного камня только на наноуровне при дефектной макроструктуре бетона не приведет к повышению прочности бетона. В связи с этим для получения высококачественного бетона необходимо изменять структуру бетона на всех уровнях. Эти мероприятия следует проводить на этапах выбора материалов, приготовления и укладки бетонной смеси, ухода за бетоном при его твердении [9-14].

Использование современных суперпластификаторов на поликарбоксилатной основе, микрокремнезема позволило получить бетон класса прочности В100 и выше и использовать его в высотном строительстве (рис.1). Например, при строительстве небоскреба Бурдж-Халифа были разработаны составы смесей, которые можно было укладывать при температуре окружающего воздуха, равной +50°С. Это стало возможно, благодаря использованию эффективных суперпластификаторов и замедлителей твердения. При строительстве небоскреба Лахта-центр, наоборот, была необходимость ведения бетонных работ при отрицательных температурах. Это возможно, благодаря использованию эффективных суперпластификаторов и ускорителей твердения.

а



б

Рис. 1. Небоскребы: а) Бурдж-Халифа, б) Лахта-центр в Санкт-Петербурге

Современные разработки направлены на получение конструкционного текстиль-армированного бетона. За счет использования соответствующего текстиля, воспринимающего высокие несущие нагрузки, в том числе динамические, можно получать сейсмически стойкий бетон. Инновационной технологией является применение композитной арматуры взамен металлической [6]. Фибра и текстиль обеспечивают трехмерное укрепление бетона [15]. Основные преимущества текстиль-армированного бетона состоят в следующем: отсутствие коррозии и повышенная долговечность, легкость конструкции, возможность создания тонкостенных сложных форм за счет хорошей драпируемости текстильной сетки.

Рассмотрим инновационные технологии, которые применяются на сегодняшний день при получении высококачественного бетона. Инновационные технологии классифицированы, исходя из условия их наиболее существенного влияния на структуру бетона на различных уровнях согласно данным таблицы.

Инновационные технологии в производстве современных видов бетона

Уровень струк-туры бетона	Элемент структу-ры	Инновационная технология	Причина улучшения свойства бетона	Улучшение свойств бетона
Макро-уровень	Крупный заполнитель	Обработка поверхности заполнителя химической добавкой	Хорошая адгезия цементного камня к заполнителю	Прочность на сжатие, морозостойкость, долговечность
	Армату-ра, поры	Высокоподвижная (самоуплотняющаяся) бетонная смесь	Хорошее сцепление с арматурой, поверхность бетона гладкая, без раковин	
	Армату-ра	Фибра, композитная арматура, полимерный текстиль	Трехмерное упрочнение бетона	Прочность на растяжение
Мезоуро-вень	Мелкий заполнитель	Гранулированное пеностекло	Пористость заполнителя	Теплоизо-ляционные свойства
Микро-уровень	Цемент-ный камень	Армирование микроволокнами	Снижение трещинообразования	Прочность при растяже-нии
	Капиляр-ные поры	Микрокремнезем и суперпластификатор	Снижение расхода воды, повышение плотности цементного камня	Прочность, морозостойкость, долговечность
Нано-уровень	Кристаллогидрат ные сростки	Введение в состав бетона углеродных нанотрубок	Изменение структуры гидросиликатов кальция на наноуровне	Прочность при сжатии и изгибе, снижение трещиностойкости

Таким образом, инновационные технологии в области получения высококачественного бетона позволяют создавать новые конструкции, использовать интересные архитектурные решения. Рассмотренные в данной работе инновационные технологии могут быть использованы в гражданском и промышленном строительстве.

Список литературы

1. Смирнова О.М. Использование минерального микронаполнителя для повышения активности портландцемента. Строительные материалы. 2015. № 3. С. 30-33.
2. Петрова Т.М., Смирнова О.М., Фролов С.Т. Свойства пластифицированных композиций портландцемент-доменный шлак с учетом электроповерхностных явлений. Вестник гражданских инженеров. 2011. № 2. С. 118-123.
3. Смирнова О.М., Макаревич О.Е. Расход и дисперсность молотого известняка для самоуплотняющегося бетона. Цемент и его применение. 2014. № 4. С. 76-78.
4. Smirnova O. Obtaining the high-performance concrete for railway sleepers in russia. В сборнике: Procedia Engineering 12. Сер. "Modern Building Materials, Structures and Techniques" 2017. С. 1039-1043.
5. Петрова Т.М. и др. Самоуплотняющиеся бетоны: история и современность // Строительный тендер. 2009. № 40-41. С. 44-46.
6. Композитная арматура. Патент RU2405092, Дата опубл.: 27.11.2010 Бюл. 33
7. Карпова Е.А. и др. Модификация цементного бетона комплексными добавками на основе эфиров поликарбоксилата, углеродных нанотрубок и микрокремнезема // Строительные материалы. 2015. № 2. С. 40-48.
8. Петрова Т.М., Смирнова О.М. Пути получения бетона для сборных железобетонных конструкций с использованием низкотемпературной тепловлажностной обработки. Цемент и его применение. 2014. № 1. С. 188-190.
9. Смирнова О.М., Макаревич О.Е. Выбор водоредуцирующих добавок и их расходов для высокопрочных бетонов сборных конструкций / Ресурсоэнергоэффективные технологии в строительном комплексе региона. 2014. № 4. С. 74-77.
10. Смирнова О.М. Зависимость прочности бетона с добавками на поликарбоксилатной основе от свойств портландцемента после низкотемпературной тепловлажностной обработки / Известия высших учебных заведений. Строительство. 2012. № 9 (645). С. 20-27.
11. Петрова Т.М., Смирнова О.М. Бетоны с повышенной ранней прочностью на основе портландцементов ПЦ500-Д0-Н и ЦЕМ 1 42,5Н / Вестник гражданских инженеров. 2011. № 4. С. 91-96.
12. Петрова Т.М., Смирнова О.М. Современные модифицирующие добавки в бетоны: сб. Докладов XV академических чтений РААСН / Казань. 2010. Т. 1. С. 247.
13. Kharitonov A., Korobkova M., Smirnova O. The influence of low-hard dispersed additives on impact strength of concrete. В сборнике: Procedia Engineering 7. Сер. "7th Scientific-Technical Conference on Material Problems in Civil Engineering, MATBUD 2015" 2015. С. 239-244.
14. Смирнова О.М. Требования к гранулометрическому составу портландцементов для производства сборного железобетона по малопрогревной технологии. Цемент и его применение. 2012. № 1. С. 205-207.
15. Смирнова О.М., Харитонов А.М. Прочностные и деформативные свойства фибробетона с макрофиброй на основе полиолефинов. Строительные материалы. 2018. № 12. С. 44-49.

УДК 625.142.4

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ СОСТАВА ЦЕМЕНТНОГО БЕТОНА НА ОБЪЕМ ВЫБРОСОВ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА

Михайлевский Владислав Романович, Смирнова Ольга Михайловна

Санкт-Петербургский горный университет, Россия,
e-mail: vladislavmikhailevskii@gmail.com, smirnovaolgam@rambler.ru

Аннотация. Установлены основные направления разработок составов бетона с целью снижения выбросов углекислого газа. Определены критерии, с помощью которых следует проводить оценку цементных бетонов на соответствие концепции «зеленого бетона». Проведен анализ составов бетона на основе собственных результатов. Установлено, что для получения значительного снижения выбросов углекислого газа рационально использовать бетоны с прочностью в пределах 50-75 МПа. Полученные результаты могут быть использованы для снижения расхода портландцемента в бетонах, для получения «зеленого» бетона.

Ключевые слова: зеленый бетон, выбросы углекислого газа, портландцемент, суперпластификатор, минеральная добавка

EVALUATION OF EFFECT OF CEMENT CONCRETE COMPOSITION ON QUANTITY OF CARBON DIOXIDE EMISSIONS

Mikhailevsky Vladislav Romanovich, Smirnova Olga Mikhailovna

Saint Petersburg Mining University, Russia,
e-mail: vladislavmikhailevskii@gmail.com, smirnovaolgam@rambler.ru

Abstract. The main directions of development of concrete compositions in order to reduce carbon dioxide emissions have been stated in the paper. The criteria by which cement concretes should be evaluated for compliance with the concept of "green concrete" have been defined. Analysis of concrete composition based on own results were conducted. It is stated that concrete with strength within 50-75 MPa is rational to obtain a significant reduction of carbon dioxide emissions. The obtained results can be used to reduce the consumption of Portland cement in concrete as well as to obtain "green" concrete.

Keywords: green concrete, carbon dioxide emissions, Portland cement, superplasticizer, mineral additive.

В настоящее время бетон в основном производится на основе портландцемента. Вместе с тем, производство портландцемента связано с высоким потреблением природных минеральных сырьевых и энергетических ресурсов и сопровождается высокими объемами выбросов углекислого газа в окружающую среду. Мировая цементная промышленность выбрасывает в окружающую среду более 7% углекислого газа от общего объема его выбросов всеми отраслями [1].

Примерно 40% выбросов углекислого газа цементным заводом приходится на сжигание топлива для эксплуатации печей, 50% - на

производственный процесс и оставшиеся 10% приходятся на косвенные выбросы CO_2, связанные с транспортировкой готовой продукции и др. На 1 кг производимого портландцемента образуется побочный продукт углекислого газа в количестве 0,9 кг, что соответствует 3,24 миллиарда тонн CO_2 в год [2].

На рисунке 1 представлен рост производства портландцемента в развивающихся странах в период 1990-2010 гг. и прогноз развития его производства [2]. В связи с этим в настоящее время в работах многих ученых получает развитие так называемая концепция «зеленого бетона», которая объединяет такие вопросы, как экономия портландцементного клинкера, утилизация побочных продуктов промышленности, при этом необходимо получение бетона с новыми и улучшенными свойствами [3-5].

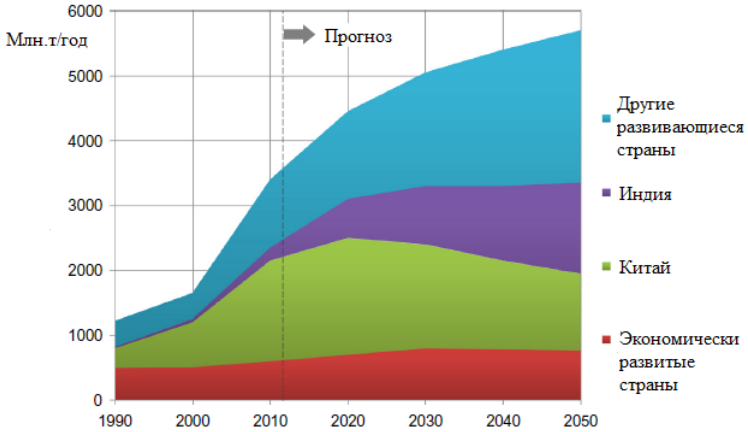


Рис.1. Производство портландцемента в период 1990-2050 гг.

Проектирование «зеленого бетона» развивается в следующих направлениях:

– разработка и развитие производства бесклинкерных гидравлических вяжущих, альтернативных по свойствам портландцементу [5-9];

– производство композиционных цементов с низкой долей портландцементного клинкера и повышенным содержанием в них минеральных добавок природного и техногенного происхождения [9-14];

– снижение расхода портландцемента на 1МПа прочности бетона за счет использования водоредуцирующих добавок [15-20];

– использование в качестве заполнителей бетона различных шлаков и бетонного лома [21].

К бесклинкерным гидравлическим вяжущим относятся вяжущие щелочной активации, получаемые на основе алюмосиликатов природного и техногенного происхождения при затворении их водными растворами соединений натрия и калия. При этом образуются: низкоосновные гидросиликаты кальция, щелочные и щелочноземельные гидроалюмосиликаты, гидроалюминаты, гидроферриты. Синтезом таких минералов в результате природных геохимических преобразований в земной коре объясняется образование метаморфических и осадочных алюмосиликатных горных пород высокой прочности и долговечности.

Можно использовать такие щелочные компоненты как сода кальцинированная, поташ, растворимый силикат натрия, отходы производств, содержащие соединения щелочных металлов. Ведутся разработки следующих видов вяжущих щелочной активации: шлакощелочные цементы; пуццолановые цементы щелочной активации; смешанные цементы щелочной активации (на основе известняков, пуццолан и шлаков, на основе алюминатов кальция, на основе смешанных цементов с долей портландцементного клинкера).

Для получения вяжущих щелочной активации пригоден широкий диапазон сырьевых материалов, по химико-минералогическому составу сходных со шлаком и продуктами твердения шлакощелочных вяжущих (золы, природные и обожженные глины, кварцевые и полевошпатные пески, цеолиты, полевошпатные породы и т.д.). Наличие большой сырьевой базы в виде природных и техногенных материалов алюмосиликатного состава обуславливает большие возможности получения различных видов вяжущих щелочной активации в разных регионах России.

Следующим направлением, в котором развивается концепция «зеленого бетона» является получение композиционных цементов. Их отличает низкая доля портландцементного клинкера, высокая доля минеральных добавок природного и техногенного содержания, использование 2-х и 3-х компонентных минеральных добавок (например, молотый шлак + известняк + микрокремнезем).

Одним из критериев, с помощью которого следует проводить оценку цементного бетона на соответствие концепции «зеленого бетона», можно предложить расход портландцемента на 1МПа прочности бетона. В рамках направления снижения расхода портландцемента на 1МПа прочности бетона за счет использования водоредуцирующих добавок разработаны составы высококачественных бетонов для шпал [17].

При исследованиях с целью использования бетонного лома от железобетонных шпал в составе бетона, получены положительные результаты при его применении в качестве мелкого или крупного заполнителя в бетон и в качестве тонкодисперсной активированной добавки [21]. Одной из сложностей применения побочных продуктов промышленности, таких как шлаки, золы, бетонный лом и других, в составах бетона, является отсутствие на них сертификатов качества.

Бетон имеет много технических характеристик, которые зависят от состава бетона. Свойства бетона могут быть получены с использованием его различных составов. Следовательно, каждый кубический метр бетона будет иметь определенное значение, соответствующее выбросу углекислого газа при получении этого объема бетона. Относительное количество выбросов углекислого газа (eCO_2) будем считать как отношение 1 кг CO_2 к 1 кг компонента бетона и эта величина безразмерная. Ряд авторов [22,23] подсчитали эту величину для составляющих бетона (таблица 1).

Таблица 1 – Относительная величина выбросов углекислого газа компонентами бетона

Название	eCO_2
Портландцемент	0,83
Зола– уноса	0,01
Гранулированный доменный шлак	0,01
Заполнитель	0,005
Суперпластификатор	0,01

Из анализа таблицы 1 видно, что наибольшая доля выбросов углекислого газа приходится на портландцемент.

На основании вышесказанного для исследования были выбраны более 30 составов бетона, имеющего среднее значение предела прочности при сжатии от 25 до 110 МПа. Целью исследования являлась оценка относительного количества выбросов углекислого газа на 1 МПа прочности бетона. Составы исследованных бетонов представлены в работах [12,14,17,19,24].

Как показали результаты, представленные на рисунке 2, с увеличением прочности бетона на портландцементе повышается относительная величина eCO_2 (состав 1), она незначительно повышается в бетонах с водоредуцирующей добавкой (состав 2). В бетонах, содержащих гранулированный доменный шлак, эта величина ниже (состав 3).

Из анализа рисунка 2 можно заключить, что с увеличением прочности бетона величина eCO_2 повышается. Этого следовало ожидать, т.к. для повышения прочности бетона требуется больше портландцемента. В связи с этим на рисунке 3 представлена зависимость значений eCO_2 на 1 МПа прочности бетона.

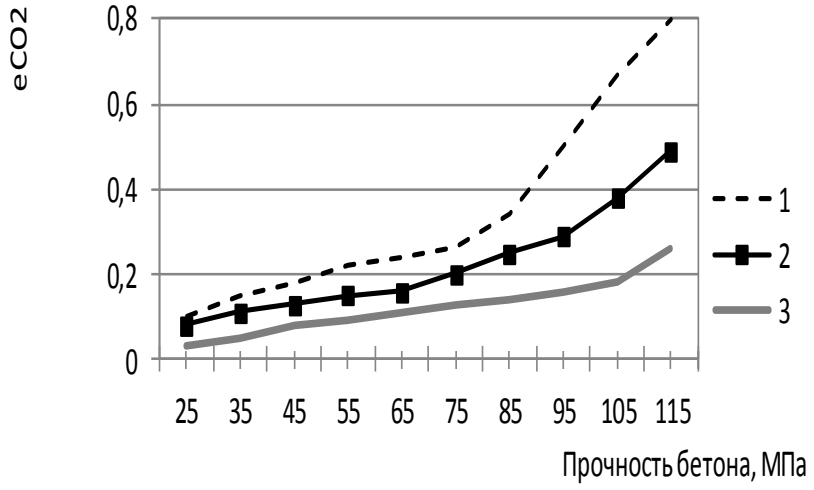


Рис.2. Зависимость eCO_2 от прочности бетона

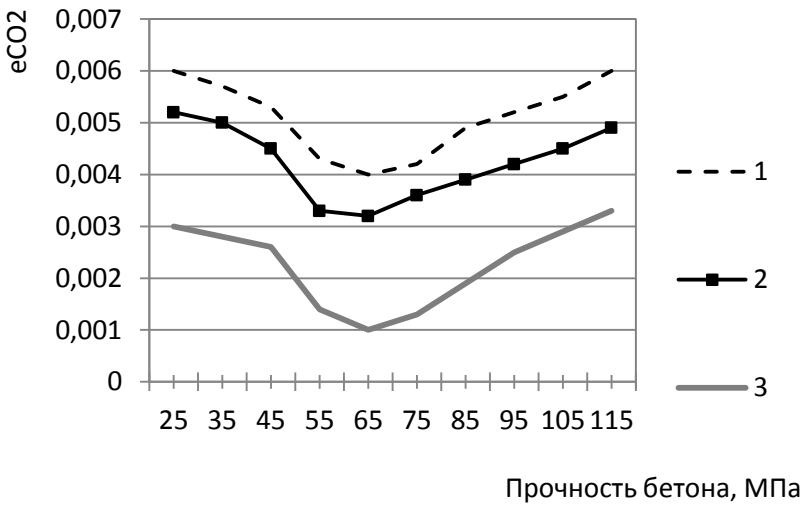


Рис.3. Величина eCO_2 на 1 МПа прочности бетона

Из анализа рисунка 3 можно заключить, что для получения значительного снижения выбросов углекислого газа необходимо использовать бетоны с прочностью в пределах 50-75 МПа. Применение суперпластификатора способствует значительному снижению относительной величины выбросов углекислого газа.

Таким образом, в работе показано влияние расхода портландцемента и суперпластификатора на количество выбросов углекислого газа при получении бетона. Представлены результаты по определению выбросов углекислого газа на 1 МПа прочности бетона.

Установлено, что для получения значительного снижения выбросов углекислого газа необходимо использовать бетоны с прочностью в пределах 50-75 МПа. Результаты могут быть использованы для получения «зеленого» бетона, для снижения расхода портландцемента в бетонах.

Список литературы

1. Мюллер К., Пальм С. Рост прочности и долговечности цементов с повышением содержания известняка / Цемент и его применение. 2013. №2. с.36-39.

2. Hendriks, C.A., 2004. Emission Reduction of Greenhouse Gases from the Cement Industry. Greenhouse gas control technologies conference paper. California: IEA Greenhouse gas and R&D programme.

3. Ravina D. Tensile strength of green concrete with fly ash and chemical admixtures. / Cement and Concrete Research, Volume 25, Issue 6, 1995, P. 1320-1332

4. Sun W. et al. The influence of mineral admixtures on resistance to corrosion of steel bars in green high-performance concrete. / Cement and Concrete Research, Volume 34, Issue 10, 2004, P. 1781-1785

5. Рахимова Н.Р., Рахимов Р.З. Влияние химико-минералогического состава добавок известняка на свойства композиционного шлакощелочного вяжущего. Известия высших учебных заведений. Строительство. 2016. № 1 (685). С. 14-23.

6. Kazanskaya L.F., Smirnova O.M. Supersulphated cements with technogenic raw materials. International Journal of Civil Engineering and Technology. 2018. Т. 9. № 11. С. 3006-3012.

7. Ермилова Е.Ю., Камалова З.А., Рахимов Р.З. Исследование влияния композиционных цементов с комплексной минеральной добавкой на физико-

механические и другие эксплуатационные свойства строительных растворов. Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. 2016. № 1 (35). С. 165-171.

8. Петрова Т.М. Взаимосвязь структуры и долговечности шлакощелочных бетонов на основе доменных и сталеплавильных шлаков. Вестник гражданских инженеров. 2012. № 4 (33). С. 167-173.

9. Ермилова Е.Ю. и др. Термически-активированная глина как альтернативная замена метакаолина в композиционных портландцементах. Вестник Казанского технологического университета. 2015. Т. 18. № 4. С. 175-178.

10. Казанская Л.Ф., Смирнова О.М. Вяжущие щелочной активации: стремление к альтернативе портландцементу. Цемент и его применение. 2015. № 2. С. 137-140.

11. Петрова Т.М. и др. Самоуплотняющиеся бетоны: история и современность. Строительный тендер. 2009. № 40-41. С. 44-46.

12. Смирнова О.М. Использование минерального микронаполнителя для повышения активности портландцемента. Строительные материалы. 2015. № 3. С. 30-33.

13. Петрова Т.М., Смирнова О.М., Фролов С.Т. Свойства пластифицированных композиций портландцемент-доменный шлак с учетом электроповерхностных явлений. Вестник гражданских инженеров. 2011. № 2. С. 118-123.

14. Смирнова О.М., Макаревич О.Е. Расход и дисперсность молотого известняка для самоуплотняющегося бетона. Цемент и его применение. 2014. № 4. С. 76-78.

15. Петрова Т.М. и др. Современные подходы к проектированию составов высокопрочных бетонов. Строительный тендер. 2009. № 42. С. 32-35.

16. Петрова Т.М., Смирнова О.М. Пути получения бетона для сборных железобетонных конструкций с использованием низкотемпературной тепловлажностной обработки. Цемент и его применение. 2014. № 1. С. 188-190.

17. Смирнова О.М., Макаревич О.Е. Выбор водоредуцирующих добавок и их расходов для высокопрочных бетонов сборных конструкций / Ресурсоэнергоэффективные технологии в строительном комплексе региона. 2014. № 4. С. 74-77.

18. Смирнова О.М. Зависимость прочности бетона с добавками на поликарбоксилатной основе от свойств портландцемента после низкотемпературной тепловлажностной обработки / Известия высших учебных заведений. Строительство. 2012. № 9 (645). С. 20-27.

19. Петрова Т.М., Смирнова О.М. Бетоны с повышенной ранней прочностью на основе портландцементов ПЦ500-Д0-Н и ЦЕМ 1 42,5Н / Вестник гражданских инженеров. 2011. № 4. С. 91-96.

20. Петрова Т.М., Смирнова О.М. Современные модифицирующие добавки в бетоны: сб. Докладов XV академических чтений РААСН / Казань. 2010. Т. 1. С. 247.

21. Петрова Т.М. и др. Рециклинг как перспективный способ расширения сырьевой базы строительных материалов и решения экологических проблем. Строительный тендер. 2009. № 42. С. 16-19.

22. G.P. Hammond, C.I. Jones, Embodied energy and carbon in construction materials, Proc. Inst. Civ. Eng. Energy 161 (2) (2008) 87–98

23. D.J.M. Flower, J.G. Sanjayan, Green house gas emissions due to concrete manufacture, Int. JLCA 12 (5) (2007) 282–288.

24. Смирнова О.М., Харитонов А.М. Прочностные и деформативные свойства фибробетона с макрофиброй на основе полиолефинов. Строительные материалы. 2018. № 12. С. 44-49.

УДК 691.332

ВЛИЯНИЕ ПОЛИАКРИЛАМИДА НА СВОЙСТВА ЦЕМЕНТНЫХ КОМПОЗИЦИЙ

Мухаметрахимов Рустем Ханифович

Казанский государственный архитектурно-строительный университет, Россия, e-mail: muhametrahimov@mail.ru

Аннотация. Полиакриламид (ПАА) в производстве цементно-волокнистых изделий используются с целью улучшения свойств фиброцементной суспензии и свежесформованных листов, а также ускорения процесса фильтрации и осаждения твердой фазы в рекуператорах. В работе изучено влияние степени ионного заряда и молекулярной массы ПАА на кинетику гидратации цемента, скорость осаждения цементно-волокнистой суспензии и прочность цементно-волокнистых плит. Предполагается, что весьма эффективным может оказаться применение ПАА при формовании бетона методом послойного экструдирования (3D-печати) в качестве регулятора реотехнологических и других свойств сырьевой смеси и эксплуатационных свойств готовых изделий, что представляет интерес для дальнейших исследований.

Ключевые слова: полиакриламид, фиброцемент, гидратация, аддитивные технологические процессы, 3D-печать

INFLUENCE OF POLYACRYLAMIDE ON PROPERTIES OF CEMENT COMPOSITIONS

Mukhametrakhimov Rustem Khanifovich

Kazan State University of Architecture and Engineering, Russia, e-mail: muhametrahimov@mail.ru

Abstract. Polyacrylamide (PAA) in the production of cement-fiber products is used to improve the properties of fiber cement slurry and freshly formed sheets, as well as to accelerate the filtration process and solid phase deposition in recuperators. The influence of the degree of ion charge and molecular weight of PAA on the kinetics of cement hydration, the deposition rate of cement-fiber slurry and the strength of cement-fiber plates was studied. It is assumed that the use of PAA in the molding of concrete by layer extrusion (3D-printing) as a regulator of technological and other properties of the raw material mixture and the performance properties of finished products can be very effective, which is of interest for further research.

Keywords: polyacrylamide, fiber cement, hydration, additive manufacturing processes, 3D printing

В материалах на основе цемента большое применение находят различные химические добавки, позволяющие интенсифицировать процесс производства и повысить качество изделий [1–8]. Полиакриламид (ПАА) в производстве цементно-волокнистых изделий используются с целью улучшения свойств фиброцементной суспензии и свежесформованных листов, а также ускорения процесса фильтрации и осаждения твердой фазы

в рекуператорах. ПАА являясь флоккулирующей добавкой, представляет собой химическое соединение, которое воздействует на состояние флоккуляции водной цементной фазы путем изменения сил, действующих между частицами, существующими в данной системе. Механизм дестабилизирующего действия полимерных флоккулянтов заключается в адсорбции растворенных молекул на частичках твердой фазы, обрабатываемой дисперсной системы и образовании, таким образом, механической связи, так называемых «мостиков» между отдельными группами частиц.

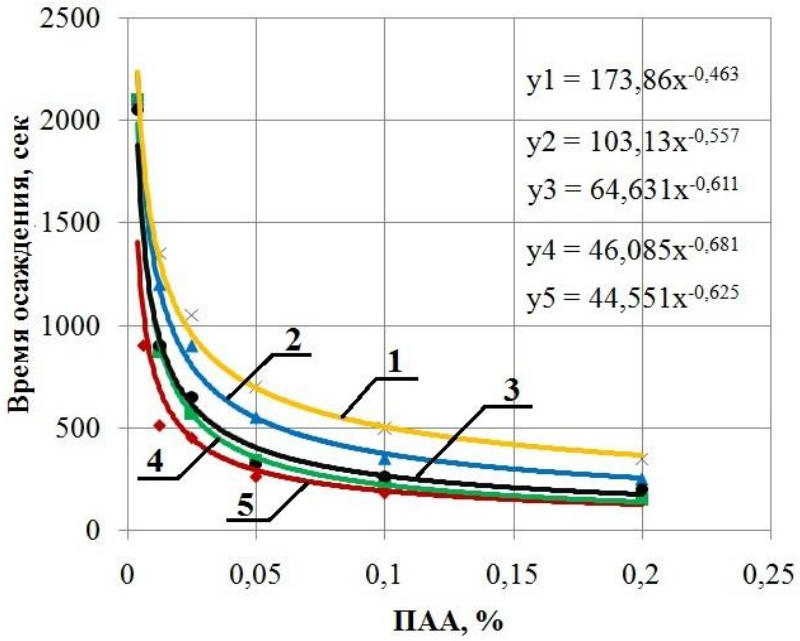
По мнению В.С. Рамачандрана [9], главная функция флоккулирующих добавок в бетон заключается в снижении интенсивности водоотделения от разрушительной формы (каналы) до более постепенной инфильтрации (нормальной) в смесях, в которых ожидаются высокие скорость и объем водоотделения. Флоккулирующие добавки подразделяются на неорганические, природного происхождения и синтетические. В зависимости от характера активных групп флокулянта при диссоциации, либо поляризации в воде различают флокулянты-полиэлектолиты (ионогенные), которые в свою очередь подразделяются на анионные, катионные и катионо-анионные полиэлектролиты, и неионные (неионогенные) флокулянты [10].

В качестве флокулянтов успешно применяются следующие полиэлектролиты: полиакрилат натрия, сополимер малеинового ангидрида изобутилена, сополимер соли натрия стиролмалеинового ангидрида, полиметакриловая кислота, ПАА, полиакрилонитрил, сополимер соли кальция винилацетата малеинового ангидрида, сульфаты алюминия и железа [10,11]. Молекулярная масса полимерных флокулянтов (ПАА, полиоксиэтилен) колеблется от 50-100 тыс. до 10-12 млн. По молекулярной массе полимерные флокулянты подразделяются на низко- средне- и высоко молекулярные.

Обладая сильно выраженным коагуляционным действием, флоккулирующие добавки улучшают структуру цементно-волокнистой дисперсии, что выражается в увеличении степени адгезии цемента [12].

Цель настоящих исследований – установить влияние степени ионного заряда и молекулярной массы ПАА на кинетику гидратации цемента, скорость осаждения цементно-волокнистой суспензии и прочность цементно-волокнистых плит.

По результатам выполненных исследований установлено влияние степени ионного заряда и молекулярной массы ПАА на кинетику гидратации смешанного вяжущего и скорость осаждения цементно-волокнистой суспензии (рис.1). Показано, что применение ПАА способствует интенсификации процесса разделения фаз, что повышает технологичность производства ЦВП на основе целлюлозных волокон.



Влияние добавок ПАА на время осаждения цементно-волокнистой суспензии:
1 – Besfloc K4000; 2 – Besfloc K4032; 3 – Besfloc K4041; 4 – Nalco9601; 5 –Besfloc K4046

Исследования тепловыделения свидетельствуют, что введение ПАА в цементное тесто, в зависимости от концентрации оказывает различное влияние на ход и кинетику гидратации портландцемента. Достижение температурного максимума на кривых гидратации портландцемента с содержанием ПАА до 0,1% свидетельствует об интенсификации процесса гидратации в начальный период твердения. Увеличение количества ПАА в составе более 0,1% приводит к замедлению процесса гидратации цемента и снижению температурного максимума. Также удельное тепловыделение портландцемента во все сроки гидратации растет с увеличением содержания ПАА до 0,1% и снижается при дальнейшем увеличении его дозировки. В этом отношении оптимальным является содержание 0.5-0.1% для всех марок ПАА.

Изучение контракции свидетельствует, что введение ПАА в цементное тесто, в зависимости степени ионного заряда, молекулярной массы и концентрации оказывает примерно одинаковое влияние на контракцию и активность портландцемента. Рост активности и величины удельной контракции портландцемента кривых контракции растет при содержании ПАА до 0,1%. Увеличение количества ПАА в составе более 0,1% приводит к снижению активности в величине удельной контракции. Кроме того, введение в состав более 0,10 % ПАА затрудняет фильтрационную способность цементно-волокнистой массы при прессовании из-за высокой водоудерживающей способности композиции.

Установлено, что с увеличением степени ионного заряда и молекулярной массы анионного ПАА происходит ускорение процесса гидратации смешанного вяжущего, увеличение скорости осаждения цементно-волокнистой суспензии и повышение предела прочности при

изгибе ФЦП. Наиболее эффективной флоккулирующей добавкой из числа изученных, является ПАА «Besfloc K4046», отличающийся высокой степенью ионного заряда. Введение данного типа ПАА в количестве 0,05-0,10 % улучшает структуру цементно-волокнистой суспензии, что выражается в увеличении предела прочности при изгибе ЦВП на 15%.

Полученные результаты позволяют предположить, что весьма эффективным может оказаться применение ПАА при формовании бетона методом послойного экструдирования (3D-печати) в качестве регулятора реотехнологических и других свойств сырьевой смеси и эксплуатационных свойств готовых изделий, что представляет интерес для дальнейших исследований.

Список литературы

1. Изотов, В.С., Соколова Ю.А. Химические добавки для модификации бетона. Москва: Палеотип, 2006. 244 с.

2. Калашников, В.И., Тараканов О.В. О применении комплексных добавок в бетонах нового поколения // Строительные материалы. 2017. № 1–2. С. 62–67.

3. Шошин, Е.А., Иващенко, Ю.Г., Поляков, А.В., Буланов В.М. Исследование гидросиликатов цемента модифицированных изомерными дисахаридами методом дифференциального термического анализа // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. 2017., № 1(39). С. 244–249.

4. Буланов, П.Е., Мавлиев, Л.Ф., Вдовин, Е.А., Строганов, В.Ф., Асадуллина, А.Р., Сафин Д.Р. Влияние пластифицирующих добавок различной химической основы на физико-технические свойства глинистых грунтов, укрепленных портландцементом // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. 2017, № 4 (42). С. 384–391.

5. Мухаметрахимов, Р.Х., Галаутдинов А.Р. Механоактивированное гипсоцементно-пуццолановое вяжущее на основе модифицированного низкомарочного сырья // Известия КГАСУ. 2018. № 1. С. 187–195.

6. Гувалов А.А., Аббасова С.И. К.Т.В. Эффективность модификаторов в регулировании свойств бетонных смесей // Строительные материалы. 2017. № 7. С. 49–51.

7. Schuldyakov K.V., Kramar L.Y., Trofimov B.Y. Interconnection between Concrete Structure and Properties and Various Modifications // Procedia Eng. Elsevier, 2017. Vol. 206. С. 863–868.

8. Нуриев, М.И., Халиуллин, М.И., Рахимов, Р.З., Гайфуллин, А.Р., Хайрварина, А.М., Стоянов О.В. Влияние пластифицирующих добавок на свойства гипсоцементнопуццоланового вяжущего // Вестник Технологического университета. 2015. № 6 (18). С. 119–122.

9. Рамачандран В.С. Добавки в бетон. Справочное пособие. Москва: Стройиздат, 1988. 571 с.

10. Небера В.П. Флокуляция минеральных суспензий. Москва: Недра, 1983. 288 р.

11. Васильева Е.И. Исследование влияния флокулирующего действия полиакриламида с целью повышения удержания наполнителей в бумаге // автореф. дис. … канд. техн. наук. Ленинград, 1972. 20 с.

12. Negro C. et al. Polyacrylamide induced flocculation of a cement suspension // Chem. Eng. Sci. Pergamon, 2006. Vol. 61, № 8. С. 2522 – 2532.

УДК 691

НОРМАТИВНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Мухаметрахимов Рустем Ханифович, Лукманова Лилия Валиевна

Казанский государственный архитектурно-строительный университет, Россия, e-mail: muhametrahimov@mail.ru, lilya0503199@gmail.com

Аннотация. В настоящее время аддитивные технологические процессы являются весьма перспективным направлением совершенствования строительства при возведении зданий, сооружений, изделий, конструкций, а также при изготовлении малых архитектурных форм. Массовое внедрение строительной 3D-печати в строительное производство сдерживается отсутствием должного уровня стандартизации в данной области. В работе выполнен обзор отечественных и зарубежных нормативных источников, их проектов в области аддитивных технологических процессов, показана роль и необходимость разработки документов по стандартизации в области строительной 3D-печати.

Ключевые слова: нормативное регулирование, строительное производство, стандартизация, 3D-печать, строительство, аддитивные технологические процессы, аддитивное производство, экструзия

STATUTORY REGULATION IN CONSTRUCTION ADDITIVE MANUFACTURING PROCESSES

Mukhametrakhimov Rustem Khanifovich, Lukmanova Liliya Valievna[2]

Kazan State University of Architecture and Engineering, Russia, e-mail: muhametrahimov@mail.ru, lilya0503199@gmail.com

Abstract. At present additive manufacturing processes are a very promising direction for improving construction of buildings, structures, products, and small architectural forms. The massive introduction of 3D construction printing is hampered by the lack of an adequate level of standardization in this area. The paper reviews national and foreign regulatory sources, their projects in the field of additive manufacturing processes.

Keywords: statutory regulation, construction, standardization, 3D printing, additive manufacturing processes, material extrusion

В различных отраслях промышленности, в том числе строительстве, наблюдается широкое применение инновационных технологий, направленных на развитие и внедрение средств автоматизации и роботизации производства [1, 2]. Одной из таких активно развивающихся инновационных технологий в области строительства является применение аддитивных технологических процессов, позволяющих изготавливать детали (изделия) на основе создания физического объекта по электронной геометрической модели путем добавления материала, как правило, слой за

слоем, в отличие от вычитающего (субтрактивного) производства (механической обработки) и традиционного формообразующего производства (литья, штамповки) [3].

В настоящее время находят применения три основных метода 3D-печати: спекание (селективное спекание), напыление (лазерная стереолитография) и послойное экструдирование [4]. К настоящему времени наиболее широкое распространение в строительстве получил метод послойного экструдирования, в котором в качестве «чернил» применяются сырьевые смеси на основе портландцемента.

Перспективность развития строительной 3D-печати методом послойного экструдирования обусловлена рядом преимуществ [5-14]: сокращение трудозатрат и сроков строительства, возможность изготовления криволинейных изделий различной конфигурации, снижение количества отходов при производстве и негативного воздействия на окружающую среду, повышение безопасности производства работ.

Массовое внедрение строительной 3D-печати в строительное производство сдерживается отсутствием должного уровня стандартизации в данной области.

Цель настоящей работы – проанализировать существующие и разрабатываемые нормативные источники в области аддитивных технологических процессов, с учетом существующего уровня техники и аддитивных технологий в строительстве определить наиболее приоритетное направление развития стандартов.

Анализ отечественных нормативных источников свидетельствует о начальном этапе становления и развития стандартизации в области аддитивных технологических процессов. В настоящее время утверждены и введены в действие три национальных стандарта [3, 15, 16].

ГОСТ Р 57558-2017 [3] устанавливает термины и определения, используемые в технологиях аддитивного производства, которые основаны на аддитивном принципе изготовления деталей, т.е. на создании физических пространственных изделий путем последовательного добавления материала. Целью данного стандарта является обеспечение базового понимания фундаментальных принципов аддитивного производства и введение на их основе четкой терминологии в области данных технологий.

Общие требования к материалам, применяемым в различных категориях аддитивных технологических процессов, установлены в ГОСТ Р 57589-2017 [15]. Данный стандарт выделяет следующие категории процессов: фотополимеризация в ванне, струйное нанесение материала, струйное нанесение связующего, синтез на подложке, экструзия материала, прямой подвод энергии и материала, листовая ламинация. Приводятся описание сущности процессов, применяемого сырья, механизма связи компонентов сырьевой смеси, источника ее активации и

способов вторичной обработки готовых изделий. Формование бетона методом послойного экструдирования согласно данному стандарту относится к категории процессов «экструзия материала».

ГОСТ Р 57590-2017 [16] устанавливает основные термины и определения для обмена данными в аддитивном производстве, описания геометрии изделия или его частей в аддитивном производстве, а также описывает способы обмена данными, типы файлов и форматирование.

Следует также отметить разрабатываемые Техническим комитетом по стандартизации ТК182 «Аддитивные технологии» проекты национальных стандартов, которые направлены на обеспечение защиты интересов потребителей и государства по вопросам качества продукции, процессов и услуг в области аддитивных технологических процессов. Эти проекты национальных стандартов в данный момент устанавливают: классификации, термины и определения дефектов металлических материалов в виде порошковых композиций и проволоки для аддитивных технологических процессов; общие требования к аддитивному производству изделий из сплавов ВТ6, в том числе плавлением порошка на подложке; общие требования, правила приемки и методы контроля изделий из титановых сплавов, изготовленных методом селективного электронно-лучевого сплавления; термины и определения, применимые к мерам для дефектоскопии изделий, выполненные методами аддитивных технологий; классификацию методов неразрушающего контроля объектов, выполненных методами аддитивных технологий; общие принципы неразрушающего контроля изделий, выполненных методами аддитивных технологий; метод испытания на кратковременную ползучесть образцов, полученных из порошковых композиций металлических материалов, путем ступенчатого нагружения в условиях повышенных температур до 1500 ^{0}С.

Анализ зарубежных нормативных источников позволил установить, что независимой неправительственной международной организацией ISO на сегодняшний день подготовлено двадцать семь международных стандартов в области аддитивного производства, восемь из которых утверждены и введены в действие. Данные документы приводят общие принципы терминологии аддитивного производства, организации обработки данных, требования, указания и рекомендации к проектированию продукции в аддитивном производстве, спецификацию форматов файлов аддитивного производства, формата их обмена, определяет соответствующие процедуры и объем испытаний.

Вместе с тем стоит заметить отсутствие в настоящее время стандартов и их проектов в области строительной 3D-печати методом послойного экструдирования, что приводит к получению некачественной строительной продукции вследствие возникающих издержек производства, связанных с неадаптированностью сырьевых материалов, необходимостью совершенствования информационных технологий,

отсутствием специализированных методик контроля качества готовой продукции, методов испытаний сырьевых смесей и изделий на их основе, а также недостаточной квалификацией работников. Наиболее характерными дефектами и повреждениями строительной продукции являются нарушение геометрии вследствие растекания низлежащих слоев, наличие разрывов, пустот и изломов, повышенная пористость, низкая трещиностойкость, высокие усадочные деформации, неравномерность твердения, низкая адгезия слоев и др.

Поэтому актуальным вопросом нормативного регулирования аддитивных технологических процессов в строительстве является разработка следующих наиболее приоритетных стандартов:

– стандарты на сырьевые смеси (преимущественно бетонные), устанавливающие требования к подбору, назначению, изготовлению, хранению, транспортированию и укладке сырьевых смесей;

– стандарты на методы контроля, регламентирующие методы (способы, приемы, методики и др.) проведения испытаний, измерений, анализа сырьевых смесей и изделий на их основе (преимущественно бетонные) при создании, сертификации и использовании;

– стандарты на аддитивные установки, в частности промышленные строительные 3D-принтеры, устанавливающие классификацию, основные параметры и размеры, технические требования и методы испытаний.

Вышеперечисленные виды стандартов могут быть представлены в виде национальных стандартов, предварительных национальных стандартов, межгосударственных стандартов, сводов правил, стандартов организаций.

Развитие стандартизации в области 3D-печати позволит решить ряд проблем, связанных с ограничением повсеместного внедрения и реализации строительной 3D-печати методом послойного экструдирования в строительстве:

– обеспечение качества производимого оборудования, сырьевых материалов и изделий на их основе;

– создание условий для производства и выпуска в обращение готовой продукции;

– обеспечение энергоэффективности при создании строительной продукции на основе рационального использования ресурсов.

Список литературы

1. Харисова, Г.М., Харисова, Р.Р., Гумарова, А.Ф. Инновационное развитие городской среды // Сборник трудов международной научно-практической конференции «Интеллектуальный город: устойчивость, управление, архитектура, реновация, технологии» Под общей редакцией Романовой А.И.. Казань, 2018. С. 150-154.

2. Загидуллина, Г.М., Соболев, Е.А., Крыловский, А.Б. Прогнозирование структуры инновационного шестого технологического уклада и анализ приоритетов

текущего промышленного развития // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. 2015. № 1 (31). С. 182-189.

3. ГОСТ Р 57558-2017/ISO/ASTM 52900:2015 «Аддитивные технологические процессы. Базовые принципы. Часть 1. Термины и определения».

4. Лунева, Д.А., Кожевникова, Е.О., Калошина С.В. Технология 3D-печати с использованием метода послойного экструдирования в строительстве // Современные технологии в строительстве. Теория и практика. 2017. № 2. С. 251–261.

5. Горбач, П.С., Шустов, П.А., Левчук С.С. Аддитивные методы производства в строительной отрасли // Вестник Ангарского государственного технического университета. 2016. № 10. С. 174–177.

6. Золотарева, С.В. Развитие и применение 3D технологий в строительстве // Сборник трудов VII Международного молодежного форума «Образование, наука, производство». 2016. С. 1033–1037.

7. Гуторов, Н.Ю., Чепенко, А.С., Науменко, Н.А., Павленко О.А. Аддитивные технологии и современные технологии строительства // Сборник докладов X Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых: в 4 т. 2017. Р. 85–87.

8. Матюхина, А.А., Никифорова, Н.А., Никулина, А.С., Дементьева, Ю.А., Лесниченко Е.Н. Преимущества аддитивных технологий и пути совершенствования 3D строительства // Сборник трудов Международной научно-технической конференции молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. Р. 2185–2189.

9. Ватин, Н.И., Чумадова, Л.И., Гончаров, И.С., Зыкова, В.В., Карпеня А.Н., Ким, А.А., Финашенков, Е.А. 3D-печать в строительстве // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2017. № 1 (52). С. 27–46.

10. Мухаметрахимов, Р.Х., Вахитов, И.М. Аддитивная технология возведения зданий и сооружений с применением строительного 3D-принтера // Известия КГАСУ. 2017. № 4 (42). С. 350–359.

11. Мухаметрахимов, Р.Х., Вахитов, И.М. Текущее состояние и перспективы развития 3D-печати в строительстве // Ресурсоэнергоэффективные технологии в строительном комплексе региона. 2018. № 9. С. 487-491.

12. Иноземцев, А.С., Королев, Е.В., Зыонг Тхань Куй. Анализ существующих технологических решений 3D-печати в строительстве // Вестник МГСУ. 2018. № 7 (118). С. 863–876.

13. Удодов, С.А., Белов, Ф.А., Золотухина, А.Е. Уточнение состава сухой строительной смеси для 3D-печати методом математического моделирования // Сборник материалов V Международной научно-практической конференции «Наука и просвещение». 2017. С. 132–138.

14. Белякова, Е.А., Москвин, Р.Н., Тараканов О.В. Цемент на основе золы-уноса для современных строительных технологий // Региональная архитектура и строительство. 2017. № 1 (30). С. 5–11.

15. ГОСТ Р 57589-2017 «Аддитивные технологические процессы. Базовые принципы - часть 2. Материалы для аддитивных технологических процессов. Общие требования».

16. ГОСТ Р 57590-2017 «Аддитивные технологические процессы. Базовые принципы - часть 3. Общие требования».

УДК 691

СЕРА - КАК ПЕРЕРДОВАЯ НАНОДОБАВКА В СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Петров Глеб Александрович, Андреева Валерия Юрьевна, Панфилова Марина Ивановна

Московский государственный строительный университет, Россия,
e-mail: gpetrov962@gmail.com, 10040699@mail.ru, 012340@mail.ru

Аннотация: в данной работе рассмотрена история становления серы как нанодобавки в строительные материалы, улучшение физико-механических свойств полученного материала и возможности его применения.

Ключевые слова: сера, серный бетон, физико-механические свойства, кристаллизация серы

SULFUR AS A INNOVATED NANO-ADDITIVE IN CONSTRUCTION – MATERIALS

Petrov Gleb Alexandrovich, Andreeva Valeriia Yurievna, Panfilova Marina Ivanovna

Moscow State University of Civil Engineering Russia,
e-mail: gpetrov962@gmail.com, 10040699@mail.ru, 012340@mail.ru

Abstract. This paper considers the history of the formation of sulfur as nano-additives in building materials, improving the physicomechanical properties of the material obtained and the possibility of its use.

Keywords: sulfur, sulfur concrete, physical and mechanical properties, crystallization of sulfur

Первые опыты применения серы в композитных материалах начались в 70-х годах 20 века в Северной Америке с изобретением и патентованием серобетона. В то время были сформированы основные преимущества этого материала перед обычным портландцементом: быстрый набор прочности, уменьшенное водопоглощение и водопроницание. Но применение обычной серы в составе композитных материалов не давала ощутимого прироста физико-механических и гидрофизических свойств. Было решено применять раствор расплавленной серы. Она, проникая в поры материала, заполняет пустоты, создавая защитный слой и «скрепляя» молекулы наполнителея. Тем самым, проводя физические испытания образцов обычного бетона и на основе серного вяжущего, был экспериментально доказан прирост многих показателей (таблица) [1].

Сравнение показателей обычного бетона и серобетона

Наименование показателей	Серобетон	Бетон на основе портландцемента
Прочность на сжатие в возрасте 3 суток, МПа	40-55	15-25
Прочность на сжатие при изгибе, МПа	8-14	6-9
Прочность на растяжение, МПа (с момента заливки прошло 3 дня)	4-6	3-4
Время набора 50% прочности от марочной, ч (первоначальный набор марочной прочности)	0,32	24
Истираемость, %	3	16
Влагостойкость	1,0	0,8
Химическая стойкость (к кислотам)	84%	23%
Морозостойкость(при 100% влажности)	300	50

Также увеличенное сцепление молекул в бетоне позволяет улучшить его водопроницаемость, водопоглощение. Это открывает новые возможности для применения в строительстве, такие как создание пропитки на основе серы. Состав, попадая на бетон, вступает в реакцию и проникает в поры, в которых кристаллизуется, создавая защитный водоотталкивающий слой [2].

Суммируя все вышеописанное можно сделать вывод о эффективности применения серы в строительных материалах. Сера нашла свое применение в дорожном строительстве. Обычный асфальт заменяет сероасфальт, у которого улучшены эксплуатационные свойства. Добавка в виде серы увеличивает срок службы, возрастает износоустойчивость [3].

Также, уже в 20 веке, применение серы в строительной области решало важную экологическую проблему запаса серы в мире. С увеличением топливно-энергетического комплекса и количеством выработки нефти возросло количество серы как продукта нефтеочистки.

Список литературы

1. Панфилова М.И. Перспективные направления развития композитов с добавками серы / М.И. Панфилова, Н.И. Зубрев, Д. А. Леонова и др. // Научное обозрение. -2015,- №14,- стр. 172-175.

2. Анализ известных способов переработки серы в серобнтон, сероасфальт и другие продукты / Р. Ф. Сабиров, А.Ф. Махоткин // Вестник технологического университета. Т. 19. № 20. -2016. -С. 69-72.

3. Высокопрочные бетоны на основе серного вяжущего с применением модификаторов / Н. А. Епишкин [и др.] // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. Том 7. № 4. -2017. -С. 155-161.

УДК 691.327.333

СВОЙСТВА ДИСПЕРСНОЙ ФИБРЫ КАК КОМПОНЕНТА АВТОКЛАВНОГО ПЕНОБЕТОНА

Попов Александр Леонидович

Белгородский государственный технический университет имени В.Г. Шухова, Россия, e-mail: surrukin@gmail.com

Аннотация. Рассматриваются свойства различных видов дисперсных фибр в целях возможности применения для дисперсного армирования автоклавного ячеистого пенобетона. Обоснована актуальность микроармирования ячеистого бетона для повышения его теплоизоляционных свойств. Исследована щелочестойкость различных видов дисперсных фибр в модельном эксперименте с гидротермальными условиями соответствующими условиям твердения автоклавного пенобетона.

Ключевые слова: автоклавный фибропенобетон, щелочестойкость, фибра.

PROPERTIES OF DISPERSED FIBER AS A COMPONENT OF AUTOCLAVED FOAM CONCRETE

Popov Aleksandr Leonidovich

Belgorod State Technological University named after V.G. Shoukhov, Russia, e-mail: surrukin@gmail.com

Abstract. The properties of various types of dispersed fibers are considered with a view to the possibility of using for dispersed reinforcement of autoclaved cellular concrete. The relevance of micro-reinforcement of cellular concrete to increase its thermal insulation properties is substantiated. The alkali resistance of various types of dispersed fibers in a model experiment with hydrothermal conditions corresponding to hardening conditions for autoclaved foam concrete has been investigated.

Keywords: cellular concrete, autoclaved foam concrete, fiber concrete, alkali resistance, fiber

В настоящее время остаются актуальными вопросы энергоэффективности применяемых строительных материалов. Большое количество электрической и тепловой энергии уходит на поддержание температурного режима в помещениях домов и сооружений в отапливаемый период. Расход энергии при этом обуславливается потерей тепла через ограждающие конструкции. Таким образом, важной задачей является выбор теплоизоляционного материала обладающего минимальными теплопотерями и, как правило, наиболее низкими показателями теплопроводности.

Согласно исследованиям [1] в ячеистых бетонах показатель теплопроводности можно улучшить уменьшением среднего размера воздушных ячеек пенобетона. Для этой цели подходит введение дисперсной

фибры для упрочнения межпоровых перегородок, что стабилизирует пористую матрицу пенобетона, предотвращая коалесценцию пор. Однако для применения фибры в гидротермальных условиях, в которых твердеет автоклавный пенобетон, система которой в зависимости от применяемых компонентов имеет различную кислотность [2, 3], необходимо изучение щелочестойкости фибры и её кислотно-основных свойств характеризуемых содержанием активных центров.

В представленной работе оценка кислотно-основных свойств поверхности используемых фибр производилась по характеру распределения кислотных и осно́вных центров адсорбции бренстедовского типа. Данная методика основана на адсорбции одноосновных индикаторов на поверхности твердых частиц в водной среде [4], это приводит к изменению окраски индикаторов, которая в свою очередь позволяет определить величину кислотности (основности) поверхности. В работе использовались растворы цветных индикаторов, которые позволяют регистрировать кислотно-основные центры в диапазоне кислотности от +1,3 до +12,8.

Для отбора волокна наиболее пригодного для армирования пенобетонной матрицы, было изучено 4 вида фибр: базальтовое волокно производства ООО «Каменный век» (Московская область, г. Дубна); термообработанное базальтовое волокно по методу научной группы под руководством Строковой В.В.[5, 6]; полимерное волокно (ВСМ–12) производства челябинской компании ООО «Си Айрлайд» и стеклянное волокно производства Taishan fiberglass inc. China (Китай).

Характерные распределения центров адсорбции на поверхности исследуемых волокон представлены на рисунке 1, а суммарные их значения в каждой области в таблице 1.

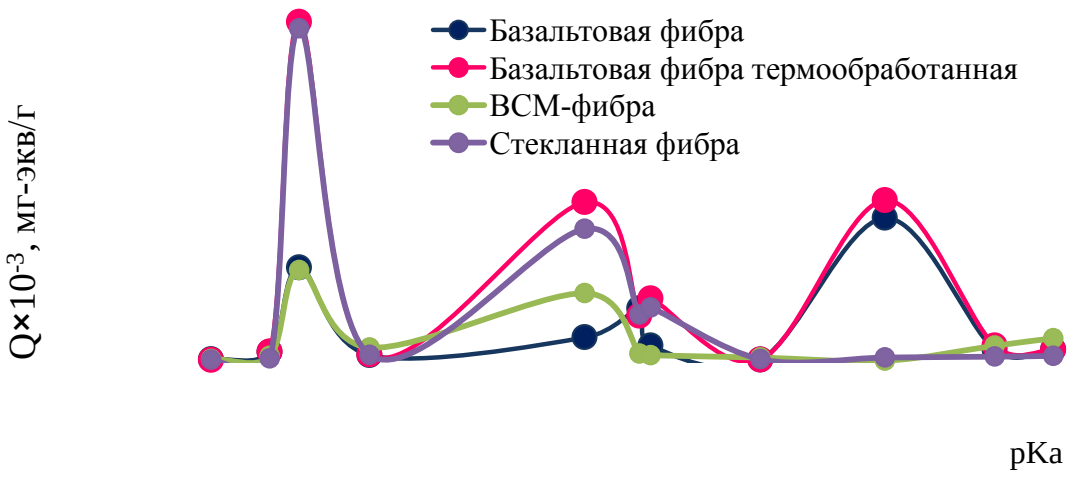


Рис. 1. Распределение центров адсорбции на поверхности фибр

Таблица 1 – Количество активных центров различной природы на поверхности фибр

№ п/п	Наименование исследуемого образца	Количество центров адсорбции, $\times 10^{-3}$ мг·экв/г		
		Кислоты по Бренстеду 0…7	Основания по Бренстеду 7…13	Общее количество
1.	Базальтовая фибра	37,5	32,1	69,6
2.	Базальтовая фибра термообработанная	111,0	40,5	151,5
3.	ВСМ-фибра	24,5	7,5	32,0
4.	Стеклянная фибра	65,0	15,7	80,7

Исходя из полученных данных, можно говорить, что для всех видов волокон преобладает количество кислотных бренстедовских центров. С точки зрения взаимодействия волокон с цементной системой пенобетона, в качестве центра кристаллизации продуктов гидратации цемента в процессе автоклавирования, наибольшим количеством основных бренстедовских центров характеризуются базальтовая фибра обоих типов, причем термообработанная более активна. Таким образом, для базальтовых волокон прогнозируется довольно высокие потери массы в щелочных условиях. ВСМ-фибра не минерального происхождения, что объясняет низкую активность по отношению к основаниям по Бренстеду. Стеклянная фибра также характеризуется более высокой активностью к кислотам, чем к основаниям.

С учетом данных научных изысканий, было проведено комплексное сравнительное исследование выбранных видов фибр на стойкость в модельной системе гидратации цемента в зависимости от условий твердения.

Условие 1. Естественные условия на протяжении 28 суток.

Условие 2. Гидротермальные условия в автоклаве при температуре 180 °С и давлении в 1 МПа. Цикл запаривания подъем + выдержка + снижение составлял – 1,5 ч. + 8 ч. + 1,5 ч.

Для этого выбранные образцы дисперсных волокон погружались в специально подготовленный раствор, имитирующий агрессивную щелочную среду, концентрация волокна в растворе составляла 5 %.

В качестве щелочной среды использовали цементное молочко, характеризующееся щелочной средой pH=13. Раствор готовился с применением дистиллированной воды и цемента в отношении 2/1. Растворимость волокна определяли по разности масс первоначальной навески составлявшего 5 г. и сухого остатка в результате выдержки в щелочной среде. Потерю массы выражали в процентах (таблица 2). Возможные потери волокна при промывке (т.н. технологические потери), приняты сопоставимыми для каждого эксперимента.

Таблица 2 – Результаты исследование щелочной стойкости волокон в зависимости от состава и условий испытания

Вид волокна	Условия модельной щелочной среды	Масса после выдержки, г	$pH_к$	Потеря массы, %
Базальтовое	28 суток, ест. усл.	4,78	10,1	4,4
	Автоклавирование	3,65	10,5	27
Базальтовое (термообработанное)	28 суток, ест. усл.	4,9	10,1	2
	Автоклавирование	4,25	10,5	15
Стеклянное	28 суток, ест. усл.	4,96	10,2	0,8
	Автоклавирование	4,8	10,7	4
ВСМ	28 суток, ест. усл.	5	11,7	0
	Автоклавирование	5	10,9	0

Установлено, что потеря массы минеральных волокон при их выдерживании в модельной среде цемента 28 суток в естественных условиях не превышает 4,4 % для базальтовой фибры. Потеря массы термообработанной базальтовой фибры уменьшается в более чем два раза. Стеклянное волокно, обладает довольно высокой щелочной стойкостью и потеря массы при выдерживании не превышает 0,8 %. ВСМ волокно никак не взаимодействует с щелочной средой, так и потеря массы отсутствует.

При выдерживании волокон в щелочной среде в условиях автоклавирования, потеря массы более ярко выражена. Так для базальтового волокна она вырастает до 27 и 15 % для исходного и термообработанного соответственно. Потеря массы стеклянного волокна увеличивается с 0,8 до 4 %. ВСМ волокно не характеризуется потерей массы, однако высокотемпературные автоклавные условия, привели к расплавлению фибры, так как полипропилен, из которого состоит фибра, обладает более низкой температурой плавления, чем температура, которая достигается в условиях автоклавирования – 180 °С.

Таким образом, рассмотрены свойства различных видов дисперсных фибр в целях возможности применения для дисперсного армирования автоклавного пенобетона. Исследована щелочестойкость различных видов дисперсных фибр в модельном эксперименте с гидротермальными условиями соответствующими условиям твердения для автоклавного пенобетона. Показано, что наилучшей щелочестойкостью обладает стеклянное волокно. Однако термообработанная базальтовая фибра обладает более высокой активностью, о чем свидетельствует количество основных бренстедовских центров, что позволяет прогнозировать лучшую адгезию волокна с матрицей пенобетона за счёт работы поверхности фибры в качестве подложки кристаллизации продуктов гидратации цемента в процессе автоклавирования.

Работа выполнена при финансовой поддержке Гранта Президента для молодых кандидатов МК-5980.2018.8.

Список литературы

1. Овчинников А.А., Акимов А.В., Хозин Р.Р. Порометрические особенности газосиликата и их влияние на свойства ячеистого бетона // Информационная среда вуза. 2016. № 1 (23). С. 389-394.
2. Лесовик В.С., Алфимова Н.И., Вишневская Я.Ю., Савин А.В. Влияние гидротермальной обработки и давления на структурообразование композиционных вяжущих // Технологии бетонов. – 2013. – № 10. – С. 38-39.
3. Строкова В.В., Алфимова Н.И., Черкасов В.С., Шаповалов Н.Н. Прессованные силикатные материалы автоклавного твердения с использованием отходов производства керамзита // Строительные материалы. 2012. № 3. С. 14-15.
4. Кислотно-основные свойства поверхности твердых веществ: метод. указания. Л.: ЛТИ им. Ленсовета, 1989. – 23 с.
5. Бабаев В.Б., Строкова В.В., Нелюбова В.В., Савгир Н.Л. К вопросу о щелочестойкости базальтовой фибры в цементной системе // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2013. № 2. С. 63-66.
6. Бабаев В.Б., Строкова В.В., Нелюбова В.В. Базальтовое волокно как компонент для микроармирования цементных композитов // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2012. № 4. С. 58-61.

УДК 69.001.5

ЭВОЛЮЦИЯ УСТРОЙСТВ И ТЕХНОЛОГИЙ ОЗЕЛЕНЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ИНТЕРЬЕРА И ЭКСТЕРЬЕРА

Растрепина Марина Александровна, Козлов Николай Алексеевич

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., Россия, e-mail: marinarastrepina@yandex.ru , kozlovnikolai@rambler.ru

Аннотация. Целью данного исследования является изучение эволюции устройств и технологий озеленения элементов экстерьера и интерьера.

Ключевые слова: «зеленое» строительство, интерьер, экстерьер, фитостена, модуль, вертикальное озеленение

EVOLUTION OF DEVICES AND TECHNOLOGIES OF GARDENING OF ELEMENTS OF THE INTERIOR AND EXTERIOR

Rastrepina Marina Aleksandrovna, Kozlov Nikolay Alekseyevich

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Russia, e-mail: marinarastrepina@yandex.ru , kozlovnikolai@rambler.ru

Abstract. Objective of this research is studying of evolution of devices and technologies of gardening of elements of an exterior and interior.

Keywords: "green" construction, interior, exterior, phytowall, module, vertical gardening

В век инноваций и высоких технологий роль экологии с каждым годом возрастает. Развиваются эко-направления в разных сферах жизни человечества: эко-туризм, природная косметика, «натуральные рестораны», одежда в стиле «эко». Современное строительство также неразрывно связано с эко-тенденцией.

Активно внедряются инновационные решения по озеленению элементов интерьера, экстерьера и благоустройства. «Зеленые» крыши, фасады и его части решают проблему экологического баланса, делая жизнь людей экологически комфортной. Однако вертикальное озеленение применялось человечеством еще до нашей эры.

Самым известным примером озеленения до нашей эры являются висячие сады Семирамиды, устроенные Навуходоносором II. Они представляли собой пирамиду. Четырехугольник стен нес тяжесть висячих садов, верхняя часть которых, согласно свидетельству античных писателей, находилась на высоте стен дворца (около 25 м). Наземная часть здания, вероятно, состояла из ряда мощных столбов, вроде стен сводчатых камер, составлявших подземную часть. Над сводами лежали большие каменные плиты, затем слои кирпича, битума, тростника, свинца и, наконец, толстый слой земли, в котором и росли деревья висячего сада. Сад орошался при помощи водоподъемного колеса[7].

В Античные времена озеленение крыш и обустройство так называемых висячих садов получило свое развитие в Древнем Риме и в Древней Греции. В эпоху Возрождения сады на крышах завоевали особую популярность в Европе. Хорошими примерами являются: сад на крыше виллы Медичи (Флоренция), висячий сад императора Фридриха III в Нюрнберге, двухуровневый сад в Пассау (на крыше дворца архиепископа Иоганна-Филиппа), террасы висячего сада на скалах острова Изола-Белла.

На плоских кровлях Потешного дворца Московского кремля в 1685 году мастер Галактин Никитин устроил Верхний комнатный сад. Такой же сад был и на крыше западного крыла. При комнатных садах Кремля высаживали большое число редких растений. Это и цареградские (грецкие) орехи, и благоухающие лекарственные травы. На сводах, перекрытых свинцовыми плитами для гидроизоляции, была насыпана толстым слоем – в «аршин с четвертью» – удобренная земля[6].

В XVII веке в Москве также заслуживали внимания «красные» сады Голицыных и Ордин-Нащокиных, которые располагались на верхних этажах жилых домов. Веком позже в Санкт-Петербурге появился красивый Висячий сад Малого Эрмитажа.

Новой ступенью развития вертикального озеленения стало изобретения фитостены. В 1931-1938 гг. профессор Иллинойсского университет в Урбане-Шампейне Стэнли Харт Уайт занимался разработкой нового типа сада, призванного разрешить проблемы ландшафтно-паркового дизайна. В 1938 году он получил первый в мире патент на вертикальную фитостену. В тексте патента был отмечен новый метод получения

архитектурной структуры любой формы, высоты и размера, покрытой растительностью.

В настоящее время различают несколько основных систем вертикального озеленения, которые распределяются по принципу работы:

– войлочные системы;
– контейнерные системы;
– модульные системы.

К войлочным системам относится изобретение Патрика Бланка – знаменитого ботаника из Франции, чьи работы можно увидеть в разных странах мира. Его способ озеленения фасадов зданий, мостов и других сложных конструкций заключается в монтировании металлической рамы с тонкой прослойкой из полимерного войлока, куда высаживаются семена растений и саженцы. Этот войлок имеет капиллярную структуру и служит также для «транспортировки» воды с удобрениями. Такая система позволяет устраивать зеленые зоны не только снаружи, но и внутри помещений[1]. Бланк создает настоящие произведения искусства с индивидуальным «рисунком», учитывая при этом правила создания функционирующих экосистем.

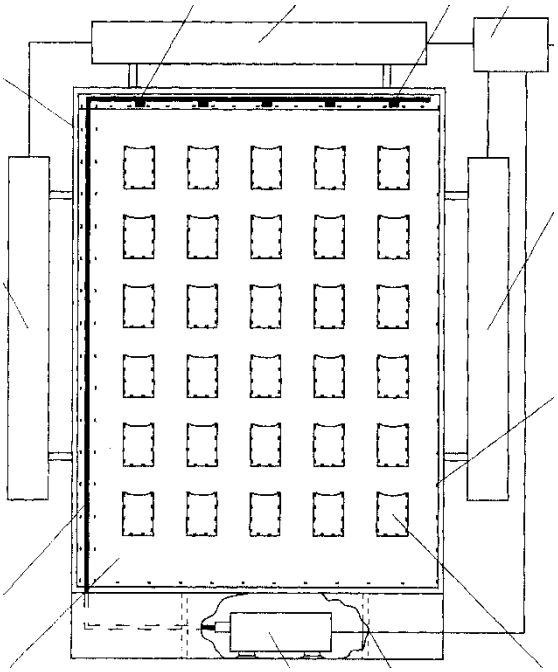


Рис. 1. Пример войлочной системы вертикального озеленения.

Примером контейнерной системы вертикального озеленения является устройство, состоящее из несущей конструкции и модулей, предназначенных для размещения растений в горшках[3]. На торцевой стенке модуля имеется выступ для возможности закрепления его на несущей конструкции, на днище модуля имеется накопительная полость для воды, а на дно модуля укладывается гигроскопичный материал, удерживающий влагу для питания растений.

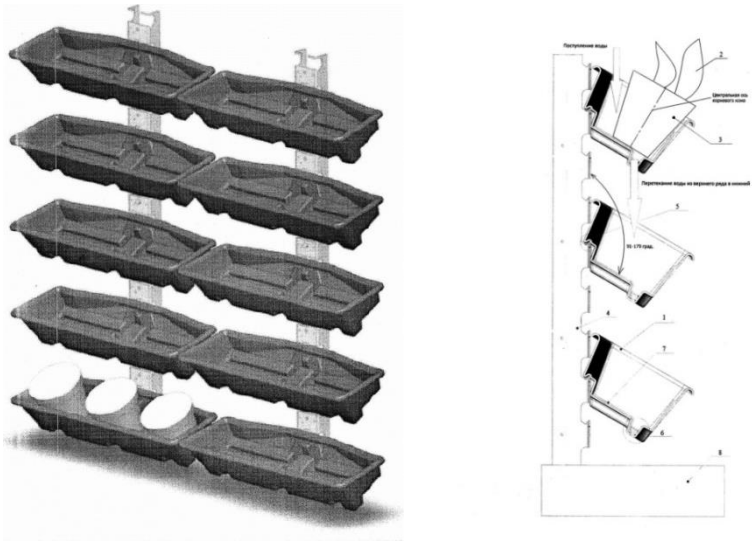


Рис. 2. Пример контейнерной системы вертикального озеленения

Наиболее знаменитой является модульная система вертикального озеленения. Озеленительный модуль с озеленением из стабилизированных растений и/или их листьев содержит плоскую основу и закрепленную на ней объемную геометрическую фигуру в виде призматического многогранника с открытыми основаниями. Плоская основа выполняет функцию дна, к которой приклеивают растения. Призматический многогранник с открытыми основаниями выполняет функцию ее боковой поверхности, служащей опорой и ориентиром для других модулей при их состыковке и устраняющей необходимость заделки их стыков [4].

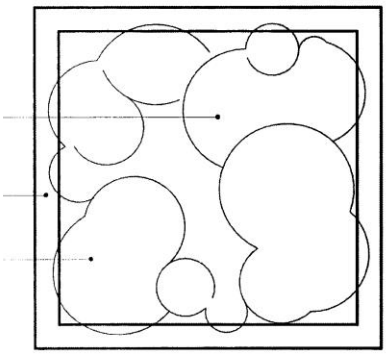


Рис. 4. Пример модульной системы вертикального озеленения

Объемная геометрическая фигура с открытыми основаниями может иметь разную форму, в том числе цилиндрическую или форму усеченного конуса. Озеленительный модуль может иметь ребра жесткости, расположенные внутри его сформированной емкости.

Следует отметить, что данная разработка использует технологию стабилизированных растений. Технология заключается в том, что растения на пике развития подвергают обработке, в результате которой сок заменяется глицериновым раствором. В итоге растение может сохранять свой вид в течение 3-7 лет, не нуждаясь в поливе, подкормке, подрезке.

Такое решение позволило обустраивать фитостены и другие конструкции в помещениях, не приспособленных к выращиванию живых растений.

К модульным системам вертикального озеленения так же относится изобретение испанского архитектора Эмилио Ллобат - коллекция модульной плитки для вертикального озеленения фасадов под названием «Живая стена». Она орошаемая, съемная и в ней можно высаживать разные виды растений в различных комбинациях[2].

Инновационной разработкой современности в области «зеленого» строительства является биобетон. Чтобы создать вертикальный сад с использованием биологического бетона, стены покрывают специальными панелями, состоящими из трех слоев. Первый слой – водонепроницаемый: он позволяет защитить поверхность стены от увлажнения и разрушения. Второй слой, наоборот, удерживает как можно больше влаги, чтобы растения могли полноценно существовать в таком субстрате. Третий слой – наружный – пропускает воду внутрь, но не позволяет ей вытекать обратно. С помощью таких панелей вертикальный сад самостоятельно обеспечивает себя влагой. Через год после установки, покрытые биобетоном стены, сами обрастают мхом и простейшими растениями[5].

Вертикальное озеленение существовало на протяжении всей истории человечества. В древности представляло собой массивные строения висячих садов, выполняющих в основном декоративно-эстетическую функцию. Вместе с эволюцией общества эволюционировала и технология вертикального озеленения. XX век открыл новые устройства, разновидности технологий «зеленого» строительства. Конструкции стали легче, мобильнее. Наибольшее развитие получили модульные системы. Главное, что вертикальное озеленение создавали не только ради красоты, но и для экологического комфорта. Ведь в современном мире экологическое строительство занимает главенствующее место. Человечество осознало, что ресурсы, которые мы потребляем - исчерпаемые. И необходимо восполнять их, заботиться о том мире, в котором мы живем. Ведь от состояния среды обитания напрямую зависит наше здоровье, наша жизнь.

Список литературы

1. Козеева А.А. Технологии вертикального озеленения//Вестник ландшафтной архитектуры. 2012. №7, – с. 12-18.

2. Модульные плитки для вертикального озеленения «Живая стена» от Эмилио Ллобата//[Электронный ресурс] // bloglandshafta.com

3. Патент RU №173 971, МПК A01G 9/02, опубликовано: 22.09.2017, бюл. №27

4. Патент RU №168 358, МПК A01G 9/00, опубликовано: 30.01.2017, бюл. №4

5. Пяткова Ю. Биобетон – новый способ вертикального озеленения//[Электронный ресурс]//ogorod.ru

6. Радионова Т. Сады Кремля//Маленький садовник. 2006. №1

7. Архитектура древнего мира/Под редакцией О. Х. Халпахчьяна (ответственный редактор), Е. Д. Квитницкой, В. В. Павлова, А. М. Прибытковой. – Второе издание, исправленное и дополненное. Том 1. - 1970. - 512 с.

УДК 691.3

РАЗРАБОТКА СТЕКЛОФИБРОБЕТОНА С ПЛАСТИФИЦИРУЮЩИМИ ДОБАВКАМИ

Рахметов Иргали Сагнович, Козлов Николай Алексеевич

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А. Россия,
e-mail: sagnrahmetov@mail.ru, kozlovnikolai@rambler.ru

Аннотация: В данной работе исследованы вопросы технологии получения, состава дисперсно-армированного бетона, а также физико - механические свойства. Исследованы физико-механические свойства волокна для дисперсного армирования, которые зависят от технологических условий их изготовления и были исследованы щелочестойкость волокна. Получены данные о прочностных показателях стеклофибробетона с пластифицирующими добавками.

Ключевые слова: дисперсное армирование, щелочестойкость, стеклофибробетон

DEVELOPMENT OF GLASS FIBER CONCRETE WITH PLASTICIZING ADMIXTURE

Rakhmetov Irgali Sagnovich, Kozlov Nikolai Alekseevich,
Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Russia,
e-mail: sagnrahmetov@mail.ru, kozlovnikolai@rambler.ru

Abstract: In this paper, the issues of technology of production, composition of dispersion-reinforced concrete, as well as physical and mechanical properties are investigated. The physical and mechanical properties of the fiber for dispersed reinforcement, which depend on the technological conditions of their manufacture, and the alkali resistance of the fiber were investigated. The data on the tensile strength for bending and compression of glass fiber concrete were obtained, with plasticizing admixture.

Keywords: disperse reinforcement, alkali resistance, glass fiber concrete

В строительстве все чаще решают задачи по повышению эффективности строительного производства, снижению стоимости материалов, и при этом сохранением и улучшением технологических, физико-механических и конструкционных свойств, а также уменьшения трудоемкости технологического процесса и рационального использования материальных и энергетических ресурсов.

Решение данных задач требует применения новых, прогрессивных решений, таких как объемное армирование волокнами различных по природе материалов. Для армирования используют различные виды волокон, имеющих металлическое, неметаллическое, органическое и природное происхождение. Названия такому бетону дают в зависимости от

волокон, используемых в его составе - фиброармированный бетон, сталефибробетон, стеклофибробетон и т.д.

Популярность использования таких видов бетонов возрастает за счет использования в них искусственных волокон, как основосоставляющих материалов. Такой интерес вызван стремлением значительно повысить прочность на трещиностойкость, растяжение, ударную вязкость бетонных материалов, при этом происходит экономия других, более дорогих составляющих. А требования современного строительства в получении более прочных эффективных армированных конструкций еще более подогревают интерес строительных организаций в получении такого выгодного во многих планах материала.

Армирование стеклянными фибрами изменяет свойства материала. С добавлением стеклянных волокон образуется новый композит - стеклофибробетон. Его свойства зависят от множества факторов, касающихся типа самой фибры, содержания ее в композите, соотношения параметров волокон (форм размеров сечения, длины) и структуры бетонной матрицы, а также уровня дисперсности, волокон.

Результаты выполненных исследований [6-7] позволяют утверждать, что на свойства цементных композитов большую роль оказывают применяемые модификаторы и добавки. Изучение физико-механических свойств стеклофибробетона позволили установить, что среди многочисленных факторов, оказывающих влияние на характеристики и свойства материала, наиболее существенными являются: водовяжущее отношение, активность вяжущего, концентрация и вид фибры в нем[1].

Исследования проводились в бетонах с одинаковым водовяжущим соотношением и объема стеклофибры, в лаборатории кафедры «Строительные материалы и технологии». Для приготовления стеклофибробетона применялись следующие компоненты:

– Стеклянная фибра HUATEK NEW MATERIAL INC;
– Портландцемент белый 1-500-Д0 производства ADANA CIMENTO Турция;
– Песок кварцевый фракционированный, марка МДФ2 (0,4-0,1);
– Пластификатор Хидетал ГП-9, принимался в количестве 1% от массы вяжущего.

Характеристики щелочестойкого волокна:

– Объемное содержание фибры принималось равным: 2%;
– Длина волокон 15мм и 25мм.

Стекловолокно, заполнитель и цемент смешивались в лабораторных условиях до получения смеси, затем добавляли необходимое количество воды, до получения однородной массы, В/Ц было неизменным и составляло 0,5. Далее изготавливались образцы – балочки размером 40х40х160 мм. Испытания образцов проводились в возрасте 7 и 28 суток.

Разработанные составы стеклофибробетона и их свойства представлены в таблице 1.

Таблица 1. Состав и свойства бетонной смеси

№ состава	Цемент, г	Песок, г	Пластификатор, %	Кол-во фибры, %	Длина Волокн, мм	Подвижность, мм	Предел прочности при изгибе, $R_{изг}$,		Предел прочности при сжатие, $R_{сж}$,	
							7 сут. МПа	28 сут. МПа	7 сут. МПа	28 сут. МПа
1	750	1500	-	2	15	116	3,21	3,67	30,86	36,5
2					25	114	3,75	3,81	31,36	33,4
3			1		15	110	3,62	4,36	31,58	38,54
4					25	108	3,94	5,19	32,27	41,38

Рис. 1. Испытания стеклофибробетона (определение предела прочности на сжатие)

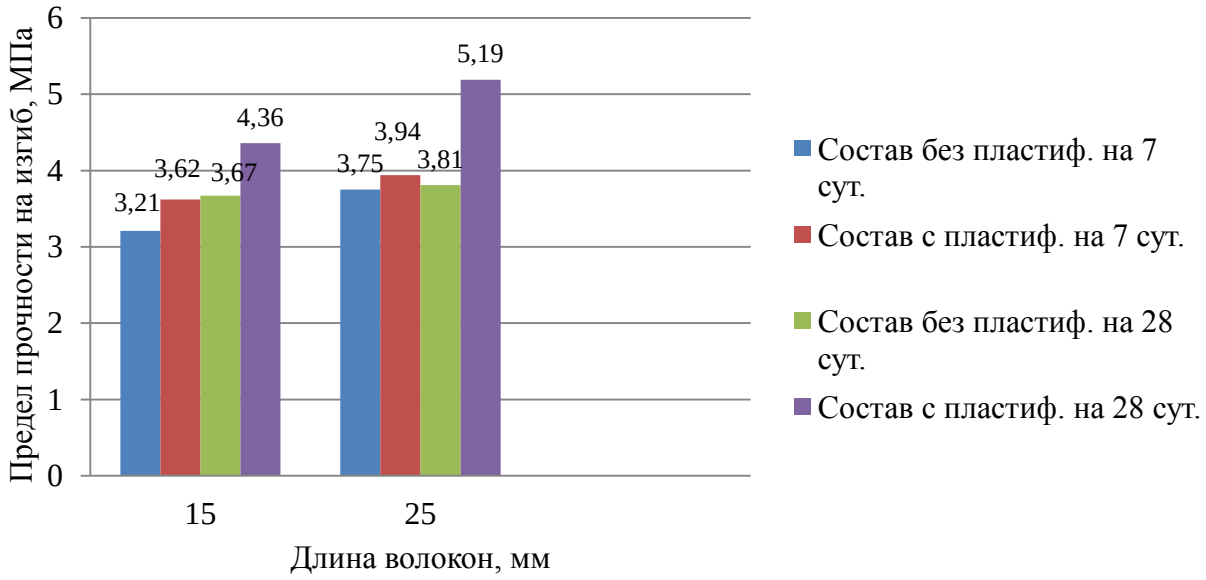


Рис.2. Предел прочности на изгиб в возрасте 7 и 28 суток

Из предоставленных данных следует, что при введении стекловолокна в количестве 2% от массы смеси, длиной волокон 25 мм и пластификатора предел прочности при изгибе в возрасте 7 и 28 суток образцов состава №4 имеет самые высокие показатели, следует отметить, сохранение подвижности смеси. При использовании фибры длиной волокн 15 мм и без добавления пластификатора образцы показали, наименьшие значения, состав №1. В графическом виде характеристики составов представлены на рис. 2.

Анализ данных по пределу прочности на сжатие, выявил повышение прочностных характеристик особенно на 28 сутки твердения, у образцов с применением стекловолокна длинной 25 мм и с добавлением пластификатора. Данные зависимости представлены на рис.3.

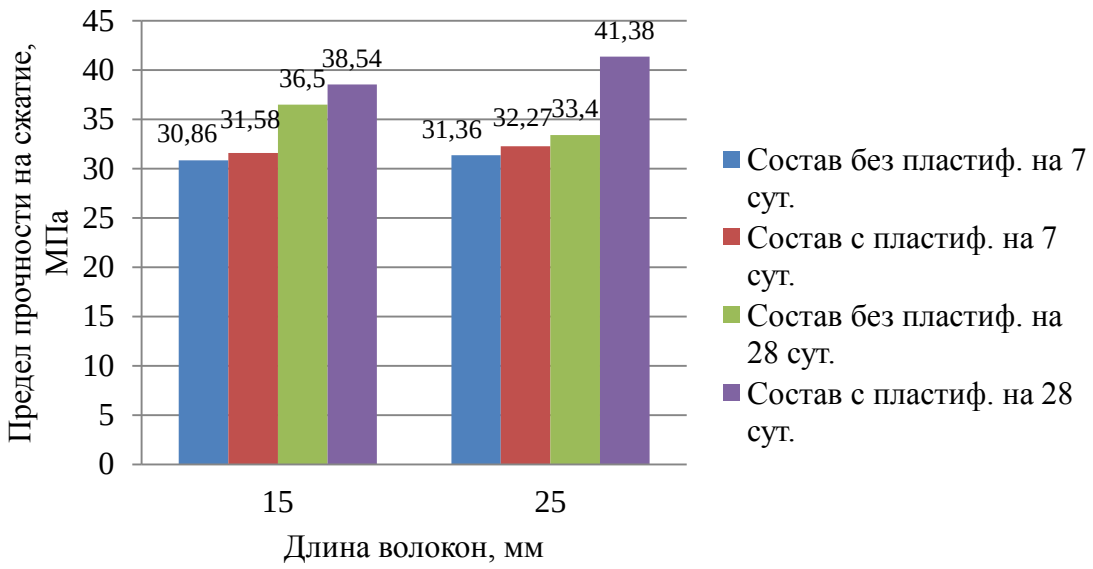


Рис.3 Предел прочности на сжатие в возрасте 7 и 28 суток

Полученные данные дают наглядное представление о влиянии органических добавок пластификаторов на прочностные и технологические показатели.

Для использования стекловолокна в комплексе с органическими добавками модификаторами в составе стеклофибробетона и применения их в строительстве необходимо на стадии проектирования и производства учесть условия работы конструкции, а также влияние окружающей среды.

Для прогнозирования деструктивных процессов фибры в структуре стеклофибробетона в лаборатории кафедры «Строительные материалы и технологии» проведены испытания щелочестойкости образцов стеклоровинга, производства компании HUATEK NEW MATERIAL INC., с содержанием оксида циркония 14,9%.

Определение щелочестойкости стекловолокон проводилось под воздействием 10% раствора NaOH (гидроксида натрия) и 10% раствора $Ca(OH)_2$ (гидроксида кальция) при комнатной температуре 25°С в течение

24 часов. После стекловолокна промывались дистиллированной водой, высушивались при температуре 80°С в течение 24 часов и подвергались кондиционированию в тех же условиях.

В результате проведения испытаний установлено, что потеря массы под воздействием 10% раствора гидроксида натрия NaOH для образца стеклоровинга с содержанием диоксида циркония 14,9% составила 1,25%, а под воздействием 10% раствора гидроксида кальция $Na(OH)_2$ составила 0,5%, что соответствует требованиям ГОСТ[4].

Таким образом, разработанные составы стеклофибробетона с пластифицирующими добавками позволяют спрогнозировать достаточно длительный срок эксплуатации, а также высокие эксплуатационные характеристики композиционных материалов. Применение пластифицирующих добавок позволяет повысить эффективность производства дисперно-армированных материалов, в том числе таких как стеклофибробетон, а также снизить стоимость бетона за счет снижения расхода вяжущего с сохранением технологических, физико-механических и конструкционных показателей.

Список литературы

1. Рабинович, Ф. Н. Композиты на основе дисперсно-армированных бетонов. Вопросы теории и проектирования, технология, конструкции: монография // Ф. Н. Рабинович. - М.: Изд-во АСВ, 2004. - 560 с.

2. Рабинович Ф.Н. Бетоны, дисперсно-армированные волокнами // ВНИИЭСМ. - М. - 1976. - 73с.

3. Пухаренко Ю.В Научные и практические основы формирования структуры и свойств фибробетонов.

4. ГОСТ 10134.3-82 Стекло неорганическое и стеклокристаллические материалы. Метод определения щелочестойкости.

5. ВСН 56-97 «Проектирование и основные положения технологий производства фибробетонных конструкций»

6. Иващенко, Ю. Г. Модифицирующее действие органических добавок на цементные композиционные материалы [Текст] / Ю. Г. Иващенко, Д. К. Тимохин, А. В. Страхов // Вестник Саратовского государственного технического университета. - 2012. - № 68, Ч. 2. - С. 202-205.

7. Иващенко, Ю.Г. Органический пластификатор на основе отхода промышленности для строительных композитов [Электронный ресурс] / Ю.Г. Иващенко, Д.К. Тимохин, А.В. Страхов, С.А. Евстигнеев // Интернет-вестник ВолгГАСУ. - 2013. - № 2 (27). - С. 21. - Загл. с титул. экрана. - URL: http://elibrary.ru/contents.asp?issueid=1249312

УДК 691.311

ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБОВ НЕЙТРАЛИЗАЦИИ ПРИМЕСЕЙ ФОСФОГИПСА В ПРОИЗВОДСТВЕ СТРОИТЕЛЬНОГО ГИПСА

Рябчикова Ирина Олеговна, Козлов Николай Алексеевич, Ларькина Екатерина Андреевна

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., Россия, e-mail: ryabchikova.ir@gmail.com, kozlovnikolai@rambler.ru, Larkina.Katya@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются известные способы нейтрализации примесей в фосфогипсе.

Ключевые слова: фосфогипс, примеси, обработка, нейтрализация

RESEARCH OF WAYS TO NEUTRALIZE IMPURITIES OF PHOSPHOGYPSUM

Ryabchikova Irina Olegovna, Kozlov Nikolay Alekseevich, Larkina Ekaterina Andreevna

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Russia, e-mail: ryabchikova.ir@gmail.com, kozlovnikolai@rambler.ru, Larkina.Katya@mail.ru

Abstract. In article the known methods of neutralizing impurities in phosphogypsum are considered.

Keywords: phosphogypsum, impurity, processing, neutralization

Гипс является широко используемым материалом в промышленности, строительстве, ремонте, медицине, как скульптурный материал и т.д. В качестве перспективного сырья для получения гипсовых вяжущих материалов следует рассматривать гипсосодержащие отходы, одним из которых является фосфогипс. Это дополнительный существенный источник сырья для производства гипсовых вяжущих. В Саратовской области, в г. Балаково, на территории завода по производству фосфорсодержащих минеральных удобрений АО «Апатит» находится отвал фосфогипса, объём которого 84,5 млн.тонн. С каждым годом объёмы неиспользованного отхода производства только возрастают. Использование гипсосодержащих отходов, ежегодный объем которых во много раз превышает добычу природного гипсового сырья, позволит экономить природное гипсовое минеральное сырье и одновременно решать вопросы охраны окружающей среды.

Однако, фосфогипс содержит примеси неорганических и органических соединений, водно-растворимых и водно-нерастворимых, адсорбированных на поверхности кристаллов и встроенных в кристаллическую решетку. Вид и содержание примесей зависят в основном от использованного для сернокислотного разложения фосфата способа производства фосфорной кислоты и степени отмывки фосфогипса на фильтре. Присутствие примесей затрудняет использование фосфогипса. Поэтому следует стремиться снизить содержание в нем примесей в процессе производства фосфорной кислоты, либо подвергать фосфогипс предварительной обработке – удалению примесей или связыванию их в такие соединения, которые дают возможность достаточно эффективно его использовать. В первую очередь необходимо удаление или сведение к минимуму соединений, содержащих P_2O_5. Исследования дегидратации непромытого фосфогипса, проведенные в широком интервале его кислотности, показали, что основной причиной ухудшения вяжущих свойств является образование значительного количества ангидрита под влиянием кислых фосфатных и фтористых соединений. Вследствие этого использование фосфогипса в производстве гипсовых вяжущих требует введения ряда дополнительных технологических операций-нейтрализация, обогащение и сушки в сравнении с получением вяжущих из природного гипсового камня.

Технология переработки фосфогипса не нова [1], однако, существенные затраты на нейтрализацию фосфатных и фтористых соединений ограничивает его применение в нашей стране. Маркетинговое исследование показало, что на данный момент в мире существуют заводы, которые занимаются переработкой фосфогипса в гипсовое вяжущее. К числу таких заводов относятся: «Knauf», «AIR INDUSTRIES COMPANY», так же переработкой фосфогипса занимаются в Японии.

В Литовском НИИСиА(С.И, Стонис, А.И. Кукляускае, И.М.Бачаускане) разработан способ производства строительного гипса, в котором предусмотрена глубокая нейтрализация фосфогипса известью при интенсивном перемешивании, последующая фильтрация с помощью барабанного вакуум-фильтра. После этого отфильтрованный и нейтрализованный фосфогипс поступает на сушку в сушильный барабан, затем-в гипсоварочные котлы, где производится его дегидратация, с последующим использованием очищенного фосфогипса для производства строительного вяжущего.

Фирма Knauf предлагает три варианта производства вяжущих из фосфогипса в зависимости от области его дальнейшего использования.

По первому варианту загрязненный фосфогипс промывают и флотируют для удаления водорастворимых и твердых примесей

По второму варианту состав фосфогипса соответствует отношению ангидрита к полугидрату, равному 1/3 : 2/3. Стадия очистки от примесей

может быть той же, что и по I варианту; степень очистки можно снизить за счет уменьшения дозировки химических реагентов на стадии флотации.

Третий вариант разработан для получения полугидратнрго фосфогипса непосредственно в производстве экстракционной фосфорной кислоты. Так как полугидрат содержит намного меньше примесей по сравнению с дигидратом, то необходимость стадий его очистки как в 1 и 2 варианте отпадает.

Способы обогащения гипсосодержащих отходов зависят также от выбранной схемы производства гипсовых вяжущих. Фирмы Кнауф (ФРГ), Рон-Пулепк, Эр Индустри (Франция), некоторые японские изготовляют из фосфогипса полуводиый гипс и ангидрит открытым способом. Фирмы Джиулини (АО Бабкок-БШХ), Зальцгиттер (ФРГ) и ряд японских перерабатывают фосфогипс на высокопрочные гипсовые вяжущие автоклавным способом. Значительный интерес представляет гидротермальный (автоклавный) способ переработки фосфогипса на высокопрочное гипсовое вяжущее в жидкой среде. За рубежом такой способ разработан в ФРГ.

Литературный обзор показал, что в мире существуют заводы, которые успешно занимаются переработкой фосфогипса в гипсовое вяжущее. Однако, переработка фосфогипса осложняется присутствием в нём примесей, которые требуют введение ряда дополнительных операций, что в свою очередь энергозатратно, что снижает рентабельность производства, в том числе по этой причине переработка фосфогипса в Саратовской области, пока не развита.

Список литературы

1. Волженский А.В., Ферронская А.В. Гипсовые вяжущие и изделия. - М., 1974.-328 с.

2. Ферронская, А. В. Производство и применение гипсовых материалов и изделий. Терминологический словарь (основные термины и определения на русском и немецком языках) /; под ред. А. В. Ферронской. М.: Изд-во АСВ, 2006. 263 с.

3. Ахмедов М.А., Атакузиев Т.А. Фосфогипс. Исследование и применение/Ташкент: Фан, 1980. – 172 с.

4. Дворкин, Л. И. Строительные материалы из отходов промышленности: учебно-справ. пособие / Л. И. Дворкин, О. Л. Дворкин. Ростов н/Д: Феникс, 2007. 368 с

5. Иващенко, Ю.Г. Исследование свойств фосфогипсовых вяжущих матриц / Ю.Г. Иващенко, Н.Н. Фомина, М.М. Полянский // Ресурсоэнергоэффективные технологии в строительном комплексе: сб. науч. тр. по материалам V междунар. науч.-практ. конф., г. Саратов, 11 мая 2017 г. / СГТУ. - Саратов, 2017. - С. 161-165.

6. Страхов А. В. Производство гипсопуццоланового вяжущего повышенной водостойкости [Электронный ресурс] / А. В. Страхов, Ю.Г. Иващенко, Г.А. Корольков, С.А. Евстигнеев // Техническое регулирование в транспортном строительстве. - 2016. - № 2 (16). - с. 5. - URL: http://trts.esrae.ru/31-160

УДК 691:554.773.2

ГИДРОФИЗИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ГАЗОКЕРАМИКИ НА ОСНОВЕ ПРИРОДНЫХ СИЛИЦИТОВ (ОПОК)

Снадин Евгений Валерьевич, Береговой Виталий Александрович

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, Россия, e-mail: techbeton@pguas.ru

Аннотация. Приведены гидрофизические показатели ячеистой керамики плотностью 450…600 кг/м^3. Проведена оценка сорбционного увлажнения на теплопроводящие свойства силицитовой газокерамики.

Ключевые слова: влагопроводность, паропроницаемость, сорбционное увлажнение; теплопроводность; силицитовая керамика

HYDROPHYSICAL PROPERTIES OF CELL CERAMICS BASED ON NATURAL SILICITES (GAIZE)

Snadin Evgeny Valerievich, Beregovoi Vitaly Alexandrovich

Penza State University of Architecture and Construction, Russian, e-mail: techbeton@pguas.ru

Abstract. Hydrophysical parameters of cellular ceramics with density of 450...600 kg/m^3 are given. The assessment of sorption moisture on the heat-conducting properties of the materials studied.

Keywords: hydraulic conductivity, water vapor permeability, moisture sorption; thermal conductivity; silicites ceramics

Для поддержания необходимого микроклимата жилых помещений, стеновые строительные материалы должны быть воздухопроницаемы и отвечать заданным теплофизическим показателям. В рационально запроектированных конструкциях установившееся влагосодержание строительных материалов должно быть близким к воздушно-сухому состоянию и незначительно варьироваться в различные периоды года, что является гарантией сохранения их эксплуатационных качеств и долговечности конструкции [1, 2].

Согласно действующим требованиям теплопроводность строительных материалов нормируется в сухом состоянии, а также для условий эксплуатации А и Б при относительной влажности окружающего воздуха соответственно 80 и 97 %.

С целью оценки сорбционной способности газокерамики, разработанной нами [3, 4], был поставлен эксперимент. Определение максимального сорбционного увлажнения образцов проводили по ГОСТ 24816. Высушенные до постоянной массы образцы 10×10×2 см помещались в эксикаторы, в которых создавалась относительная влажность в 60%, 75%,

80% и 97%. По разности масс материала в сухом состоянии и в состоянии равновесного влагосодержания определяли влажность материала. Результаты экспериментов приведены на рисунке 1.

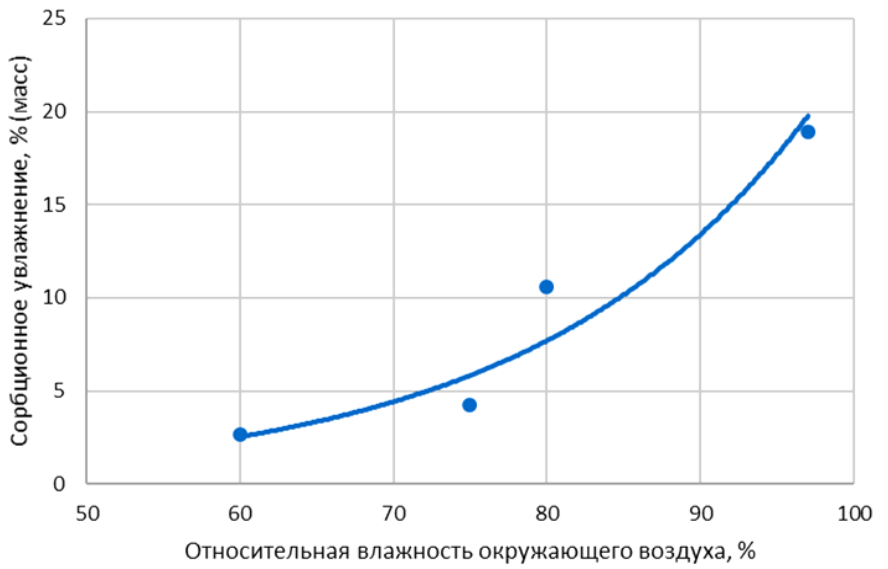


Рис.1. Влияние влажности окружающего воздуха на сорбционное увлажнение газокерамики плотностью 450 кг/м^3

Анализ данных позволяет сделать вывод, что при относительной влажности воздуха 97 % максимальное сорбционное увлажнение ячеистой керамики не превышает 19%.

По достижении образцами равновесной влажности, определяли их коэффициент теплопроводности. Согласно полученным данным, установлено следующее соотношение между влажностью и коэффициентом теплопроводности исследуемого материала: при w=0% $\rightarrow$ λ = 0,0925 Вт/(м·^{o}С); при w=75% $\rightarrow$ λ = 0,119 Вт/(м·^{o}С); при w=80% $\rightarrow$ λ = 0,137 Вт/(м·^{o}С).

Средняя величина приращения коэффициента теплопроводности на 1 % сорбционного увлажнения для силицитовой газокерамики составляет $5{,}28 \cdot 10^{-3}$ Вт/(м·^{o}С).

Изотермический коэффициент влагопроводности определяли согласно ГОСТ Р 56504-2015 «Материалы строительные. Методы определения коэффициентов влагопроводности». Коэффициент влагопроводности определяли на образцах размером 140×50×50 мм, при температуре среды 20°С.

Зависимости коэффициентов изотермической влагопроводности в зависимости от влажности газокерамики приведены на рисунке 2.

Результаты экспериментальных исследований влагопроводности показали, что пороговая влажность ($W_п$), соответствующая началу интенсивного массопереноса в образцах, зависит от их плотности (при ρ=500 кг/м^3 $\rightarrow W_п$=18%; при ρ=700 кг/м$^3 \rightarrow W_п$ =14%; при ρ=900 кг/м$^3 \rightarrow$

$W_п$=7,5%). Таким образом установлено, что процесс перемещения влаги в образцах с большой плотностью начинается при меньших значения их влажности. Это связано с тем, что массоперенос осуществляется за счет капиллярных сил [5], а газокерамика с большей средней плотностью имеет увеличенные межпоровые перегородки и более развитую капиллярную сеть [6].

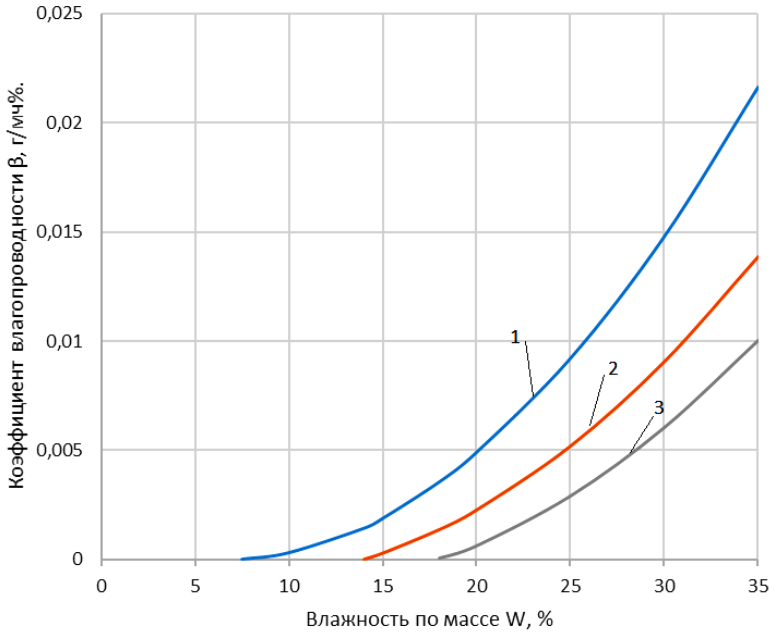


Рис.2 Коэффициенты изотермической влагопроводности для газокерамики плотностью, кг/м^3: 1 – 900; 2 – 700; 3 –500

Для нахождения коэффициента паропроницаемости определяли количество водяных паров, прошедших через образец толщиной δ, за время t при температуре 18…20 °С через 1 см^2 поверхности покрытия в соответствие с ГОСТ 25898-2012. Образцы для испытаний имели размеры 10×10×2 см. Подготовленные образцы устанавливали в верхней части контейнера с дистиллированной водой, края герметизировались герметиком (рис. 3). Контейнер взвешивали на аналитических весах и помещали в эксикатор, с относительной влажностью воздуха 60%. Периодические взвешивания продолжали до момента, когда устанавливался стационарный поток пара.

Рис. 3 Образец газокерамики для определения коэффициента паропроницания

Согласно полученным экспериментальным данным коэффициент паропроницаемости для газокерамики плотностью 450 кг/м^3 составляет 0,24 мг/(м·ч·Па).

Таким образом, максимальное сорбционное увлажнение газокерамики на основе природных силицитов не превышает 20 %. Средняя величина приращения коэффициента теплопроводности на 1 % сорбционного увлажнения для силицитовой газокерамики составляет $5{,}28 \cdot 10^{-3}$ Вт/(м·^{0}С). По показателю теплопроводности пористая силицитовая керамика превосходит существующие промышленные аналоги из традиционной глины.

Список литературы

1. Майзель, И.Л. Технология теплоизоляционных материалов/ И.Л. Майзель, В.Г. Сандлер. – М.: Высшая школа, 1988. – 239 с.
2. Горлов Ю.П. Технология теплоизоляционных и акустических материалов и изделий /Ю.П. Горлов. – М.: Высш. шк., 1989.– 384 с
3. Береговой В.А. Строительные материалы на основе минерализованных пен. – Пенза: ПГУАС, 2018. – 132 с.
4. Береговой, В.А. Применение природных силицитов в технологии ячеистой керамики / В.А.Береговой, Е.В. Снадин //Известия вузов. Строительство, № 2, 2018, – с 13-21
5. Ильинский В. М. Строительная теплофизика. // М.: Высшая школа, 1974. – 320 с.
6. Beregovoi,V.A. Lightweight Ceramic Materials with Increased Strength Based on Microporous Silicates/V.A Beregovoi, A.M. Beregovoi //Solid State Phenomena, Vol. 284, 2018 – pp. 90-94.

УДК 691

ИННОВАЦИОННОЕ ЗНАЧЕНИЕ ПРИРОДОПОДОБНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СТРОИТЕЛЬНОМ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИИ

Стенина Нина Георгиевна

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин), Россия, e-mail: stenina@yandex.ru

Аннотация. Геологический процесс литификации является природной моделью твердения в технологической системе C–S–H. Механизмы консолидации в этой системе раскрываются с точки зрения концепции аква-комплекса [$2SiO_3$–OH_2–$M^{n+}2M^{m+}O`_4$], универсальной кристаллохимической ячейки минерального вещества, ответственной за его эволюцию. С этой точки зрения рассмотрены особые свойства бетона, в частности, природа явления «конфликт скала-бетон». Необычное поведение бетона в природных условиях обусловлено искусственным соединением в этом материале Ca и Si, антагонистов по отношению к связыванию с водой в единой структуре аква-комплекса. В качестве доказательства приведен пример обрушения моста Моранди (Генуя, Италия, 2018г.)

Ключевые слова: литификация, бетон, «конфликт скала-бетон», мост Моранди (Генуя, Италия)

INNOVATIVE BASIS OF NATURE-LIKE TECHNOLOGIES IN CONSTRUCTION MATERIAL SCIENCE

Stenina Nina Georgievna

Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering (Sibstrin), Russia, e-mail: ,stenina@yandex.ru

Abstract. Process of lithifaction is a natural model of solidification in the technological C–S–H system. Mechanisms of consolidation in this system are unraveled in terms of the concept of the aqua-complex $[2SiO_3–OH_2–M^{n+}2M^{m+}O`_4]$. *It is established as a universal crystallochemical unit of mineral matter responsible for its evolution. The special properties of concrete, specifically, the nature of the phenomenon of "rock-concrete conflict"is considered from this viewpoint. Unusual behavior of concrete in natural conditions is caused by the artificial coupling of* ***Ca*** *and* ***Si****, which are antagonists in relation to their binding with water in the single structure of the aqua-complex. The case of the collapse of Morandi Bridge (Italy, Genoa, 2018) is given as evidence.*

Key words: lithifaction, concrete, "rock-concrete conflict", Morandi Bridge (Genoa, Italy)

Основой производства строительных материалов (бетон и др.) являются физико-химические процессы, происходящие при взаимодействии тонкодисперсных известково-силикатных минеральных компонентов с водой (система C–S–H). Несмотря на длительный опыт использования этой технологии, природа твердения остается до н.в. неясной. Очевидно, что повышение эксплуатационных качеств строительных материалов прямо зависит от решения этой проблемы.

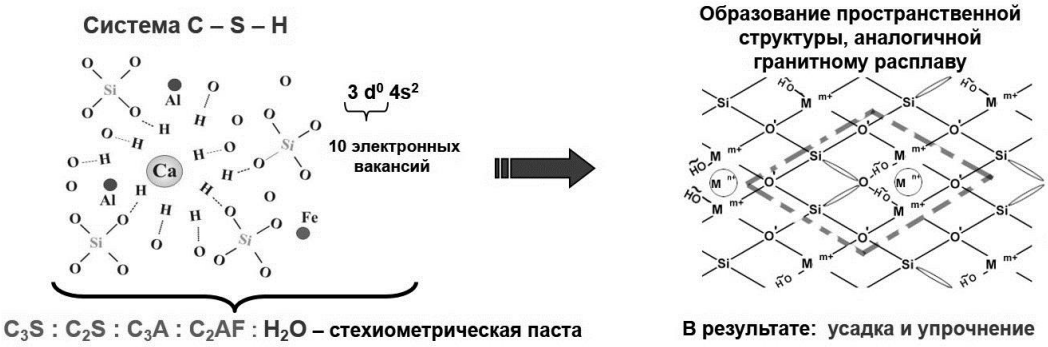
Геологический процесс литификации (окаменения рыхлых осадочных пород) является аналогом процессов, происходящих в C–S–H системе. Поэтому литификация является природной моделью производства строительных монолитов.

Этот процесс происходит в 3 стадии. На первой (Рис. 1а) − происходит механическое уплотнение и консолидация рыхлых осадочных пород. После этого начинается химическое взаимодействие между силикатными и известковыми минеральными фазами, при котором происходят твердофазовые минеральные реакции с участием воды. В результате образуются твердые породы, имеющие сланцеватую структуру (Рис. 1б). В итоге дальнейшего метаморфизма, образуются граниты, высокопрочные скальные породы (Рис. 1в). Вода является неизменным участником этих процессов, присутствуя в минеральном веществе на стадиях метаморфизма и гранитизации в скрытом виде.

а) б) в)

Рис.1 Литификация (окаменение) рыхлых осадочных пород в природе: а – преобразование щебень - песчано - глинистого субстрата в сланцы, б – консолидация и метаморфизм сланцев, в – образование гранитов

С этой точки зрения литификация является природной моделью процессов, происходящих в технологической системе C–S–H. На первой стадии (Рис. 2а) происходит гидратация искусственно полученных силикатов кальция, клинкерных минералов цемента: алита и др. На второй стадии имеет место упорядочение структурных элементов в протонированной [1] матрице клинкерных минералов, в результате чего образуется пространственная структура, подобная граниту (Рис. 2б).



а б

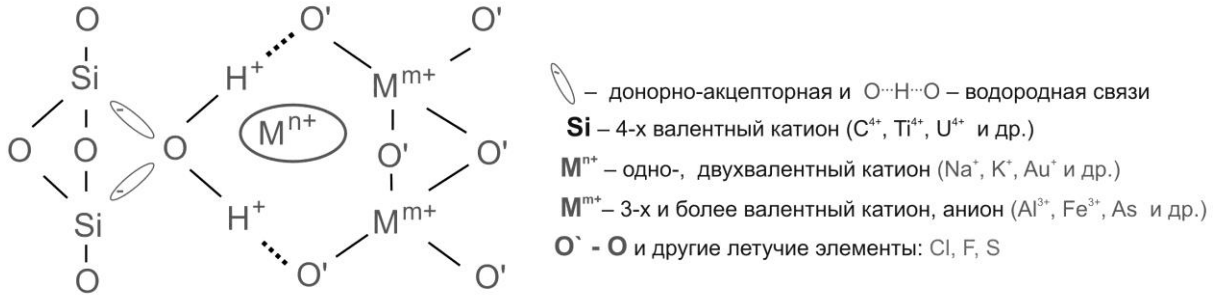
Рис.2 Образование строительного монолита а − гидратация алита, б − упорядочение в протонированной структуре алита и образование 3D структуры, подобной граниту

Однако литификация, как геологический процесс, длится миллионы лет, а производство строительного монолита – несколько дней. Поэтому главным их отличием является то, что природа не использует цемент в качестве основного вяжущего реагента. При этом общей фундаментальной основой природного и искусственного процесса «литификации» является физико-химическая природа взаимодействия воды с твердыми минеральными фазами.

В длительной истории изучения этой проблемы наиболее заметными являются подходы, известные как кристаллизационная теория твердения (Ле-Шателье, 1887 г.) и коллоидная теория В. Михаэлиса (1893 г.). А. А. Байков объединил эти представления на новом уровне [1]. В его теории твердения рассматривается образование продуктов гидратации в твердом состоянии. Эта теория известна под названием «теория протонирования»,

т.к. она предполагает миграцию ионов водорода (протонов) в объем твердых частиц клинкерных минералов (силикатов кальция) цемента. Однако, несмотря на длительность изучения проблемы твердения и различные подходы к ее решению, общепризнанной теории, которая могла бы дать исчерпывающее объяснение процессов консолидации и твердения в водно-минеральной системе, иначе – объяснить природу вяжущих свойств при гидратации – вплоть до н.в. не существовало.

Такая же ситуация имела место и в геологии. Несмотря на то, что все процессы минерало-образования и -преобразования, наиболее распространенным из которых является метаморфизм, происходят с неизменным участием воды, механизм ее связывания в твердом минеральном веществе и роль в процессах структурно-химического изменения пород оставался до недавнего времени неясным.



Ca (также **Sr** и **Ba) не входит в структуру аква-комплекса!**

Рис. 3 Кристаллохимическая модель аква-комплекса

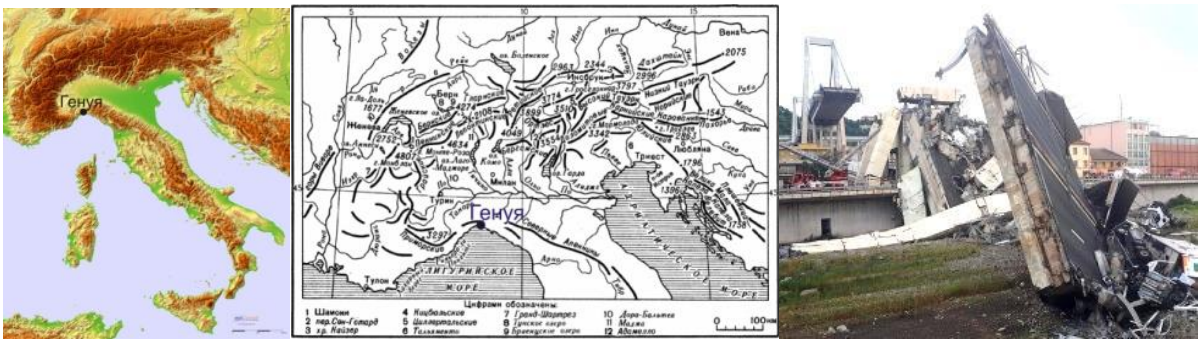
Решением проблемы является ава-комплекс [$2SiO_3$–OH_2–$M^{n+}2M^{m+}O`_4$], установленный в результате многолетних исследований взаимодействия воды с минеральным веществом [2, 3].

Кристаллохимическая модель аква-комплекса (Рис. 3а) раскрывает механизм связывания воды в алюмосиликатном минеральном веществе. Аква-комплекс является универсальной кристаллохимической ячейкой, из которой могут быть получены, без исключения, все минералы и которая играет фундаментальную роль в эволюции минерального вещества и в образовании месторождений полезных ископаемых [3].

Концепция аква-комплекса раскрывает механизм литификации, в котором Ca и Si играют ключевую роль в связывании тонкодисперсных минеральных компонентов в массивную скальную породу. В этом контексте находят объяснение вяжущие свойства клинкерных минералов цемента. Причиной является антагонизм кремния и кальция по отношению к связыванию с водой в структуре аква-комплекса. Si является его главным структурообразующим элементом, тогда как Ca, из-за особенностей своего электронного строения, не может входить в аква-комплекс. Искусственное получение минералов клинкера – соединение Ca и Si при высокой (≥ 1300˚) температуре − имеет своей целью получение единой фазы (система C – S). При гидратации клинкерных минералов происходит миграция протонов в

матрицу силикатов кальция (Рис. 2а). Из-за невозможности Са связаться с водой, вокруг него образуется атмосфера водородных связей, которые имеют энергетический потенциал [3]. Благодаря этому, в системе C–S–H начинает генерироваться энергия, которая обеспечивает связывание, затем − упорядочение ее структурных элементов (Рис. 2б). В этом процессе происходит объединение друг с другом минеральных микрочастиц гетерогенной системы. Данный механизм раскрывает особые свойства бетона как искусственного скального материала. Наиболее важными из них являются неожиданные разрушения дамб и других крупномасштабных бетонных сооружений. В связи с этим появился термин «конфликт скала-бетон». Концепция аква-комплекса дает объяснение этому феномену [5,6]. Бетон, из-за равномерного распределения Са, концентратора водородных связей, имеет, наподобие аккумулятора, значительную, но ограниченную энергоемкость. Благодаря этому он играет роль стока избыточной энергии внешней системы, но до определенного предела. При превышении этого порога, запасенная внутренняя энергия спонтанно высвобождается и материал взрывается.

Обрушение моста Моранди в Генуе 14 августа 2018г. (Рис. 4в) дает убедительное доказательство в пользу вышесказанного.



а б в

Рис. 4 Складчатые структуры Альп-Апеннин (а) и направления основных хребтов (б) (●– местоположение Генуи); обрушение моста Моранди (в)

Генуя расположена точно на стыке двух разнонаправленных тектонических структур: юго-западных Альп и северных Апеннин (Рис. 4а). Наибольший изгиб в этой точке тектонической структуры (Рис. 4б) обусловливает максимальные деформационные напряжения пород. Такая позиция в современных условиях нарастания тектонической активности обусловила критические деформационные напряжения в минеральном континууме, которые стали причиной разрушения моста (Рис. 4в).

«Конфликт скала-бетон» не имеет закономерного характера: не все дамбы и другие масштабные бетонные сооружения разрушаются при эксплуатации. Это зависит от типа пород в данном месте [5, 6]. Там, где они имеют преимущественно алюмосиликатный состав, техногенные

катастрофы не происходят. При высокой концентрации известковых пород (известняки, мраморы и др.), как это имеет место в Альпах, любая нештатная ситуация может привести к спонтанному выделению внутренней энергии бетона (взрыву).

Дело в том, что при высоком содержании кальция в породах минеральная среда не может конвертировать избыток энергии, т.к. Са препятствует образованию аква-комплексов – трансформаторов энергии в минеральной системе. В этом случае деформационные напряжения начинают аккумулироваться в бетонном объекте. Особенности катастрофы: спонтанный характер и масштаб разрушения моста − свидетельствуют о высвобождении огромной накопленной энергии. Ее генерация в искусственной C–S–H системе бетона обусловлена, по экспериментальным и геологическим [3] данным, природой водородных связей.

Таким образом, обрушение моста Моранди в Генуе является природной верификацией теории твердения, основанной на концепции аква-комплекса.

Список литературы

1. Байков А.А. Техн-экон. Вестник. 1923, Т.3, № 6−7, С. 206 −215

2. Stenina N.G. 2004. Water-related defects in quartz. Bulletin of Geosciences. 2004. V. 79, N4, P. 251−268

3. Stenina N.G. Evolution of the Mineral Matter of the Earth: Theory and Implications. Energy paradigm of geological processes. [Scientific electron book: www. steninageo.com] Novosibirsk: Academic Publishing House “GEO”, 2013, 414 p.

4. Стенина Н.Г. Строительная индустрия в свете решения проблемы связывания воды в силикатном веществе. 2014. Новосибирск: Изд-во НГАСУ (Сибстрин). 48с.

5. Стенина Н.Г. Ca/Si «гид» в строительном материаловедении. В сб. «Физико-химические процессы в строительном материаловедении. 2018. А.П. Пичугин (отв. редактор). Новосибирск: Изд-во НГАУ, С.11 – 16

УДК 691.32

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ДЕКОРАТИВНОГО БЕТОНА В ОТДЕЛКЕ ФАСАДОВ

Страхов Александр Владимирович, Лаушкина Анастасия Александровна

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., Россия, e-mail: strachov83@mail.ru, nastasjalausckina@mail.ru

Аннотация: В России проводятся обширные исследования по получению качественных облицовочных и отделочных материалов на основе бетонов. В последние годы требования к архитектурно-декоративному облику зданий заметно повысились. Все чаще возникает вопрос о несоответствии фасадов зданий и сооружений современным требованиям к архитектурной эстетике. Эту проблему нельзя решить только

использованием нестандартных композиционных приемов и декоративных деталей. Чтобы создать здания для современных условий, необходимы новые материалы и технологии.

Ключевые слова: декоративный бетон, структура, отделочные материалы, архитектура

PROSPECTS OF DECORATIVE CONCRETE APPLICATION IN FACADE FINISHES

Strachov Alexander Vladimirovich, Laushkina Anastasia Alexandrovna

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Russia,
e-mail: strachov83@mail.ru, nastasjalausckina@mail.ru

Abstract: In Russia, extensive studies are being conducted to obtain high-quality facing and finishing materials based on concrete. In recent years, the requirements for architectural and decorative appearance of buildings have increased markedly. Increasingly, the question arises about the inconsistency of the facades of buildings and structures with modern requirements for architectural aesthetics. This problem cannot be solved only by using non-standard compositional techniques and decorative details. To create buildings for modern conditions, new materials and technologies are needed.

Keywords: decorative concrete, structure, finishing materials, architecture.

В мире строительной индустрии происходят существенные изменения. Бетон стал доминировать, постепенно вытеснив кирпич и другие виды конструкционных строительных материалов. Простая и доступная технология изготовления бетона позволяет получать различные формы, что практически не ограничивает работу архитекторов в формообразовании.

Применяемые в настоящее время виды отделки фасадов не отличаются разнообразием – это покраска, различные варианты плитки и декоративный бетон. Их главный недостаток – невозможность сочетать широкий диапазон цветов, технологичность и долговечность. В целях решения данной проблемы в ЦНИИЭП жилища разрабатываются декоративные покрытия, состоящие из предварительно изготовленных декоративных ковров, в которых фактурный слой нанесен на гибкую основу. По этой технологии можно изготавливать любые декоративные панели и применять их при строительстве как малоэтажных зданий, так и высотных [1].

Для повышения художественной выразительности декоративных бетонов, применяют специальные техники, позволяющие обнажить заполнитель и выявить структуру бетона. В этом случае декоративный бетон может имитировать различные породы отделочных камней, например мрамор, или иметь оригинальную декоративную фактуру [2].

Оселковый мрамор – известный отделочный материал на основе гипсового вяжущего, имитирующий мрамор. В современном строительстве оптимальным вариантом считается изготовление плит из оселкового мрамора [3].

Недорогие материалы (белый силикатный кирпич) со временем теряют свои декоративные свойства, становясь серыми и блеклыми. Окрашенные обычными красками бетонные конструкции теряют свою особенность фактуры. Добавление пигментов в бетон позволяет достичь необходимого цветового решения, сохранив при этом фактуру бетона.

Новый композиционный материал, который получен на основе цемента с мелким наполнителем и стекловолокном называется стеклофибробетон. [4].

На сегодняшний день этот материал и технология получения в различных их вариациях защищены десятками охранных документов как на западе (Европа, США [5,6]), так и в России [7,8].

Образцы изготавливаются на заводе Штольберг, Германия, используются в оформлении медицинских учреждений, отделке стен внутри помещений и фасадов, материалов для мебели и т.д. [9].

Как правило, стеклофибробетон применяют в строительстве в основном с архитектурной точки зрения: колонны, декоративные поверхностные изделия и т. д.[10].

Стоит упомянуть о самоуплотняющемся архитектурно-декоративном бетоне, который так же является новейшим отделочным материалом. Он вытесняет отделочную керамику по причине возможности изготовления большеразмерных отделочных изделий не только плоской, но и изогнутой формы (3d) с плавным совмещением поверхностей. [11]

Люмобетон является отличным дополнением к производству отделочных материалов. Люмобетон – это светящиеся декоративные камни, применяемые так же и при отделке интерьеров помещений. Преимуществом материала является устойчивость к кислотной и щелочной среде, что определяет возможность его применения внутри и снаружи помещения [12].

Благодаря развитию широкого спектра техник облицовки возрастает интерес к отделке зданий бетоном, который сможет отразить индивидуальный характер здания.

Немецкая фирма Hering Architectural Concrete сочетает в себе использование инновационных материалов с многолетним опытом работы в сфере отделки зданий и сооружений.

Эффект, который должен достигаться с помощью использования фотобетона, создаётся контрастом хорошо вымытых участков с ровной поверхностью. Процесс основан на различном времени схватывания бетона.

Архитектурным бетонным поверхностям можно придать уникальный вид, отливая их с помощью особой опалубки. Для этого Hering использует готовую матричную опалубку

Еще одним интересным вариантом обработки архитектурного бетона является создание рельефов. Для их производства используют опалубку. Контраст можно усилить, используя различные способы обработки поверхности (подкисление, полировка).

Подкисленная поверхность достигается путем удаления верхнего слоя раствором кислоты. Удаляется только цементный слой, а полировка придает поверхности искусственный вид.

Можно получить разные «глубины окисления». Цвет поверхности в основном определяется самыми мелкими заполнителями в бетоне, поскольку более крупные заполнители подвергаются воздействию только в очень ограниченной степени.

Абразивоструйная обработка архитектурных бетонных поверхностей является очень распространенной технологией обработки.

Подобная обработка обнажает цветные структуры. В результате цвет поверхности предварительно изготовленной детали определяется наполнителем. Так как при этом процессе гранулы наполнителя частично разрушаются, поверхность кажется немного ярче.

Чрезвычайно представительно выглядят полированные бетонные поверхности. Благодаря взаимодействию ярких матриц и цветных наполнителей они дают уникальную и живую поверхность.

Существует светоотражающий бетон. Он сочетает в себе положительные свойства бетона (огнестойкость, прочность и т.д.) со свойством светоотражения.

Свойства светоотражающего бетона открывают широкие дизайнерские возможности в архитектуре, дизайне интерьера и продукции и в областях дорожного строительства (маркировка опасных зон таких как лестницы, бордюры, края платформы, туннельные проходы; в целях безопасности, а также для проектирования структурно интегрированных направляющих систем и новых компонентов поверхности (фасад, пол, потолок).

Интеграция стекла в бетон предлагает совершенно новый набор сценариев архитектурного дизайна.

Поставляемые стеклянные элементы (плоские или изогнутые) помещаются в форму и автоматически связываются со свежим бетоном, образуя единое целое.

Комбинируя цветное стекло и архитектурный бетон, проектировщики и архитекторы могут создать уникальную фасадную область, либо как цельностеклянное здание, то есть без видимого архитектурного бетона [13].

Применение декоративных бетонов направлено на повышение качества архитектурно-художественного облика зданий и сооружений. Все описанные способы создания декоративных бетонов допускают их совместное использование и комбинирование.

Исследования в области современных декоративных бетонов с точки зрения долговечности в различных условиях эксплуатации в России рассмотрены недостаточно широко и являются весьма актуальными. Разработка рационально подобранных составов декоративных бетонов позволит определить оптимальные области применения изделий на их основе и расширить архитектурно-декоративные свойства зданий и малых архитектурных форм.

Список литературы

1. Граник М.Ю., Дубынин Н.В. //Отделка крупнопанельных зданий декоративными коврами как средство повышения их архитектурного разнообразия. Жилищное строительство 2003 №3 с.35-37.
2. Марко Л.И. Сырье для декоративных бетонов. - М.: Стройиздат, 1983. – 174 с.
3. Кривенко В.В., Овчининский Д.В., Вайнштейн М.М., Бурьянов А.Ф., Гончаров Ю.А. // Оселковый мрамор; древние традиции и современные технологии. Строительные материалы 2008. № 8. с. 16-18.
4. Интернет-сайт «Archi.ru» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://archi.ru/tech/news_53822.html /.– (Дата обращения: 15.01.2019).
5. Павлушкина Н.М. Химическая технология стекла и ситаллов: Учебник для вузов//.– М.: Стройиздат, 1983. 432 с.
6. Несветаева Г.В. //Строительные материалы: учебно-справочное пособие. –Изд. Феликс, 2007. – 620 с.
7. Аппен А.А. // Химия стекла (1974) 352 с.
8. Барабанщиков Ю.Г. Архарова А.А. Терновский М.В. Бетон с пониженной усадкой и ползучестью // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2014. № 7. С. 52-165.
9. Югов А.М., Мусорина Т.А., Соколов Б.В., Агишев К.Н. Прозрачный бетон в строительстве зданий и сооружений // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2015. №11. С. 1-3.
10. Козлов С.Д., Зенов В.С., Матюхина М.А. К вопросу о необходимости применения стеклофбробетона.// Устойчивое развитие науки и образования. 2017. № 7. С. 83.
11. Калашников В.И., Суздальцев О.В., Мороз М.Н. Пауск В.В. // Морозостойкость окрашенных архитектурно-декоративных порошково-активированных песчаных бетонов. Строительные материалы. 2015. № 3. С.16.
12. Кукарина Е.Е., Зорина М.А., Астафьева Н.С. Производство люмобетона – уникальная технология изготовления светящихся камней // Научный электронный журнал «Матрица научного познания». 2018. №7. С. 24-28.
13. Интернет-сайт «Herig Architectural Concrete» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.heringinternational.com/en/products-services/architectural-concrete/ – (Дата обращения: 15.01.2019).

УДК 691.175.5/.8

ПЛАСТМАССЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Ступивцев Андрей Владимирович

Московский государственный строительный университет, Россия,
e-mail: Legolases@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрена пластмасса в строительной сфере, её положительные и отрицательные свойства при применении в качестве строительных материалов. Рассмотрена возможность замены используемых строительных материалов на полимерные аналоги.

Ключевые слова: пластиковые массы, пластмасса, строительство, строительные материалы, полимерная арматура

PLASTICS IN CONSTRUCTION

Stupivtsev Andrey Vladimirovich

Moscow State University of Civil Engineering, Russia,
e-mail: Legolases@mail.ru

Abstract. The article deals with plastic products in the construction industry. Consideration of the possibility of replacing building materials with polymer counterparts.

Keywords: plastics, construction, building materials, polymer fittings

Пластиковые массы (пластмассы) – органический материал, получаемый искусственным путём. Данный вид материала впервые был получен в 1855 году и дойдя до наших времён получил широкое распространение во многих промышленных и бытовых сферах человеческой деятельности. Пластмассы довольно легки и дёшевы в получение, что доказывается их широким распространением в повседневных бытовых изделиях – игрушках, одноразовой посуде, пакетах и т.д. И, учитывая относительно недавнее открытие этого материала, оно позиционируется, как новое и современное, что приводит к идее внедрения её во все сферы деятельности, в том числе и при строительстве зданий и сооружений [1].

Применение пластмасс в строительстве не ново, в России уже разработали и приняли ГОСТ 31938-2012 «Арматура композитная полимерная для армирования бетонных конструкций» от 2014 года на полимерную арматуру, в состав которой могут входить пластмассы. Кроме исходных материала, пластмассы применяется в готовых изделиях – стеклопакетах, облицовочных изделиях, водопроводных трубах. Учитывая, что данный материал уже применяется в строительстве, есть смысл рассмотреть расширение сферы их применения [2].

Для этого рассмотрим положительные и отрицательные качества, влияющие на их пригодность в строительной сфере:

Положительные качества:

– малый относительный вес;

– высокая плотность, более 1000кг/м^3, для сравнения, плотность пустотелого кирпича составляет около 1500кг/м^3;

– высокая гибкость, примерно в 10 раз гибче стали;

– долговечность, период разложения пластика составляет около 100лет, что позволяет применять его в строительных конструкция со II степенью долговечности;

– высокая химическая инертность;

– экономичность, пригодность к повторному использованию и переработке и т.д.

Отрицательные качества:

– малая огнестойкость, появление текучести при относительно малых температурах;

– выделение опасных для жизни химических испарений при горении;
– не подвергается изгибу на строительной площадке и т.д.

Отдельно рассмотрим способность пластика к сварке. Данный тип соединения встречается при установке полипропиленовых труб в современных домах и напоминает процесс сварки металлов, в котором так же происходит переход агрегатного состояния рабочего тела в жидкое с последующем перемешиванием соединяемых кромок и их затвердеванием в едином неразрывном соединении. Способность пластика к сварке сильно расширяет возможность его использовании в строительстве.

Для лучше понимания преимуществ пластмассовых изделий над уже применяемыми в строительной сфере, проведём сравнение широко применяемой стальной арматуры с полимерной. При замене армирования стальной арматурой на полимерную, у бетонной конструкции предполагается уменьшение массы готового изделия и всеми вытекающими из этого последствиями – разгрузка фундамента, несущих стен и т.д., что приведёт к уменьшению конечной стоимости готового изделия. Кроме того, увеличится способность армированного бетона к изгибу по первому предельному состоянию. Суммарная стоимость уменьшится и из-за логистических составляющих – перевозка возможна не только в привычном вытянутом виде, но и скрученной, в «бобинах». К тому же, в отличии от стальной, полимерная арматура химически более инертна и не подвержена коррозии [2].

При вспенивании, пластик образует изоляционные материалы, к примеру, поливинилхлоридные вспененные листы, способные обеспечить тепло- и звукоизоляцию.

Пластмассы считаются универсальным материалом – это связано со способом их производства. При их замешивании возможно добавление различного рода примесей, регулирующих их свойства. Кроме того, он выступает в качестве составных частей композитных изделий. А при производстве отдельных пластмассовых изделий универсальность проявляется в возможности формировать их сложных геометрических форм [3].

С экологической точки зрения, пластмассы так же имеют свои плюсы. Несмотря на очень большой срок разложения, он хорошо поддаётся переработке для повторного использования и при сносе старых зданий и сооружений, вся используемая пластмасса может быть переплавлена для возведения нового здания.

Несмотря на вышеперечисленные положительные свойства пластиковых масс, они занимают относительно небольшую долю в строительной сфере. В дальнейших исследованиях предполагается подробно изучить описанные положительные и отрицательные качества пластмассы и изделий из неё, уточнение конкретных значений этих свойств для стандартизации использования пластмассы в строительстве и её популяризации. Стоит рассмотреть идею возведения сооружения с несущими конструкциями из материалов на основе пластиковых масс.

Список литературы

1. Казымов, Э.А. Применение пластмассы в строительных конструкциях / Казымов Э. А., Майоров А. В., Бестужев С. П.
2. ГОСТ 14359-69 Пластмассы. Методы механических испытаний. Общие требования.
3. ГОСТ 31938-2012 «Арматура композитная полимерная для армирования бетонных конструкций»

УДК: 691.542

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ГИДРОАЛЮМИНАТНЫХ ФАЗ ЦЕМЕНТНОГО КАМНЯ С ИЗОМЕРНЫМИ ПОЛИОЛАМИ

Шошин Евгений Александрович

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., Россия, e-mail: shoshin234@mail.ru

Аннотация. С расширением практики применения полимерных пластифицирующих добавок поликарбоксилатного типа обнаружилась их способность образовывать соединения включения с гидроалюминатными фазами цементного камня. Эта способность связана, в том числе, с наличием в структуре поликарбоксилатных эфиров значительного числа ОН-групп. В статье рассматривается возможность интеркаляции низкомолекулярных полиолов в структуры цементного камня с учетом пространственного строения их молекулярного скелета. Оценку возможности проводили по характеру экстракции полиолов из продуктов гидратации цемента, термообработанных при различных температурах.

Ключевые слова: цемент, продукты гидратации, полиолы, экстракция

INTERACTION OF THE HYDROALUMINATE PHASES OF THE CEMENT STONE WITH ISOMERIC POLYOLES

Shosin Evgeny Alexandrovich

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Russia, e-mail: shoshin234@mail.ru

Abstract. The structure of polycarboxylate plasticizers contains a significant number of OH-groups. The presence of a large number of hydroxyl groups causes the effects of polymer intercalation into the structure of hydroaluminate phases of the cement stone. The article studies the possibility of intercalation of low molecular weight polyols into cement stone structures, taking into account the spatial structure of their molecular skeleton. The assessment of the possibility was carried out according to the nature of the extraction of polyols from the products of cement hydration, heat-treated at different temperatures.

Keywords: cement, hydration products, polyols, extraction

Химические добавки для цементных систем стали неотъемлемой частью производства цементных строительных материалов. Все большую популярность приобретают пластифицирующие добавки

поликарбоксилатного типа в молекулярной структуре которых присутствуют гидроксильные группы. Высокая гидрофильность коллоидной системы, какой является цементная система на начальных этапах структурообразования, предполагает высокую вероятность встраивания гидроксильных групп пластификатора в гидратные оболочки коллоидных частиц с образованием гидратных комплексов различной устойчивости. Механизм развития указанных процессов в различных системах и возможности их практического использования приведены в работах [1-6]. Однако основное внимание авторов акцентируется на полимерном компоненте системы как промотора эффектов интеркаляции. При этом возможности низкомолекулярных органических агентов содержащих несколько ОН-групп не рассматриваются. Чтобы оценить возможность эффектов интеркаляции низкомолекулярных органических агентов в структуру гидратных фаз цементного камня была изучена экстрагируемость моносахаридов из модифицированных гидратных фаз высушенных при различных температурах. Анализ результатов опирался на представления о Ленгмюровской адсорбции с учетом данных [7], согласно которым альдопентозы адсорбируются на поверхности гидросиликатов и гидроалюминатов аналогично обычным ПАВ: молекула моносахарида ориентируется относительно поверхности альдегидной группой моносахарида. В этом случае пространственная структура углевода на прочность адсорбционной связи влияния оказывать не будет, а экстракция во всех случаях будет проходить одинаково эффективно независимо от температуры предварительной сушки модифицированных образцов. Способность альдопентоз к окислению в щелочной среде [8] также не должна привести к существенным изменениям в характере экспериментальных данных.

В качестве модифицирующих углеводов использовались изомерные моносахариды рибоза, арабиноза и ксилоза. Оценка адсорбционной способности гидратных фаз цементного камня в отношении моносахаридов проводилась на основании результатов экстракции углеводов из модифицированных гидратных фаз цементного камня, высушенных при температурах 25 и 110 ℃ с последующим определением содержания углеводов в водных экстрактах фотоколориметрическим методом. В качестве вяжущего использовался портландцемент ЦЕМ I 42,5 Н ООО «Холсим (Рус)» ГОСТ 10178-85.

Содержание моносахаридов в экстрактах модифицированных гидратных фаз

Углевод	**Содержание углевода в экстрактах, мкг/100 мл (% от изначального расхода углевода)**	
	Сушка 25 ℃	**Сушка 110 ℃**
Арабиноза	2772 (1,54 %)	4770 (2,65 %)
Ксилоза	6516 (3,62 %)	5346 2,97 %)
Рибоза	3294 (1,83 %)	3816 (2,12 %)

Согласно экспериментальным данным (табл. 1) количество моносахаридов в экстрактах образцов модифицированных гидратных фаз высушенных при 25°С уменьшается в ряду ксилоза > рибоза ≥ арабиноза. При этом следует отметить, что количество экстрагируемых арабинозы и рибозы почти одинаково и вдвое ниже количества экстрагируемой ксилозы. После сушки модифицированных образцов при 110 °С указанная последовательность углеводов изменилась (ксилоза > арабиноза > рибоза), а содержание углеводов в экстрактах выровнялось.

Сушка гидратных фаз при повышенных температурах сопровождается их компактированием [7], уменьшением количества структурной воды и межплоскостных расстояний в кристалле. Вырождение экстрагируемости моносахаридов и увеличение средней концентрации углеводов в экстрактах в процессе компактизации гидратных фаз свидетельствует об изменении характера сил, определяющих адсорбцию, облечении процессов десорбции и о снижении влияния пространственного строения молекул углеводов на адсорбционно-десорбционное равновесие. Влияние температуры сушки на адсорбционно-десорбционное равновесие в системе «Углевод – Гидратные фазы» с учетом изменения дифференциации углеводов по структурному признаку указывает на присутствие эффекта вовлечения углеводов в межслоевое пространство гидратных фаз. В водонасыщенном состоянии гидратные фазы формируют рыхлые структуры, где компактные молекулы моносахаридов способны замещать воду в межслоевом пространстве гидрата, поддерживая молекулярную структуру гидросиликата/гидроалюмината. В этом случае пространственное расположение ОН-групп в молекуле углевода имеет решающее значение – наблюдается сильная дифференциация моносахаридов по их содержанию в экстрактах. После высокотемпературной сушки межслоевое пространство оказывается недостаточно просторным для расположения в нем моносахаридов – наблюдается вытеснение их на внешние поверхности кристаллов гидратов, где молекулы моносахаридов взаимодействуют с поверхностью по альдегидным/карбоксильным группам. В этом случае пространственное расположение ОН-групп в молекулах углеводов уже не имеет решающего значения – наблюдается выравнивание и увеличение средних концентраций экстрактов.

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о способности низкомолекулярных органических соединений, относящихся к группе полиолов, образовывать соединения включения аналогично высокомолекулярным поликарбоксилатным эфирам. Однако устойчивость таких соединений включения относительно низка и при повышении температуры они разрушаются с выделением углеводов на поверхность компактируемых фаз.

Список литературы

1. Johann Plank, Dai Zhimin, Helena Keller, Friedrich v. Hössle, Wolfgang Seidl. Fundamental mechanisms for polycarboxylate intercalation into C_3A hydrate phases and the role of sulfate present in cement // Cement and Concrete Research. 2010. №40. pp. 45–57. https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2009.08.013

2. Plank J., Dai Z., Andres P.R. Preparation and characterization of new Ca–Al–polycarboxylate layered double hydroxides.// Materials Letters. 2006. vol.60. pp. 3614–3617. https://doi.org/10.1016/j.matlet.2006.03.070

3. Plank J., Dai Z., Zouaoui N.. Novel hybrid materials obtained by intercalation of organic comb polymers into Ca–Al–LDH. // Journal of Physics and Chemistry of Solids. 2008. vol. 69. P.1048–1051. https://doi.org/10.1016/j.jpcs.2007.10.042

4. Kanchanason, V., Plank, J. Effectiveness of a calcium silicate hydrate – Polycarboxylate ether (C-S-H–PCE) nanocomposite on early strength development of fly ash cement // Construction and Building Materials. 2018. Vol. 169, pp. 20-27. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.01.053

5. N. Zou, J. Plank . Intercalation of cellulase enzyme into a hydrotalcite layer structure // Journal of Physics and Chemistry of Solids. 2015. vol. 76. pp. 34-39. https://doi.org/10.1016/j.jpcs.2014.08.005

6. V. Kanchanasona, J. Plank. Effect of calcium silicate hydrate – polycarboxylate ether (C-S-H–PCE) nanocomposite as accelerating admixture on early strength enhancement of slag and calcined clay blended cements // Cement and Concrete Research. 2019. vol. 119. pp. 44-50. https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2019.01.007

7. Smitha B. J., Rawala A., Funkhouser G. P., Roberts L. R., Gupta V., Israelachvilia J. N., Chmelka B. F. Origins of saccharide-dependent hydration at aluminate, silicate, and aluminosilicate surfaces // Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. 2011. vol. 108. № 22. pp. 8949-8954. http://dx.doi.org/10.1073/pnas.1104526108

8. Smitha B. J., Funkhouser G. P., Roberts L. R., Gupta V., Chmelka B. F.. Reactions and Surface Interactions of Saccharides in Cement Slurries // Langmuir: the ACS journal of surfaces and colloids. 2012. vol. 28. pp. 14202-14217. http://dx.doi.org/10.1021/la3015157

9. Linghong Zhang, Lionel J.J. Catalan, Raumond J. Balec, Andrew C. Larsen, Hassan Haji Esmaeili, Stephen D. Kinrade. Effects of saccharide set retarders on the hydration of ordinary Portland cement and pure tricalcium silicate // J. Am. Ceram. Soc. 2010. vol. 93 [1]. pp. 279-287. DOI: 10.1111/j.1551-2916.2009.03378.x

УДК 69:658.18

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ В СТРОИТЕЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Абрамян Сусанна Грантовна, Оганесян Оганес Валерьевич

Волгоградский государственный технический университет, Россия,
e-mail: susannagrant@mail.ru , ogoganesyan@mail.ru

Аннотация. В статье кратко рассматриваются некоторые аспекты ресурсосбережения на различных стадиях жизненного цикла строительных систем. Отмечается, что решение вопросов ресурсосбережения требует комплексного подхода.

Ключевые слова: жизненный цикл, модель, энергоэффективность, ресурсосбережение, технологичность, экономия

KEYRESOURCE CONSERVATION TRENDS IN THE CONSTRUCTION INDUSTRY

Abramyan Susanna Grantovna, Oganesyan Oganes Valeryevich

Volgograd state technical university, Russia,
e-mail: susannagrant@mail.ru , ogoganesyan@mail.ru

Abstract. The paper briefly discusses certain aspects of resource conservation at various lifecycle stages of construction systems. The point is made that the addressing of resource conservation issuesrequires a holistic approach.

Keywords: lifecycle, model, energy efficiency, resource conservation, constructability, cost effectiveness.

Анализ ряда научных публикаций зарубежных и отечественных исследователей показывает, что вопросы ресурсосбережения в строительстве возникают на стадиях возведения и эксплуатации и в основном связаны с потреблением воды, электроэнергии и тепла. В работе [1] подобная ситуация объясняется тем, что «современная научная литература посвящена вопросам энерго- и ресурсосбережения в сфере жилищно-коммунального хозяйства и рассматриваются лишь эксплуатационные факторы существующих зданий и сооружений». Между тем необходимы комплексные исследования, так как «факторы ресурсоэнергосбережения, закладываемые на стадии возведения зданий и сооружений, напрямую влияют на эти же факторы на стадии эксплуатации» [1].

В другом научном исследовании [2] авторы подчеркивают, что основные потери энергии происходят через наружные ограждающие

конструкции, поэтому важно еще на стадии проектирования найти оптимальные решения по использованию энергоэффективных конструктивных элементов и материалов. В работах [3–5] одним из авторов данной публикации (С. Г. Абрамян) выявляются некоторые проблемы и направления по созданию энергоэффективных зданий и сооружений, а также выбора утеплителей для наружных ограждающих конструкций. В научной публикации [6] ресурсосбережение освещается с точки зрения экономии строительных материалов, необходимых в производственных целях, в том числе за счет разработки новых.

Особый интерес представляют научные исследования авторов [7, 8], которые рассматривают возможность использования строительных отходов в качестве ресурсосберегающих технологий. С точки зрения материаловедения энерго- и ресурсосбережение – это технологии, соответствующие «принципам бионики и геоники, когда приоритетным является получение новых природно-сбалансированных и биосферно-совместимых материалов» [9].

Строительное производство – это сложная динамическая система, которая состоит из взаимосвязанных и взаимозависимых подсистем, обеспечивающих выход готовой строительной продукции (рис. 1).

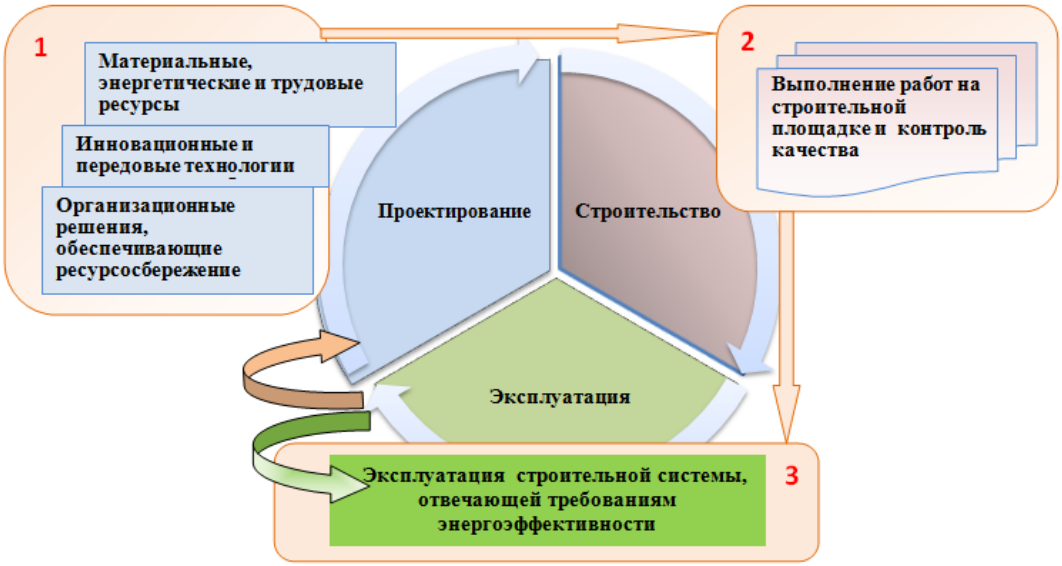


Рис. 1. Модель обеспечения ресурсосбережения на разных стадиях жизненного цикла строительных систем

На приведенной модели обеспечения ресурсосбережения на разных стадиях жизненного цикла строительных систем – проектирование, строительство, эксплуатация – изображены подсистемы входа (1), производственного (строительного) процесса (2), выхода готовой строительной продукции (3).

Основными направлениями ресурсосбережения на стадии проектирования являются: обоснованное применение энергоэффективных материалов и конструкций при проектировании отдельных конструктивных

элементов; привлечение высокопроизводительных машин и механизмов нового поколения, робототехники, высококвалифицированных рабочих; выполнение строительно-монтажных работ, отвечающее требованиям высокой технологичности; внедрение решений при разработке строительных генеральных планов, обеспечивающих экономию воды, электроэнергии, тепла, сжатого воздуха и других ресурсов; применение быстровозводимых трансформирующихся блоков-контейнеров на два и более этажей при проектировании временных бытовых городков. На стадии строительства важно обеспечить выполнение принятых проектных решений, что в конечном итоге приведет к ресурсо- и энергосберегающей эксплуатации строительных систем. На рис 1. указана также обратная связь между стадиями эксплуатации и проектирования, что подчеркивает динамичность строительного производства и выбора наиболее оптимальных и экономически эффективных вариантов ресурсосбережения. Таким образом, решение вопросов ресурсо- и энергосбережения требует комплексного подхода, т.е. рассмотрение на всех стадиях жизненного цикла возведения строительных систем.

Список литературы

1. *Фаррахов А. Г.* Особенности ресурсосбережения в строительстве и жилищно-коммунальном хозяйстве // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2015. Т. 11. № 11. С. 53–60.

2. *Jivic J. P., Sandeep K. M D.* Energy Conservation in Construction Industry through Materials and Techniques // Journal of Research in Engineering & Technology. 2016. Vol. 2. Pp. 11–16.

3. *Абрамян С. Г., Рыбакова О. В., Матвийчук Т. А.* Основные направления обеспечения энергетической эффективности зданий и сооружений // Строительство: наука и образование. 2017. Т. 7. Вып. 1 (23). Ст. 4. Режим доступа: http://nsojournal.ru (дата обращения: 16.04.2019).

4. *Абрамян С. Г., Котляревский А. А., Саутиев А. У.* Энергоэффективные фасадные системы и применяемые строительные материалы // Науковедение. 2017. Т. 9. № 6. Режим доступа: https://naukovedenie.ru/PDF/40TVN617.pdf (дата обращения: 16.04.2019).

5. Теплоизоляционные материалы, обеспечивающие энергоэффективность фасадных систем / С. Г. Абрамян, Н. А. Михайлова, А. А. Котляревский, В. О. Семочкин // Инженерный вестник Дона. 2018. № 4. Режим доступа: http://www.ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_154_Abramian.pdf_950c05b27b.pdf (дата обращения: 16.04.2019).

6. *Kiyanets A. V.* Resource-Saving Construction Technologies // Procedia Engineering. 2016. Vol. 150. Pp. 2124–2127.

7. *Makovkin V., Zamyatin N., Smirnov G.* Disinfection and Usage of Anthropogenic Waste in Resource Saving Construction Technologies // Bulletin of the Tomsk Polytechnic University-Geo Assets Engineering. 2018. Vol. 329 (I.9). Pp. 164–174.

8. *Tyushkova N.* Innovative Technologies for the Processing of Cleaning Plant Rejects in the Production of Construction Materials // Procedia Engineering. 2015. Vol. 117. Pp. 363–368.

9. *Саркисов Ю. С., Асосков Ю. Ф.* О некоторых путях энергоресурсосбережения в производстве бетонных изделий // Вестник ТГАСУ. 2009. № 3. С. 166–173.

УДК 624.15

ТЕХНОЛОГИИ УСИЛЕНИЯ ОСНОВАНИЙ ФУНДАМЕНТОВ АВАРИЙНЫХ И РЕКОНСТРУИРУЕМЫХ ЗДАНИЙ

Айгумов Магомедали Магомедович, Асланбегов Асланбек Иамудинович

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., Россия, e-mail: avc.amm@mail.ru , aslanbegov2015@yandex.ru

Аннотация. Рассмотрены технологии усиления, которые используются для закрепления грунтов основания при реконструкции зданий в условиях плотной городской застройки. Описаны основные технологические процессы и операции при закреплении грунтов, приведены способы повышения физико-механических свойств грунтов основания.

Ключевые слова: технология, усиление, способы закрепления грунтов, технологический процесс, цементация, грунты, скважина.

TECHNOLOGIES OF STRENGTHENING THE FOUNDATIONS OF THE BASES OF EMERGENCY AND RECONSTRUCTED BUILDINGS

Aigumov Magomedali Magomedovich, Aslanbegov Aslanbek Isamudinovich

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Russia, e-mail: avc.amm@mail.ru , aslanbegov2015@yandex.ru

Abstract. The reinforcement technologies that are used to fix the foundation soils during the reconstruction of buildings in dense urban areas are considered. The main technological processes and operations for the consolidation of soils are described, and methods for improving the physical and mechanical properties of the foundation soils are given.

Keywords: technology, strengthening, methods of soil consolidation, technological process, cementation, soils, well

Для успешного решения жилищного вопроса в нашей стране необходимо не только интенсивное строительство новых жилых домов, но и реконструкция существующих жилых зданий с восстановлением их эксплуатационной пригодности и приведения ограждающих конструкций в соответствие требованиями современных строительных норм. Решение проблемы реконструкции жилых зданий в нашей стране осложняется еще и тем обстоятельством, что после распада бывшего единого государства, было нарушено полноценное функционирование разработанной в бывшем СССР планово-предупредительной системы восстановления и повышения эксплуатационных показателей объектов жилого фонда, а также замены изношенных городских инженерных коммуникаций. По данным фонда капитального ремонта общего имущества в многоквартирных домов в общем объеме жилого фонда доля ветхого и аварийного жилья с износом

зданий 60-70% составляет более 50 млн. $м^2$, при этом в капитальном ремонте и реконструкции нуждается более 20 % жилых зданий [1].

Значительная часть существующего жилого фонда городских поселений относится к домам первых типовых серий, которые были построены в середине или в начале второй половины 20 века. В настоящее время указанные жилые дома имеют значительный моральный и физических износ строительных конструкций, по своим эксплуатационных показателям здания не отвечают требованиям современных строительных норм, в зданиях выявляются определенные конструктивные недостатки, которые по разным причинам, например в г. Саратове в течении последних лет, привели к ряду аварийных обрушений кирпичных стен. Вот только некоторые названия новостных лент на эту тему за март-апрель 2019 года: в Саратове рухнула часть жилого дома: прохожие чудом избежали смерти [2]; в Саратове обрушилась крыша жилого дома [3]; обитатели аварийного общежития боятся, что их дом рухнет [4].

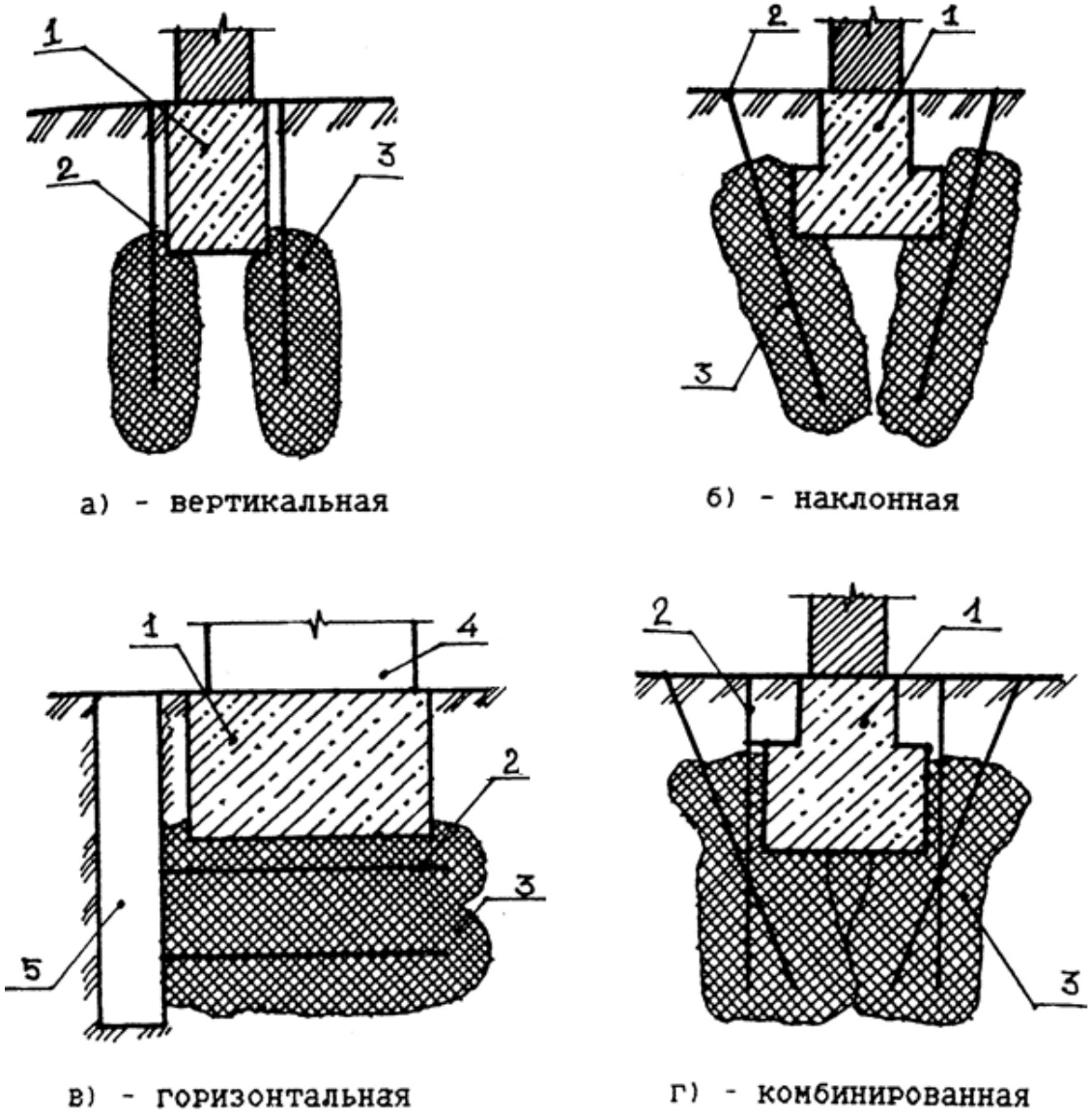
В определенной степени созданию аварийной ситуации и угрозе обрушения строительных конструкций способствуют неравномерные осадки фундаментов зданий, которые достаточно часто связаны с увлажнением грунтового основания и общим подъемом уровня подземных вод, что характерно для центральных районов исторической части г. Саратова. Изменение гидрологического режима площадки строительства вследствие общего повышения уровня грунтовых вод и замачивания просадочных суглинков в результате инфильтрации поверхностных вод вызывает снижение несущей способности основания фундаментов [5-6].

Для повышения физико-механических свойств грунтов основания реконструируемых или аварийных зданий и предотвращения дальнейшего развития неравномерных осадок фундаментов применяют химические, термические и физико-химические методы закрепления грунтов. Сущность способов закрепления в том, что в грунт нагнетаются специальные химические растворы, которые после затвердения значительно повышают несущую способность грунта. В условиях реконструкции как более простые и эффективные способы усиления наибольшее применение получили технологии химического закрепления грунтов.

Основные достоинства методов химического укрепления грунтов: не требуется вскрывать фундаменты (полы, земляные работы); на время производства ремонтных работ не требуется перерыв в эксплуатации здания; являются достаточно быстрыми и надежными приемами повышения несущей способности оснований. Химические технологии укрепления грунтов включают: силикатизацию, цементацию, смолизацию и др. [7].

Инъекционное закрепление используется в грунтах, обладающих определенной водопроницаемостью. Нагнетание реагентов производится при не больших давлениях без нарушения их структуры. Растворы нагнетают плунжерными (грязевыми) насосами (ПС-4Б, НС-3) через инъекторы (перфорированные трубы) диаметром 20-40 мм, забитые в грунт

пневматическими молотками (СМ-506, ПЛ-1) ниже уровня подошвы фундамента. В зависимости от принятой технологии расположение инъекторов может быть вертикальным, наклонным и горизонтальным. Время твердения растворов устанавливают опытным путем при производстве работ (рисунок).



Схемы усиления фундаментов путем закрепления основания с помощью инъекции закрепляющих агентов: 1 – усиливаемый фундамент; 2 – инъектор; 3 – закрепленный грунт; 4 – стена; 5 – приямок

Выбор того или иного способа закрепления грунта основания зависит, с одной стороны, от физико-механических характеристик грунтов (коэффициент фильтрации, пористость), конкретных гидрогеологических условий, а с другой стороны – от необходимой степени упрочения, характера и глубины заложения фундаментов, внутренней и внешней стесненности площадки производства работ.

Для подвальных зданий работы по закреплению грунтов могут выполняться как с наружной стороны так с внутренней стороны здания. По причине меньшей стесненности более распространенным является укрепление грунтов с наружной стороны здания.

Технологический процесс при инъекционном закреплении грунтов основания является комплексным и состоит из следующих основных технологических операций [8]:

- приготовление закрепляющих растворов и подготовительные работы;
- бурение инъекционных скважин, погружение инъекторов, обустройство скважин;
- нагнетание в грунт закрепляющих реагентов;
- извлечение инъекторов и заделка инъекционных скважин;
- контроль качества работ.

Используются следующие способы погружения инъекторов: забивка; вибропогружение; задавливание; установка в предварительно пробуренные скважины. Конструктивно инъектор состоит из наконечника, перфорированного звена, переходных ниппелей, глухих звеньев. Глухие звенья позволяют изменять длину инъектора, обеспечивая необходимую зону инъецирования.

Для цементации контактной зоны «подошва фундамента-основание» устройство скважин производиться колонковыми станками сплошным забоем, в стесненных условиях производства работ ведется с помощью пневмо-ударных мобильных установок. При залегании в основании фундаментов слабых грунтов используются обсадные трубы.

Нагнетание закрепляющих реагентов в основание производится в технологической последовательности отдельными заходами строго в соответствии с разработанным проектом производства работ. Порядок нагнетания в однородные по водопроницаемости грунты - от устья в глубину или от пяты скважины к устью. В случае залегания под подошвой фундаментов неоднородных по водопроницаемости грунтах в первую очередь закрепляют слои с большей водопроницаемостью.

Контроль технического соответствия продукции при инъекционном закреплении грунтов выполняется на всех этапах производства работ и включает:

- приемку исходных материалов, закрепляющих реагентов и составов;
- соответствие расчетных параметров закрепления техническим условиям и проекту;
- соответствие требованиям проекта физико-механических свойств закрепленных грунтов и однородность их закрепления;
- контроль фактических размеров закрепленных массивов, радиусов зон закрепления, сплошности закрепленного массива;

- геодезические наблюдения за осадками фундаментов до, вовремя и после окончания инъекционных работ;

- контрольные скважины и заложение шурфов, количество и качество отбираемых через бурение проб;

- контрольное бурение колонковым способом с диаметром скважин не менее 84 мм;

- лабораторные испытания образцов закрепленных грунтов; отбор кернов (образцов) осуществляется через каждые 0,8-1,0 м по глубине.

Для закрепления водонасыщенных глинистых, пылеватых и илистых грунтов применяется метод электрохимического закрепления грунтов. С наружной и внутренней стороны фундамента в грунт погружаются трубчатые электроды, один из которых служит анодом, а другой - катодом.

Из рассмотренных методов закрепления грунтов минимальную себестоимость имеют методы электрохимического закрепления грунтов и одноразовой силикатизации. Однако в последние годы рост цен на электроэнергию и химикаты приводит к удорожанию работ.

В ряде случаев экономически целесообразно производит повышение несущей способности фундаментов, чем укрепление грунтов основания.

Список литературы

1. http://www.fkr64.ru/index.php/2016-03-05-18-57-41/krplanoblkaprem-menyu/temlist/category/2257. (дата обращения 20.04.2019)
2. https://nversia.ru/news/v-saratove-ruhnula-chast-zhilogo-doma-prohozhie-chudom-izbezhali-smerti/ (дата обращения 20.04.2019)
3. https://bison-info.pro/v-saratove-obrushilas-krysha-zhilogo-doma-pervye-video-s-mesta/ (дата обращения 20.04.2019)
4. https://www.saratovnews.ru/news/2019/04/22/obitateli-avariinogo-obschejitiya-boyatsya-chto-ih-dom-ryhnet/#ad-image-0 (дата обращения 20.04.2019)
5. Айгумов, М.М. Обустройство подвального помещения и усиление фундаментов жилого дома при реконструкции [Текст] / М. М. Айгумов, Т. Э. Байрамкулов // Ресурсоэнергоэффективные технологии в строительном комплексе : сб. науч. тр. по материалам V междунар. науч.-практ. конф., г. Саратов, 11 мая 2017 г. / СГТУ. - Саратов, 2017. - С. 250-253.
6. Айгумов, М.М. Опыт усиления фундаментов аварийного жилого дома по улице Котовского в г. Саратове [Текст] / М. М. Айгумов, Ю. Г. Иващенко // Научное обозрение. - 2015. - № 11. - С. 69-73.
7. Снарский, В.И. Технология реконструкции зданий [Текст] : учеб. пособие по спецкурсу / В. И. Снарский, М. М. Айгумов ; Сарат. гос. техн. ун-т ; Сарат. гос. техн. ун-т. - Саратов : СГТУ, 2006. - 80 с.
8. Снарский, В.И. Технологические процессы в строительстве [Текст] : учеб. пособие для студ. спец. 271101.65 "Строительство уникальных зданий и сооружений" / В. И. Снарский, М. М. Айгумов, С. В. Снарский ; под ред. В. И. Снарского ; Саратовский гос. техн. ун-т. - Саратов : СГТУ, 2014. - 368 с.

УДК 624.15

МОНИТОРИНГ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЖИЛОГО ДОМА ПОСЛЕ УСИЛЕНИЯ ФУНДАМЕНТОВ В Г. САРАТОВЕ

Айгумов Магомедали Магомедович, Асланбегов Асланбек Иамудинович

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., Россия, e-mail: avc.amm@mail.ru , aslanbegov2015@yandex.ru

Аннотация. Рассмотрены вопросы мониторинга технического состояния реконструированного жилого дома после усиления фундаментов сваями вдавливания в г. Саратове. Жилой дом расположен в центральной исторической части города в условиях плотной городской застройки. Работы по усилению фундаментов здания производились со стороны подвала без отселения жильцов. По результатам мониторинга отмечено стабилизация неравномерных осадков усиленной части здания, отсутствует раскрытие заделанных трещин в наружных кирпичных стенах, в целом техническое состояние здания характеризуется как работоспособное.

Ключевые слова: жилой дом, замачивание грунтов, неравномерные осадки, реконструкция здания, усиление фундаментов, сваи вдавливания, трещины, подвал

MONITORING OF THE TECHNICAL CONDITION OF THE HOUSE AFTER THE ENHANCEMENT OF THE FOUNDATIONS IN SARATOV

Aigumov Magomedali Magomedovich, Aslanbegov Aslanbek Isamudinovich

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Russia, e-mail: avc.amm@mail.ru , aslanbegov2015@yandex.ru

Abstract. The issues of monitoring the technical condition of the reconstructed residential building after strengthening the foundations with piles of indentation in the city of Saratov are considered. The residential building is located in the central historical part of the city in conditions of dense urban development. Work on strengthening the foundations of the building was carried out from the basement without the resettlement of residents. According to the results of the monitoring, the stabilization of uneven precipitation of the reinforced part of the building was noted, there was no disclosure of repaired cracks in the outer brick walls, in general, the technical condition of the building is characterized as working.

Keywords: residential building, soil soaking, uneven precipitation, building reconstruction, strengthening of foundations, indentation piles, cracks, basement.

Исследуемое жилое здание расположено в Волжском районе города Саратова на пересечении улиц Соборная и Котовского. Часть здания обозначенная под литером «А» вдоль ул. Соборная построена в 60-е годы 20 века и ориентирована главным фасадом на северо-запад. Здание в 60-е годы 20 века возведено как «реконструкция» существующего ранее на этом месте двухэтажного исторического здания, постройки конца 19-го века, путем надстройки двух дополнительных этажей и пристройки второго подъезда. Историческая часть жилого дома расположена на углу проезда Котовского и

улицы Соборная. Существующее в настоящее время на этом месте жилое здание - четырехэтажное, сложной формы в плане, с подвалом под частью здания, с максимальными размерами в плане по наружным обмерам 43,9х18,2 м. Общая высота здания - 13,9 м, высота этажа - 3,3 м, высота подвальной части здания - 2,4 м [1].

На первом этаже здания со стороны главного фасада расположены торговые помещения, со стороны дворового фасада в осях «1-4»/«Б-Г» частично расположены жилые помещения. Со второго по четвертый этажи полностью расположены жилые квартиры. В подвале жилого здания в осях «1-5»/«А-Г» расположены хозяйственно-бытовые помещения и тепловой пункт (рис. 1).

Рис. 1. Жилой дом пересечении ул. Соборная и пр. Котовского в г. Саратове (после усиления, по состоянию на 10.11.2015 года)

Основные несущие конструкции здания - продольные и поперечные кирпичные стены, металлические балки междуэтажных перекрытий и внутренние кирпичные столбы. Толщина кирпичных стен пристроенной части здания составляет 510-640 мм, толщина стен подвала исторической части здания – 920 мм. Материал несущих стен «старой» части здания в осях «4-9»/«А-Д» - обыкновенный керамический кирпич пластического формования и кладочный известковый раствор. Стены надземной части здания выложены из утолщенного силикатного кирпича на цементном растворе, стены подвала и частично в уровне из керамического кирпича.

Фундаментные конструкции под несущие кирпичные стены - ленточные, на естественном основании, под кирпичные столбы – отдельно-стоящие, столбчатые. Материал, из которого выполнены фундаменты здания, в зависимости от времени и способа возведения конструктивных элементов достаточно разнообразен – керамический кирпич, бутобетон или монолитный бетон.

В качестве несущих конструкций междуэтажных перекрытий на разных участках здания приняты: монолитные железобетонные плиты по

металлическим балкам, сборные мелкоразмерные железобетонные плиты, кирпичные цилиндрические своды по металлическим балкам, балочное деревянное перекрытие и покрытие.

После надстройки дополнительных этажей, в результате длительной эксплуатации и замачивания грунтов основания, здание получила аварийные сверхнормативные деформации. В несущих кирпичных стенах здания появились многочисленные вертикальные и наклонные сквозные трещины с шириной раскрытия до 40-60 мм, а неравномерные осадки фундаментов пристроенной части здания превысили нормативно допустимые значения и достигли 120-150 мм. Техническое состояния здания в 2006 году оценивалось как предаварийное и стоял вопрос об отселении жильцов и сносе строения.

Для разработки проектных решений по усилению поврежденных строительных конструкций здания и восстановлению эксплуатационной пригодности жилого дома была проведена строительная экспертиза, которая установила следующее [1-3]:

- трещины в наружных кирпичных стенах возникли в результате неравномерных деформаций грунтов основания (торцовая стена по оси «1» получила осадки более 120-150 мм). Осадки грунтового основания на момент обследования не были завершены, и для их стабилизации требовалось проведение работ по усилению фундаментов;
- основными причинами неравномерных сверхнормативных деформаций основания фундаментов послужили просадка суглинков ИГЭ №2 при замачивании вследствие общего подъема УПВ, локальных утечек из водонесущих инженерных коммуникаций и инфильтрация поверхностных вод в основание фундаментов, в том числе через заброшенную сливную яму во дворе жилого дома;
- превышение среднего давления по подошве существующих фундаментов над расчетным сопротивлением грунта несущего слоя.

Работы по усилению поврежденных несущих конструкций жилого дома производились без отселения жильцов в течение 2007-2008 гг. Усиление фундаментов обеспечивает передачу части нагрузки от стен здания на нижерасположенные слои грунтового основания (ИГЭ №3-4) с использованием свайных технологий. Реализация разработанных по результатам строительной экспертизы противоаварийных мероприятий с использованием металлических многосекционных свай вдавливания позволило стабилизировать деформации здания. В настоящее время нормальная работа жилого дома восстановлена (рис. 1, 2).

На первом этапе проведения ремонтно-восстановительных работ, с целью увеличения пространственной жесткости строения и исключения дальнейших деформаций аварийных строительных конструкций, было выполнено усиление надземной части.

а)

б)

Рис. 2. Наружная кирпичная стена дворового фасада жилого дома по пр. Котовского,10:
а) до усиления здания, сквозные трещины с шириной раскрытия до 40-60 мм;
б) после усиления (по состоянию на 10.11.2015 г.), раскрытие трещин отсутствует

Усиление надземной части жилого дома предусматривало:

- установку металлических поясов в 3-х уровнях здания: в уровне чердачного перекрытия; в уровне перекрытия 3-го этажа; в уровне перекрытия 2-го этажа;
- местное усиление отдельных наиболее деформированных участков наружных кирпичных стен (стена по оси «А» в осях «1-2», стены дворового фасада по осям «Г», «Г/1», «В», «6»).

При реконструкции аварийных зданий в стесненных условиях плотной городской застройки технологию вдавливания свай достаточно успешно применяют для усиления фундаментов во многих городах нашей страны, в том числе в г. Саратове [4-6]. Технология вдавливания является достаточно надежным способом усиления поврежденных фундаментов существующих зданий и позволяет при наличии подвала производить работы внутри существующего здания без отселения жильцов.

Выбор технологии усиления с использованием многосекционных свай должен быть обоснован результатами натурного обследования, оценки технического состояния строительных конструкций, анализа инженерно-геологических условий площадки и действующих нагрузок, а также возможности производства работ со стороны подвала.

Особенности усиления фундаментов и обустройства подвала:

- усиление основания фундаментов в осях «1-5» выполнялось со стороны существующего подвала;
- погружение свай в осях «1-5» производиться с отметки существующих полов подвала без его дополнительного углубления;
- при усилении фундаментов здания в осях «1-1/2» (торец здания) был выполнен и обустроен дополнительный проем в бетонной стене подвала по оси «1/2», а грунт обратной засыпки в осях «1-1/2» удален;

- до погружения свай вдавливания выполнено усиление существующих проемов стен подвала и несущих кирпичных столбов;
- в качестве упорных конструкций использованы предварительно изготовленные монолитные железобетонные балки, в которых предусмотрены технологические отверстия для вдавливания свай.

Список литературы

1. Айгумов, М.М. Опыт усиления фундаментов аварийного жилого дома по улице Котовского в г. Саратове [Текст] / М. М. Айгумов, Ю. Г. Иващенко // Научное обозрение. - 2015. - № 11. - С. 69-73.

2. Айгумов, М.М. Обустройство подвального помещения и усиление фундаментов жилого дома при реконструкции [Текст] / М. М. Айгумов, Т. Э. Байрамкулов // Ресурсоэнергоэффективные технологии в строительном комплексе : сб. науч. тр. по материалам V междунар. науч.-практ. конф., г. Саратов, 11 мая 2017 г. / СГТУ. - Саратов, 2017. - С. 250-253.

3. Айгумов, М.М. Фундаменты пристроенной части жилого дома: особенности их устройства и последствия / М.М. Айгумов, Т.Э. Байрамкулов // Сборник научных трудов IV Международной научно-практической конференции «Ресурсоэнерго-эффективные технологии в строительном комплексе». - Саратов, 2016. – С. 228-230.

4. Савинов, А.В. Применение свай, погружаемых методом вдавливания, для усиления фундаментов зданий исторической застройки г. Саратова [Текст] / А.В. Савинов, А.А. Пасецкий, М.М. Айгумов // Совершенствование методов расчета строительных конструкций и технологии строительства : межвуз. науч. сб. / СГТУ. - Саратов, 2004. - С. 73-82.

5. Савинов, А. В. Опыт исправления последствий необоснованных усилений фундаментов, вызвавших дополнительные деформации здания [Текст] / А. В. Савинов, Т. А. Мальцев, М. М. Айгумов // Современные проблемы фундаментостроения : сб. тр. Междунар. науч.-техн. конф. / ВолгГАСА. - Волгоград, 2001. - Ч. 3. - С. 128-129.

6. Савинов, А. В. Восстановление эксплуатационной пригодности гостиницы «Европа» в г. Саратове с учетом взаимодействия здания с нарушенным основанием [Текст] / А. В. Савинов, М. М. Айгумов // Взаимодействие сооружений и оснований: методы расчета и инженерная практика : тр. Междунар. конф. по геотехнике. - СПб., 2005. - Т. 2. - С. 19-24.

УДК 69.051

УСТРОЙСТВО КОТЛОВАНА В СЛОЖНЫХ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ И ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

Зобкова Наталья Владимировна, Горелкин Василий Дмитриевич

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., Россия, e-mail: zobkovanv@yandex.ru, garick1101@yandex.ru

Аннотация. В статье изложены предварительные мероприятия для устройства котлована в сложных условияхплотной городской застройки. Произведены расчёт водопонизительной установки и выбор способа крепления стенок котлована.

Ключевые слова: строительная площадка, иглофильтровая установка, водопонижение, котлован, шпунтовое ограждение

THE DEVICE IS FORMED IN COMPLEX HYDROGEOLOGICAL AND TERRITORIAL CONDITIONS

Zobkova Natalya Vladimirovna, GorelkinVasily Dmitrievich

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Russia,
e-mail: zobkovanv@yandex.ru, garick1101@yandex.ru

Abstract.This article consists the idea of organisation the ditch in the dense building conditions. It was made the calculations on the Water-lowering installation andit was found the way of binding the walls of the ditch.

Keywords: Building side, acupuncture installation, water lowering, ditch, groove fence

Развитие современных городов уже сложно представить без освоения подземного пространства с использованием разработки котлованов открытым способом. Необходимость устройства подземных сооружений для расположения в них паркинга, подсобных и технических помещений требует сложного проектирования и строительства котлованов глубиной свыше 3 м на территориях со сложившейся городской застройкой.

Близкое расположение существующих зданий и ограниченная территория строительной площадки накладывают дополнительные требования при устройстве котлованов под строящиеся здания.

В данной работе разработаны предварительные мероприятия, для устройства котлована в сложных условиях, а именно, расчёт водопонизительной установки и выбор оптимального вида крепления стенок котлована.

Исходными данными для проектирования установки являются: размеры котлована в плане 35х30 м, глубина котлована 3 м, расстояние от центра котлована до реки L=313 м, коэффициент фильтрации первого водоносного слоя $k1$=12,5 м/сут, мощность первого слояT_1 – 1.3м, коэффициент фильтрации второго водоносного слоя $k2$=1,0 м/сут, мощность второго слояT_2 – 1.8м , коэффициент фильтрации третьего водоносного слоя $k3$=3,4 м/сут, мощность третьего слояT_3 – 8,1 м уровень грунтовых вод от отметки планировки – 2,5 м, расчётное понижение в котловане S=1,5 м, мощность водоносного пласта H=11,2 м (рис. 1).

Близкое расположение к поверхности или излишек грунтовых вод может препятствовать нормальному ведению хозяйственной деятельности на строительной площадке. Поэтому необходимо производить водопонижение. Уровень понижения грунтовых вод производится на заданную глубину, которая определяется отдельно в каждом конкретном случае, как правило, на 0,5-3 м от дна котлована.

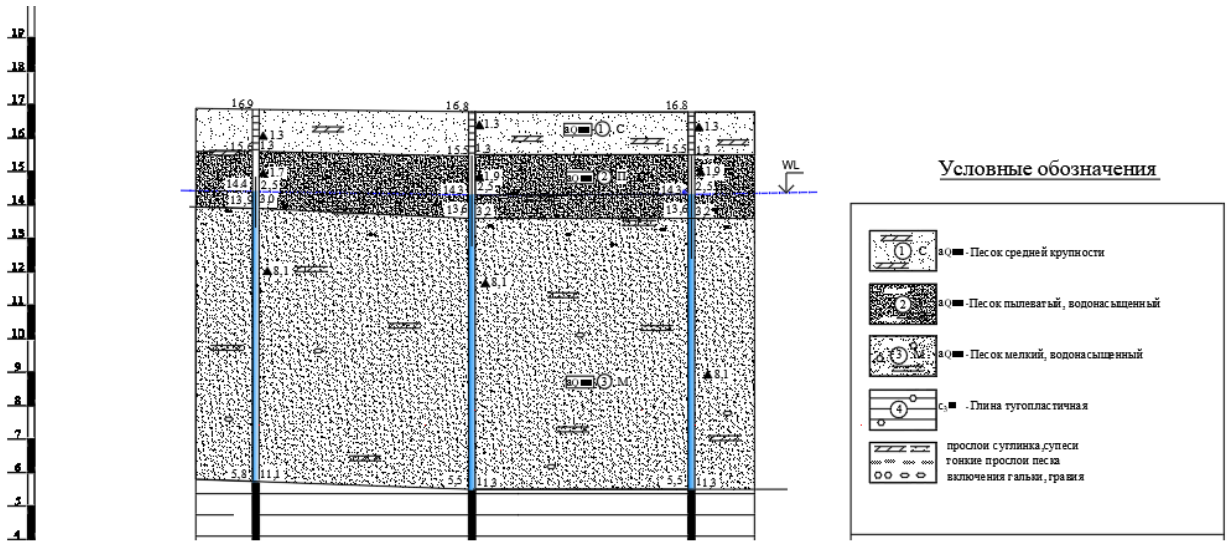


Рис. 1. Инженерно-геологический разрез

Водопонизительные скважины располагаем на расстоянии 2 м от бровки котлована по прямоугольному контуру со сторонами 39 и 34 м.

Найдём приведённый радиус водопонизительной системы r, м по способу большого колодца [1].

$$r = \sqrt{\frac{A}{\pi}} \tag{1}$$

где А-площадь прямоугольного контура,м^2

$$r = \sqrt{\frac{39 \cdot 34}{3{,}14}} = 20{,}55(м)$$

Согласно [1] схема 1,табл.47 значение радиуса депрессии контурной системы в первом водоносном слое

$$r_d = 2L \tag{2}$$

где L – расстояние от реки до центра котлована, м.

$r_d = 2 \cdot 313 = 626\ (м)$

Согласно [3] при горизонтально-слоистом сложении фильтрующих слоёв, их можно привести к однородному слою, если соотношения коэффициента фильтрации отдельных слоёв меньше $\frac{1}{20}$:

$$k = \frac{k_1 \cdot T_1 + k_2 \cdot T_2 + k_3 \cdot T_3}{T_1 + T_2 + T_3} \tag{3}$$

где k_i – коэффициент фильтрации соответствующего водоносного слоя, $м/сут.$

T_i– мощность соответствующего слоя, м.

$$k = \frac{12{,}5 \cdot 1{,}3 + 1 \cdot 1{,}8 + 3{,}4 \cdot 8{,}1}{1{,}3 + 1{,}8 + 8{,}1} = 4{,}07\ (м/сут.)$$

Приток подземных вод к водопонизительной системе следует определять в зависимости от требуемого понижения уровня подземных вод в расчётной точке по формуле, согласно п.14.4[1].

$$Q = \frac{k \cdot h \cdot S}{\Phi} \tag{4}$$

где h – средняя глубина фильтрационного потока ,м;
k – коэффициент фильтрации водоносного слоя,$м/сут$;
S – расчётное понижение в котловане,м;
Ф – значение функции понижения в водоносном слое Ф1 согласно [1] схемы 1, табл. 46.

$Q = \frac{4,07 \cdot 10,45 \cdot 1,5}{0,54} = 118.14$ м^3/сут =5 (м^3/час)

$$\Phi = \frac{\ln\frac{r_d}{r}}{2\pi} \quad (5)$$

где r_d – радиуса депрессии контурной системы, м;
r – приведенный радиус водопонизительной системы, м.

$\Phi = \frac{\ln\frac{626}{20,55}}{6,28} = \frac{3,42}{6,28} = 0,54$

$$h = \frac{2 \cdot H - S}{2} \quad (6)$$

где Н – мощностьводоносного пласта, м.

$$h = \frac{2 \cdot 11,2 - 1,5}{2} = 10,45 \text{ (м)}$$

Так как глубина понижения грунтовых вод до 5м и коэффициент фильтрации грунта больше 0,005,примим установку водопонижения – типа ЛИУ.

При периметре системы $P = 2 \cdot (39 + 34) = 146$ м требуемое число установок:

$n_p = \frac{146}{100} = 1.46$, принимаем $n_p = 2$шт.

Длина коллектора одной установки:

$$l_p = \frac{P}{n_p} \quad (7)$$

где P – периметр системы, м.
n_p – требуемое число установок, шт.
$l_p = \frac{146}{2} = 73$ (м)
Приток воды к одной установке:

$$Q_p = \frac{Q}{n_p} \quad (8)$$

$$Q_p = \frac{118,14}{2} = 59.2 \frac{\text{м}^3}{\text{сут}} = 2,5 \text{ (м}^3\text{/час)}.$$

Так как приток воды намного меньше дебита любого насосного агрегата, то систему могут обслуживать два насосных устройства. Примем два основных насоса ЛИУ-5 и два резервных насоса ЛИУ-4.

Принимаем шаг иглофильтров $\sigma = 3\,м$, тогда количество иглофильтров:

$n_{fh}=\frac{l_p}{\sigma}$(10)

где l_p – длина коллектора одной установки, м.

σ – шаг иглофильтров, м.

$n_{fh}= 25$ шт.

Дебит одного иглофильтра:

$$D = \frac{Q_p}{n_{fh}} (11)$$

где Q_p – приток воды к одной установке, $м^3/час$

n_{fh} – количество иглофильтров, шт.

$D = \frac{2.5}{25} = 0.1\ \ (м^3/час)$,что меньше допустимого дебита равного 0,4$\frac{м^3}{час}$, определённого по рис. 19.28 [4].

Глубина погружения иглофильтров:

$$y_{hr} = H - S\left[1 + \frac{\Phi_{f_h}T}{(n_p n_{fh}\Phi)}\right] = 11.2 - 1.5 \cdot \left[1 + \frac{0,65 \cdot 9,7}{(2 \cdot 25 \cdot 0,54)}\right] = 9,35м \qquad (11)$$

где Φ_{fh} – фильтрационное сопротивление одного иглофильтра, принимаемое при расстоянии между иглофильтрами 3 м = 0,65 $м^{-1}$;

S – расчётное понижение в котловане,м;

T – глубина водного потока на линии иглофильтров, м;

n_p– требуемое число установок, шт.;

n_{fh}– число иглофильтров для одной установки, шт.

После выполнения водопонижения необходимо продумать мероприятия для обеспечения устойчивости стенок котлована.

Стенки котлована под будущее здание могут быть сформированы под углом естественного откоса грунта, а так же могут быть подкреплены ограждающими конструкциями. Первый вариант, как правило, является самым экономичным, но при этом имеет ряд ограничений, при которых данный способ не может быть применён: в условиях плотной застройки и при высоком уровне грунтовых вод. Поэтому часто в мировой практике применяются технологии разработки котлованов с креплением стенок подземных выработок:

- Способ опускного колодца.
- Устройство шпунтового ограждения.
- Ограждения из вертикальных элементов с забиркой.
- Способ «стена в грунте».
- Ограждение из свай.
- Крепление грунтовыми анкерами и др.

Каждый из данных способов имеет преимущества и недостатки, и должен быть применён в конкретных гидрогеологических условиях, которые можно свести в таблицу.

Сопоставление ТЭП типов ограждения котлованов

Тип ограждения	Грунтовые условия				Водопроницаемость	Прочность и жёсткость	Шум и вибрации	Влияние на окружающую среду	Возможная глубина котлована	Скорость	Возможность воспринять нагрузку от здания	Экономичность
	Слабые грунты	Влажный песок	Водонасыщенные пески	Гравелистые и скальные грунты								
Ограждение из металлических элементов с забиркой												
Шпунтовое ограждение												
Стена в грунте												
Ограждение из свай												
Ограждение с применением струйной или смесительной технологии												
Условные обозначения			*хорошо*				удовлетворительно				плохо	

Как можно увидеть, в имеющихся геологических условиях наиболее рационально использовать шпунтовое ограждение. Наибольшее распространение в отечественной и мировой практике получили шпунты типа «Ларсен», которые помимо восприятия давления от грунта, так же являются противофильтрационной завесой.

Список литературы

1. Пособие по проектированию защиты горных выработок от подземных и поверхностных вод и водопонижения при строительстве и эксплуатации зданий и сооружений/Фундаментпроект Госстроя СССР. – М.: АПП ЦИТП Госстроя СССР, 1991. – 248 с.
2. СП 45.13330.2012 Земляные сооружения, основания и фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 3.02.01-87. – М.: Минрегион России, 2012.
3. Пособие к СНиП 2.06.15-85. Прогнозы подтопления и расчет дренажных систем на застраиваемых и застроенных территориях/ Комплекс. н-и и конструкт.-технолог. и-т водоснабжения, канализации, гидротехн. сооружений и инж. гидрогеологии. – М.: Стройиздат, 1991.– 272 с: ил.
4. Сорочан Е.А. Справочник проектировщика. Основания, фундаменты и подземные сооружения/Е.А. Сорочан, Ю.Г. Трофименков (ред.). – М.: Стройиздат, 1985. – 480 с.: ил.
5. Пособие по производству работ при устройстве оснований и фундаментов (к СНиП 3.02.01–83)/НИИОСП им. Н. М. Герсеванова. – М.: Стройиздат, 1986. – С. 66 - 81 с.

УДК 692.23

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЕКТИРУЕМОГО ЗДАНИЯ

Зобкова Наталья Владимировна, Гриняев Алексей Дмитриевич

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., Россия, e-mail: zobkovanv@yandex.ru, agrinaev@gmail.com

Аннотация. В данной статье проведены теплотехнический расчет и расчет на паропроницаемость ограждающей конструкции стены проектируемого здания, расположенного в городе Ноябрьск, Ямало-Ненецкого АО.

Ключевые слова: энергоэффективность, ограждающая конструкция, теплотехнический расчёт, паропроницаемость

ENSURING THE ENERGY EFFICIENCY OF THE PROJECTED BUILDING

Zobkova Natalya Vladimirovna, Grinyaev Aleksey Dmitrievich

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Russia, e-mail: zobkovanv@yandex.ru, agrinaev@gmail.com

Abstract. In this article, the engineering calculation and calculation of the vapor permeability of the enclosing structure of the wall of the designed building located in the city of Noyabrsk, Yamal-Nenets Autonomous Okrug are carried out.

Keywords: energy efficiency, building envelop, thermal calculation, water vapor permeability

Энергоэффективность здания является одной из приоритетных задач российской экономики. Подтверждением этого, является утверждение 27 декабря 2010 года Государственной программы РФ «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности на период до 2020 года». Актуальность проблемы особенно остро встает в условиях северной строительно-климатической зоны, где отрицательная температура может достигать экстремальных значений. Применение современных решений ограждающих конструкций, при проектировании здания, позволяют снизить затраты на отопление и повысить требования к теплозащите. Выбор оптимальных параметров ограждающей конструкции является одним из условий обеспечения энергоэффективности. Принятые ограждающие конструкции должны отвечать необходимым требованиям морозостойкости, влагостойкости, циклических колебаний температуры и другим отрицательным воздействиям окружающей среды. Наиболее частой проблемой наружных стен является периодическое их увлажнение и

высыхание в совокупности с знакопеременными температурными перепадами, а как следствием, переносом водяного пара через поверхность ограждения. К тому же, если температура в зоне ограждающей конструкции опускается до точки росы, происходит выпадение конденсата. Появление влаги и ее накопление, можно отнести к одному из самых вредных факторов, приводящих к разрушению изделий, образованию мостиков холода, отслоению облицовок, появление грибков и плесени, а самое главное, к снижению энергоэффективности ограждающей конструкции. Опыт нескольких лет показал, что причиной этому послужило отсутствия расчёта на паропроницаемость.

Целью работы является определение толщины слоя утеплителя, оценка вариантов конструктивных решений ограждающей стены по способности теплозащиты и защите стены от переувлажнения.

В качестве исходных данных для теплорасчёта и расчёта влагопереноса наружной ограждающей конструкции принят ресторанно-гостиничный комплекс, распложенный в городе Ноябрьск. Конструктивная схема здания, каркасная, образованная железобетонными колоннами, ригелями и плитами перекрытий. Размеры здания в плане составляют 42,10х19,00 м. Расчетная температура $t_{ext}=-12.2$ °C, относительная влажность наружного воздуха $\varphi_{ext}=79\%$. Расчётная температура для жилых зданий $t_{int}=20°C$, относительная влажность наружного воздуха $\varphi_{int}=55\%$.

Определяем требуемое сопротивление теплопередаче $R_0^{тр}$:

$R_0^{тр} = (a \cdot ГСОП)+b=(8952 \cdot 0.0003)+1.2=3.89 м^2 \cdot °C/Вт$,

где a, b – коэффициенты, принимаемые согласно таблицы 3 по [2].

Рассмотрим 3 варианта наружной ограждающей конструкции стены (табл. 1, рис. 1).

Исходя из этого, термическое сопротивление для варианта №1:

$R_{s1}=4,87 м^2 \cdot °C/Вт > R_0^{тр}=3,89 м^2 \cdot °C/Вт$

Теплорасчёт стены №1 показал, что один слой утеплителя толщиной t=200 обеспечивает необходимую теплозащиту. Суммарная толщина стены равна $t_{стены}$=540 мм.

Термическое сопротивление для варианта №2:

По [3] используя коэффициент теплотехнической неоднородности ограждающей конструкции $r=0,75$ для навесных фасадных систем с воздушной прослойкой

$R_{s2}=6,25*0,75=4,68 м^2 \cdot °C/Вт > R_0^{тр}=3,89 м^2 \cdot °C/Вт$.

Теплорасчёт стены №2 показал, что при использовании вентилируемого фасада толщина стены равная $t_{стены}$=450 мм меньше, чем у предыдущего варианта, но при этом, условие теплозащиты выполняется.

Термическое сопротивление для варианта №3:

$R_{s3}=5,66 м^2 \cdot °C/Вт > R_0^{тр}=3,89 м^2 \cdot °C/Вт$.

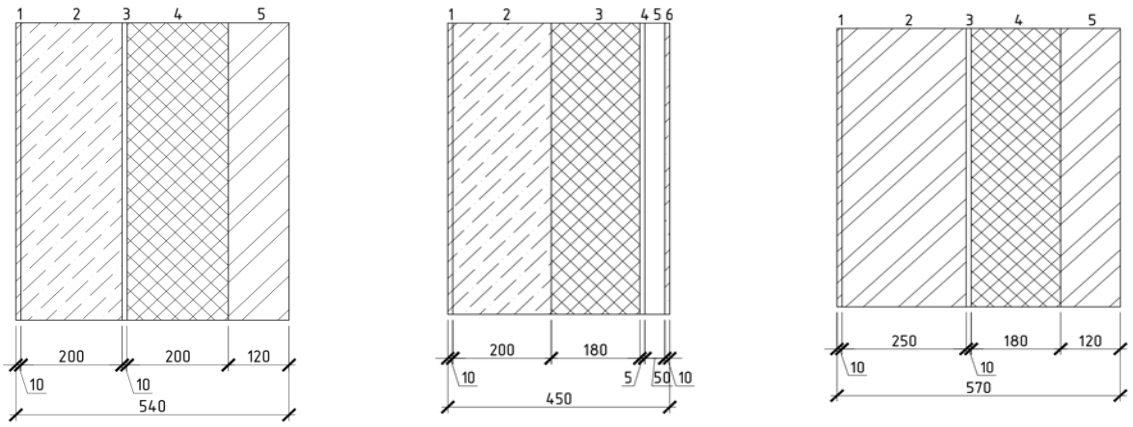
Теплорасчёт стены № 3 показал, что выбранный вариант имеет самый большой запас по термическому сопротивлению, при наибольшей толщине стены равной $t_{стены}$=570 мм.

Варианты конструктивных решений ограждающей стены

№ п/п	Наименование слоя	Толщина δ,мм	Коэффициент теплопроводности λ, Вт/м·°С	Коэффициент паропроницаемости μ, мг/(м·ч·Па)
Вариант №1: «Стена из пеноблоков с облицовкой из силикатного кирпича»				
1	Известково-песчаный раствор	10	0,93	0,09
2	Кладка из пеноблоков	200	0,22	0,11
3	Клеевой состав	10	0,68	0,15
4	Утеплитель минераловатный «Техновент»	200	0,055	0,32
5	Кладка из силикатного кирпича	120	0,8	0,11
Вариант №2: «Вентилируемый фасад»				
1	Известково-песчаный раствор	10	0,93	0,09
2	Кладка из пеноблоков	200	0,22	0,11
3	Утеплитель из каменной ваты «Rockwool»	180	0,036	0,3
4	Мембрана «Rockwool»	0,5	0,3	0,79
5	Воздушная прослойка	50	0,294	-
6	Облицовочные плиты «Rockpanel Stones»	10	2,5	-
Вариант №3: «Стена из керамического кирпича с облицовкой из силикатного кирпича»				
1	Известково-песчаный раствор	10	0,93	0,09
2	Кладка из сплошного керамического кирпича	250	0,75	0,11
3	Клеевой состав	10	0,68	0,15
4	Утеплитель из каменной ваты «Rockwool»	180	0,036	0,3
5	Кладка из силикатного кирпича	120	0,8	0,11

Все рассмотренные варианты удовлетворяют требованиям п.5.1 [2] и соответствуют требованию по теплопередаче.

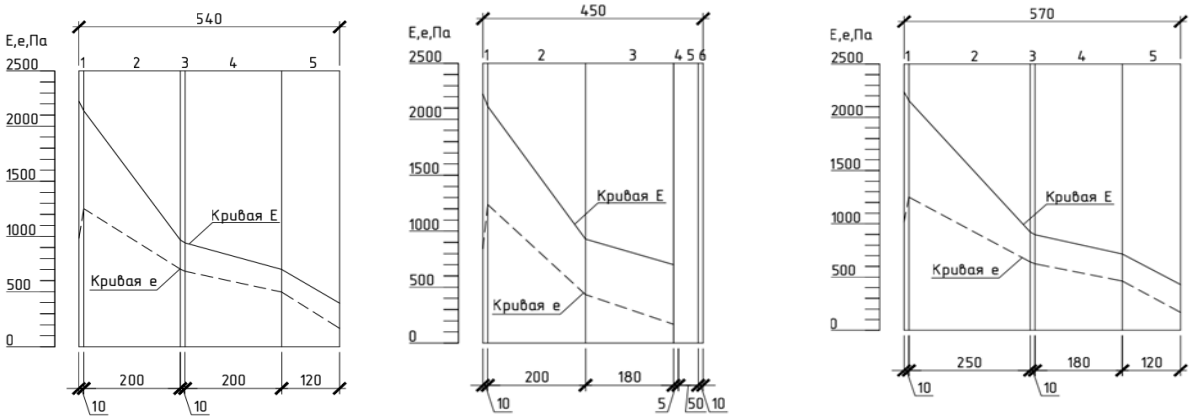
Произведём расчёт на паропроницаемость по [4] и построим графики распределения максимального водяного давления E_i водяного пара и график изменения действительного парциального давления водяного пара e_i по толще стены для наглядности.



а б в

Рис.1. Конструкция стены:
а) стена из пеноблоков с облицовкой из силикатного кирпича; б) вентилируемый фасад; в) стена из керамического кирпича с облицовкой из силикатного кирпича.

Как видно из рис.2 *а, б, в* кривые не пересекаются. Это означает, что в рассматриваемых ограждающих конструкциях образование конденсата водяного пара невозможно.



а б в

Рис. 2. Графики распределения максимального водяного давления E_i водяного пара и график изменения действительного парциального давления водяного пара e_i по толще стены:
а) стена из пеноблоков с облицовкой из силикатного кирпича; б) вентилируемый фасад; в) стена из керамического кирпича с облицовкой из силикатного кирпича.

Рассмотренные варианты ограждающих конструкций при различных вариантах слоев, отвечают требованиям сопротивлению теплопередаче и сопротивлению паропроницаемости. Выбор оптимального варианта, при этих параметрах, сводится к выбору, наиболее подходящему в архитектурно-художественном смысле. Помимо этого, немаловажную роль играет обеспечение экологичности, огнестойкости, экономичности, соблюдение санитарно-гигиенических условий эксплуатации. Так же, стоит обращать внимание на технологические аспекты: индустриальность, удобство монтажа и принцип использования местных сырьевых ресурсов.

Список литературы

1. СП 131.13330.2012. Строительная климатология. Актуализированная версия СНиП 23-01-99* (с Изменениями N 1, 2) / М.: Минрегион России, 2015. 124 с.
2. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003 / М.: Минрегион России, 2012. 139 с.
3. ГОСТ Р 54851-2011. Конструкции строительные ограждающие неоднородные. Расчет приведенного сопротивления теплопередаче /М.: Стандартинформ, 2012. 28 с.
4. СП 23-101-2004. Проектирование тепловой защиты зданий / ОАО «ЦНИИпромзданий» и ФГУП ЦНС. – М.: ФГУП ЦНС, 2004. 151 с.
5. Rockwool [Электронный ресурс] / URL: https://www.rockwool.ru/ (дата обращения: 20.04.2019).
6. Техновент [Электронный ресурс] / URL: https://www.tn.ru/catalogue/kam_vat/tehnovent/ (дата обращения: 20.04.2019).

УДК 693.8

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ СРАВНЕНИЕ ВАРИАНТОВ МОНТАЖА МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ РАМЫ

Зобкова Наталья Владимировна, Иванов Илья Игоревич

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., Россия, e-mail: zobkovanv@yandex.ru, moder5511@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрены варианты производства работ по монтажу металлической рамы здания со стальным каркасом. По итогам расчета приведены результаты технико-экономического сравнения с целью выбора наиболее целесообразного и эффективного варианта осуществления монтажа конструкции.

Ключевые слова: металлическая рама, технико-экономическое сравнение, приведенные затраты, экономический эффект, монтаж

TECHNICAL AND ECONOMIC COMPARISON OF INSTALLATION OPTIONS OF THE METAL FRAME

Zobkova Natalya Vladimirovna, Ivanov Ilya Igorevich

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Russia, e-mail: zobkovanv@yandex.ru, moder5511@mail.ru

Abstract. The article discusses options for the production of works on the installation of a metal frame of a building with a steel frame. According to the results of the calculation, the results of the technical and economic comparison are presented in order to select the most appropriate and effective option for the installation of the structure.

Keywords: metal frame, technical and economic comparison, reduced costs, economic effect, installation

Решение задач повышения эффективности капитального строительства выполняется на всех стадиях осуществления строительства, в том числе проектировании технологии и организации производства работ.

Снижение ресурсоёмкости и сокращение сроков строительства можно достичь за счет принятия эффективных методов производства работ. Поэтому, для получения наиболее целесообразного решения в проекте, следует разрабатывать несколько конкурентоспособных вариантов для определения эффективности внедрения технического решения путём сопоставления полученных экономических результатов и связанных с ними затрат, в том числе трудоёмкости выполнения работ.

С целью выбора варианта, способного дать наибольший экономический эффект, выполнено технико-экономическое сравнение трёх вариантов производства работ по монтажу металлических рам пролётом 24 м. Основными критериями оценки эффективности варианта были приняты: приведённые затраты, себестоимость, трудоёмкость и машиноёмкость работ.

Основой для исследования является технология производства работ по монтажу металлической рамной конструкции физкультурно-оздоровительного комплекса, состоящего из блока физкультурно-оздоровительного зала, блока бассейна и перехода между ними.

Конструктивная схема здания каркасная. Основу каркаса составляют стальные однопролётные поперечные рамы с наклонным ригелем пролётом 24 м, высотой 10,1 м в уровне конька, массой 4,8 т. Шаг рам 6 м.

Металлическая рама запроектирована из сварных трехлистовых двутавров с переменной высотой стенки.

Для выбора наиболее эффективного варианта монтажа металлической рамы рассматривается три способа производства работ:

– 1 вариант: укрупнительная сборка и монтаж укрупнённой рамной конструкции автомобильным краном Liebherr LTM 1030;

– 2 вариант: укрупнительная сборка в полурамы и монтаж полурам автомобильным краном Клинцы КС-45719 с использованием временной опоры в середине пролёта;

– 3 вариант: поэлементный монтаж автомобильным краном Углич КС-45722 с использованием автоподъемника АП-17.

Рассматриваемые варианты отвечают необходимым требованиям для осуществления их экономического сравнения:

1. Варианты должны быть сопоставимы и взаимозаменяемы по техническим критериям. Рассматриваемые варианты ставятся в оптимальные для них условия с учётом времени, качества, которые обеспечивают наилучшие технико-экономические показатели.

2. Варианты должны обеспечивать одинаковый производственный эффект.

3. Варианты должны обеспечивать единство методов расчёта, единые уровни цен и сопоставимые показатели себестоимости.

4. Варианты должны обеспечивать одинаковую достоверность исходной информации и достижение одинаковой степени точности при выполнении расчётов.

5. Варианты должны быть сопоставимы по уровню воздействия на окружающую среду.

Тождественность по всем перечисленным показателям сводит различия между рассматриваемыми вариантами только к различию в затратах, вызванных производством работ.

Основными технико-экономическим показателями монтажных работ являются:

– прямые затраты:

$$\mathbf{ПЗ=(З_{раб}+С_{м\text{-}ч}\cdot N_{м\text{-}ч})\cdot И,}$$

где $З_{раб}$ – заработная плата рабочих строителей, руб;

$С_{м\text{-}ч}$ – цена машино-часа, руб;

$N_{м\text{-}ч}$ – кол-во машино-часов работы машиниста крана, маш-ч.;

И – средний индекс перевода цен из базисного уровня в текущий.

– накладные расходы:

$$\mathbf{НР=(Н_з+Н_т+Н_{пм})+(Н_б+Н_{см}),}$$

где $Н_з$, $Н_т$, $Н_{пм}$ – составляющие накладных расходов, соответственно зависящие от основной заработной платы, от трудоемкости и от продолжительности монтажа, руб.;

$Н_б$, $Н_{см}$ – составляющие накладных расходов, соответственно зависящие от затраты на бензин, от затраты на смазочные материалы.

При сравнении вариантов выбор наиболее экономичного из них осуществляем по методу приведённых затрат. Наиболее экономичным будет тот вариант, при котором обеспечиваются минимальные приведенные затраты:

$$\mathbf{П= С+П_{кр.}=(ПЗ+НР)+П_{кр.}=}$$

$$\mathbf{=(ПЗ+НР)+С_{кр}+Е_н\cdot К\cdot Т=(ПЗ+НР)\cdot 1{,}08\cdot(С_е+С_{год}\cdot\frac{t_{см}}{t_{год}}+8\cdot С_р\cdot t_{см})+Е_н\cdot К\cdot Т,}$$

где $С_е$ – единовременные затраты, связанные с созданием условий для работы машин на площадке, руб.;

$С_{год}$ – годовые затраты (амортизационные отчисления);

$С_Т$ – текущие эксплуатационные затраты на 1 машино-час работы, руб.;

$П_{кр.}$ – приведённые затраты по эксплуатации монтажного крана;

$Т_{см}$ – количество смен работы кранов на монтаже каркаса, (в см);

$Т_{год}$ – годовое количество смен работы кранов, при 2-сменной работе – 520;

1,08 – коэффициент, учитывающий накладные расходы;

8 – количество машино-часов в смену;

$Е_н$ – нормативный коэффициент экономической эффективности, (Ен= 0,12);

К – стоимость монтажных кранов, руб.;

Т – время работы монтажных кранов на монтаже каркаса в годах.

Машиноёмкость и трудоемкость работ определяется из калькуляции затрат труда и машинного времени на укрупнение, а также установку конструкции и измеряется в маш-ч. и чел-ч. соответственно (табл.1).

Таблица 1- Калькуляция затрат труда и машинного времени

Наименование видов работ	Ед. изм.	Объем работ	$Н_{вр}$ чел-ч. маш-ч.	Затраты труда чел-дн.	Затраты маш. времени маш-см.	Состав бригады
1 вариант						
Укрупнительная сборка рамных конструкций автомобильным краном	1 элемент	19	0,198 0,044	0,47	0,1	Монтажники конструкций: 6 разр.-1 5 разр.-1 4 разр.-2 3 разр.-1 Машинист 6 разр.-1
То же	1 т	88,7	0,605 0,121	6,7	1,34	
Монтаж рамных конструкций автомобильным краном на высоте до 25 м	1 элемент	19	0,33 0,11	0,78	0,26	
То же	1 т	88,7	1,1 0,363	12,2	4,02	
Итого:				**20,15**	**5,72**	
2 вариант						
Укрупнительная сборка элементов в полурамы автомобильным краном	1 элемент	19	0,198 0,044	0,47	0,1	Монтажники конструкций: 6 разр.-1 5 разр.-1 4 разр.-2 3 разр.-1 Машинист 6 разр.-1
То же	1 т	88,7	0,605 0,121	6,7	1,34	
Монтаж полурам автомобильным краном на высоте до 25 м	1 элемент	19	0,33 0,11	0,78	0,26	
То же	1 т	88,7	1,1 0,363	12,2	4,02	
Установка монтажной вышки автомобильным краном	1 шт	1	0,407 0,209	0,05	0,026	
Перестановка монтажной вышки автомобильным краном	1 шт	19	0,495 0,242	1,175	0,57	
Итого:				**21,375**	**6,316**	
3 вариант						
Монтаж стоек рамы	1	38	0,33	1,57	0,52	Монтажники

Наименование видов работ	Ед. изм.	Объем работ	$Н_{вр}$ чел-ч. маш-ч.	Затраты труда чел-дн.	Затраты маш. времени маш-см.	Состав бригады
автомобильным краном на высоте до 25 м	элемен т		0.11			конструкций: 5 разр.-1 4 разр.-1 3 разр.-1 Машинист 6 разр.-1
То же	1 т	32,87	1,1 0,363	4,52	1,49	
Монтаж ригелей рамы автомобильным краном на высоте до 25 м	1 элемен т	38	0,33 0.11	1,57	0,52	
То же	1 т	52,83	1,1 0,363	7,68	2,54	
Итого:				**15,34**	**5,07**	

Результаты технико-экономического сравнения сведены в табл.2.

Таблица 2- Технико-экономические показатели вариантов

Наименование показателей	Ед.изм.	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	
				а*	**б***
Машиноёмкость работ	маш.-см.	5,72	6,316	5,07	5,07
Трудоёмкость работ	чел.-дн.	20,15	21,375	15,34	15,34
Себестоимость	тыс. руб.	239,068	267,679	464,273	264,294
Приведённые затраты	тыс. руб.	293,532	315,715	511,124	311,144

* а – приведённые затраты с учётом арендной платы и цены маш-ч. машиниста автоподъёмника; б – приведённые затраты при наличии автоподъёмника и цены маш-ч. машиниста автоподъёмника.

На основе полученных результатов сравнения можно сделать вывод о том, что использование 1-го варианта монтажа наиболее целесообразно и эффективно в связи с наименьшими приведенными затратами, машиноёмкостью и трудоёмкостью работ.

Список литературы

1. Степанова И.С. Экономика строительства: Учебник для академического бакалавриата 4-е изд., пер. и доп. М.: Юрайт, 2016. 448 с.

2. Юдина А. Ф. Металлические и железобетонные конструкции. Монтаж: учебник для вузов. 2-е изд., испр. и доп. М.: Юрайт, 2018. 302 с.

3. СП 70.13330.2012 Несущие и ограждающие конструкции. Актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87 (с Изменениями N 1, 3).

4. ФЕР 81-02-09-2001. Сборник 9. Строительные металлические конструкции. Раздел 1.Здания и каркасы зданий. М., 2017. 31 с.

5. ФСЭМ 81-01-2001. Федеральный сборник сметных норм и расценок на эксплуатацию строительных машин и автотранспортных средств М., 2017.

УДК 699.865

АНАЛИЗ ПРИМЕНЯЕМЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ТЕПЛОЭФФЕКТИВНЫХ НАРУЖНЫХ СТЕН ЗДАНИЙ

Иванов Дмитрий Сергеевич, Дюндин Владислав Эдуардович, Павлова Ирина Леонидовна, Кочергина Мария Петровна

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., Россия, e-mail: dmitriy642010@mail.ru, pengineervlad@gmail.com, pavlovail29@mail.ru, m-kochergina@list.ru

Аннотация. Рассмотрены основные конструктивные решения современных наружных стен зданий, проведена оценка достоинств и недостатков применяемых технических решений наружных стеновых ограждений.

Ключевые слова: наружные стены, утепление, тепловая защита, теплоизоляция стен, теплопотери

THE ANALYSIS APPLIED STRUCTURAL AND TECHNOLOGICAL SOLUTIONS FOR THERMAL EFFICIENCY OF EXTERIOR WALLS OF BUILDINGS

Ivanov Dmitry Sergeevich, Dunedin Vladislav Eduardovich, Pavlova Irina Leonidovna,Kochergina Maria Petrovna

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Russia, e-mail: dmitriy642010@mail.ru, pengineervlad@gmail.com, pavlovail29@mail.ru, m-kochergina@list.ru

Abstract. The basic design solutions of modern external walls of buildings are considered, the assessment of advantages and disadvantages of the applied technical solutions of external walls is carried out.

Keywords: exterior walls, insulation, thermal protection, thermal insulation of walls, heat loss

Повышение энерго- и ресурсосбережения нового жилого и реконструкция старого жилого фонда является одним из приоритетных направлений энергосбережения в сфере ЖКХ. В настоящее время в России эксплуатируются здания с наружными ограждающими конструкциями, не отвечающими современным нормативно-техническим требованиям.

Проблемами теплозащиты стеновых ограждений зданий занимались такие авторы как Седип С. С. [1], С.В. Корниенко [2,3], Е.Г. Малявина [4], В.Г. Гагарин [5], В.В. Козлов [6], А.С. Ваценко, А, М. Шепелев, Д.Г. Одинцов и др.

Вопросам повышения энергоэффективности зданий путем совершенствования конструктивных решений зданий посвящены статьи [2,4]. Исследованиям теплотехнических свойств теплоизоляционного фасада с тонким штукатурным слоем в зоне расположения дюбеля посвящена работа [6]. Проблемы повышения теплозащиты за счет снижения теплопотерь через теплотехнически неоднородные участки ограждающих конструкций подробно рассмотрены в статьях [3,5]. Исследование теплоизоляционных материалов на основе полистирола проведено в работе [7]. Сравнительная оценка штукатурных фасадов и фасадов, утепленных термопанелями, приведена в статье [8]. В работе [9] рассмотрены технические решения совершенствования технологии производства работ по утеплению вентилируемых фасадов.

Требования нормативных документов по теплозащите наружных стен зданий регламентируют вновь возводимые здания проектировать многослойными с применением эффективных утеплителей. Конструкции стеновых ограждений и толщина утеплителя должны соответствовать климатическому району строительства и сохранять теплозащитные свойства в течение всего периода эксплуатации здания [10].

В Саратовской области в настоящее время применяются следующие основные конструктивные решения теплоэффективных наружных стен: трёхслойная крупнопанельная стена, трёхслойная стена по системе «вентилируемый фасад» и штукатурный фасад.

Целью данной работы является анализ факторов, оказывающих влияние на эксплуатационную надежность и долговечность многослойных теплоэффективных наружных стен зданий.

Конструкция многослойного стенового ограждения состоит из трех основных функциональных слоёв: конструкционного, теплоизоляционного и защитно-отделочного.

Для теплоизоляционного слоя необходимо применять материалы с низкими плотностью и теплопроводностью и высокой паропроницаемостью. При выборе теплоизоляционного материала необходимо учитывать конструктивное решение стенового ограждения, долговечность утеплителя, его массу и стоимость. Для надежной длительной работы наружного стенового ограждения следует применять материалы с одинаковой долговечностью.

Трёхслойная крупнопанельная стена состоит из внутреннего и внешнего несущих слоев, связанных между собой связями. Недостатками крупнопанельного домостроения являются: образование грибковой плесени на внутренних поверхностях стен в зоне стыков панелей вследствие некачественно выполненных межпанельных стыков, неремонтопригодность. К достоинствам можно отнести: применение готовых стеновых панелей высокого качества, исключение накопления влаги внутри утеплителя, сравнительно невысокую стоимость квартир.

Конструкция **стенового ограждения «Вентилируемый фасад»** состоит из внутреннего несущего слоя, металлофурнитуры, теплоизоляционного слоя, воздушной прослойки и облицовочного слоя.

К достоинствам конструкции можно отнести всесезонность производства работ из-за отсутствия «мокрых» процессов; относительную простоту ремонтных работ; удаление влаги за счёт интенсивной циркуляции воздуха в воздушной прослойке, создание современного архитектурного облика зданий, долговечность.

Недостатки вентилируемых фасадов - необходимость тщательного выбора вида теплоизоляционного материала с учетом его паропроницаемости, увеличенная толщина теплоизоляционного слоя из-за низкого коэффициента теплотехнической однородности стены, обеспечение коррозионной стойкости и долговечности силовых навесок, вероятность блокирования воздушных прослоек между экраном и теплоизоляцией снегом, льдом в силу значительной площади зазоров и щелей в структуре элементов [9], высокая трудоёмкость работ, высокая стоимость.

Штукатурный фасад. В качестве теплоизоляции применяются плотные жёсткие утеплители (пенополистирол, минераловатные плиты повышенной жёсткости), по которым возможно устройство штукатурных слоёв. В штукатурном фасаде утеплитель эксплуатируется в наиболее оптимальных условиях (утеплитель надежно закреплен, полностью защищен от агрессивных факторов внешней среды, обеспечена паропроницаемость конструкции). Штукатурный фасад применяется как при новом строительстве, так и при необходимости повышения теплозащиты уже возведённых зданий, в том числе со сложной архитектурой. Данная система обладает высокой ремонтопригодностью.

Недостатками являются низкая долговечность, высокая трудоёмкость работ (подмащивание, многооперационность технологического процесса), производство работ только в летнее время (при температуре наружного воздуха не ниже $+5^0$С, имеются ограничения по работе при ветре, дожде, на ярко освещенных солнцем поверхностях).

Таким образом, применяемые конструктивные и технологические решения теплоэффективных наружных стен современных зданий имеют недостатки, связанные с качеством применяемых материалов, конструктивными несовершенствами проектных решений и высокой трудоемкостью работ. Существующие проектные решения стеновых ограждений требуют доработки. Ряд дефектов может быть устранён в процессе эксплуатации с восстановлением эксплуатационной пригодности конструкций.

Список литературы

1. Седип С. С. Технология утепления наружных стен жилых крупнопанельных зданий в условиях Республики Тыва : диссертация кандидата технических наук : 05.23.08. - Санкт-Петербург, 2007. - 153 с. : ил.

2. Корниенко С.В. Проблемы теплозащиты наружных стен современных зданий // Интернет-вестник ВолгГАСУ. Сер.: Политематическая. 2013. Вып. 1(25). URL: http://vestnik.vgasuru//attachments/Kornienko-2013_1(25)_1.pdf

3. Корниенко С.В. Температурно-влажностный режим наружных стен с вентилируемым фасадом // Academia. Архитектура и строиетельство. 2009. №5. С.389-394.

4. Малявина Е.Г. Строительная теплофизика и проблемы утепления современных зданий // АВОК. 2009.№1.

5. Гагарин В.Г. Теплофизические проблемы современных стеновых ограждающих конструкций многоэтажных зданий // Academia. Архитектура и строиетельство. 2009. №5. С.297-305.

6. Козлов В.В. Исследование теплотехнических свойств теплоизоляционного фасада с тонким штукатурным слоем в зоне расположения дюбеля // Academia. Архитектура и строиетельство. 2009. №5. С.346-355.

7. Исследование теплоизоляционных материалов на основе полистирола / М.М. Полянский, С.А. Пименов, М.П. Кочергина, Н.Н. Фомина // Ресурсоэнергоэффективные технологии в строительном комплексе региона. 2017. С. 168-172.

8. Сравнение технико-экономической эффективности вариантов утепления фасадов / И.Л. Павлова, Р.О. Куликов // Ресурсоэнергоэффективные технологии в строительном комплексе региона. 2015. С. 210-212.

9. Козлов Н. А. Способы утепления фасадов домов / Н.А.Козлов, Т.М. Лишенко, А.Ю. Касатов // Ресурсоэнергоэффективные технологии в строительном комплексе. 2016. - С. 182-184.

10. СНиП 23-02-2003. Тепловая защита зданий. М.: ФГУП ЦПП,2003.

УДК 691.322

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ВЫСОКОПРОЧНЫХ БЕТОНОВ

Иващенко Юрий Григорьевич, Тимохин Денис Константинович, Павлова Ирина Леонидовна, Осипова Ольга Александровна

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., Россия, e-mail: psk@sstu.ru

Аннотация. В статье представлен обзор, связанный экономической эффективность применения высокопрочных бетонов при строительстве монолитных зданий и сооружений. Рассмотрены общие вопросы, связанные с использованием высокопрочными бетона в России.

Ключевые слова: высокопрочный бетон, экономическая эффективность, стоимость, колонны

EFFICIENCY OF THE USE OF HIGH-STRENGTH CONCRETE

Ivashchenko Yuri Grigorievich, Timokhin Denis Konstantinovich, Pavlova Irina Leonidovna, Osipova Olga Aleksandrovna

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Russia, e-mail: psk@sstu.ru

Abstract. The article presents an overview of the associated economic efficiency of the use of high-strength concrete in the construction of monolithic buildings and structures. Considered general issues related to the use of high-strength concrete in Russia.
Keywords: high-strength concrete, economic efficiency, cost, columns

Железобетон, начиная с середины 50-х годов прошлого столетия, стал и становится основным строительным материалом, применяемым в строительстве жилья, объектов соцкультбыта, промышленном строительстве, в эффективном освоении территорий со сложными климатическими условиями [1].

Вопросы дальнейшего совершенствования и развития технологий бетона и железобетона рассматриваются и реализуются во многих странах. Ежегодное мировое производство бетона и железобетона превышает 4 миллиарда кубометров и в производстве строительной продукции никакой другой продукт не изготавливается в таких объемах, сохраняется лидирующая их роль в строительстве в XXI веке.

Производство бетона и железобетона в России в настоящее время составляет около 30 млн. $м^3$/год и все в больших объемах обычные бетоны замещаются высокоэффективными модифицированными многокомпонентными составами, что обуславливает возможность получения материала с комплексом заданных свойств, управления структурообразованием на всех этапах технологического процесса [2].

Монолитное и сборно-монолитное домостроение в структуре строительного комплекса городов вносит определенное влияние на формирование облика архитектуры, эффективное освоение подземного пространства, решение земельных отношений при возведении зданий повышенной этажности. Монолитный железобетон обладает рядом преимуществ по сравнению с металлопрокатом по показателям теплопроводности, высокой пожаростойкости, незначительной деформативности зданий [3]. В последние годы расширяется применение высокопрочного бетона, прочностью на сжатие 60 МПа и выше, что позволяет снизить материалоемкость конструкции зданий и сооружений и решить вопросы повышения их эксплуатационной надежности.

В разработке высокопрочных бетонов, как за рубежом так и в стране, сформированы направления, включающие применение высококачественных цементов, высокопрочных фракционированных заполнителей, химических и минеральных добавок, фиброармирующих элементов [4, 5].

Организационно-технологические инновации, нацеленные на создание, применение новых, усовершенствованных технологий реализуются в строительном производстве, в частности в монолитном домостроении, удельный вес которого достигает 40% и направлены на реализацию программных задач по увеличению объемов в жилищном строительстве в 2020 году в Саратовской области планируется ввести свыше 1,5 млн. $м^2$, в российской Федерации к 2024 году до 120,0 млн. $м^2$ жилья.

Опыт проектирования и эксплуатации высотных зданий свидетельствует о преимуществах использования высокопрочного бетона в конструкциях колонн по сравнению с вариантом конструкций из бетона средней прочности. К числу этих преимуществ можно отнести следующие:

−возможность существенного уменьшения размеров поперечного сечения колонн и, соответственно, уменьшения материалоемкости конструкций при одновременном увеличении свободной площади помещений;

−возможность быстрого распалубливания конструкций, сокращения сроков возведения здания и упрощения опалубочных работ благодаря способности высокопрочного бетона к быстрому набору прочности в раннем возрасте.

Исследования эффективности применения сверхвысокопрочного бетона, проведенные в НИИЖБ, показали, что при использовании бетонов прочностью 110-137 МПа взамен бетонов классов В40-В60 расход бетона снижается на 30-70 %, а расход арматуры на 15-25 % .

Для анализа экономической эффективности использования высокопрочного бетона в колоннах многоэтажных зданий были рассчитаны стоимостные показатели монолитных каркасных конструкций 15-этажных зданий, которые наряду с 20-этажными зданиями получили наибольшее распространение в монолитном домостроении. Рассматривались плоские четырехпролетные рамы с жесткими узловыми соединениями. Пролеты перекрытий были приняты равным 4,6; 7,6 и 10,7 м, как получившие наибольшее распространение в жилых, административных и торговых зданиях. Высота этажа 3,6 м. Расчетная нагрузка от собственной массы для перекрытий разных пролетов составляла соответственно 3,35; 3,51 и 7,66 Н/м. Расчетная временная нагрузка для каждого пролета перекрытий принималась равной 2,39; 4,79 и 6,73 кН/м^2.

Для каждого случая временной вертикальной нагрузки были приняты два варианта горизонтальной нагрузки (от сейсмического воздействия), приложенной в уровнях перекрытий и составлявшей 4 или 8 % от вертикальной нагрузки. При каждом сочетании вертикальной и горизонтальной нагрузок были рассчитаны колонны из бетона прочностью 28, 55 и 83 МПа. Для сопоставления были проведены аналогичные расчеты железобетонных каркасов пятиэтажных зданий. Всего было рассмотрено 108 расчетных вариантов.

Колонны имели прямоугольное сечение размерами 300х300мм, 460х460 мм, 610х610 мм и 910х910 мм одинаковое по всей высоте здания. Для армирования колонн применялась сталь с пределом текучести 418 МПа. Расчет колонн был выполнен с учетом максимального коэффициента армирования, равного 8 % для пятиэтажных зданий при минимальной прочности бетона 28 МПа. Геометрические характеристики и параметры армирования колонн представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Геометрические характеристики и параметры армирования колонн

Наименование показателя	Характеристики колонн сечением, мм			
	300x300	460x460	610x610	910x910
Площадь опалубливаемой поверхности колонн, $м^2$, в пределах этажа	4,44	6,66	8,88	13,2
Пролет, м				
Для 5-этажных здания	4,6	7,6	10,7	-
Для 15-этажных зданий	-	4,6	7,6	10,7
Коэффициент армирования, %, для 5-этажных зданий				
При прочности бетона				
28 МПа	8,00	8,00	8,00	-
55 МПа	5,92	5,43	4,65	-
83 МПа	4,37	3,38	1,97	-
Коэффициент армирования, %, для 15-этажных зданий				
При прочности бетона				
28 МПа	-	8,00	8,00	8,00
55 МПа	-	5,00	4,46	3,35
83 МПа	-	3,31	1,76	1,07

При проведении анализа стоимостных показателей колонн из высокопрочного бетона были обобщены результаты ранее выполненных технико-экономических исследований по этой проблеме, в которых выявлена эффективность применения высокопрочного бетона в конструкциях высотных зданий при воздействии вертикальных нагрузок. Особенностью вновь проведенных исследований являлся учет совместного действия вертикальных и горизонтальных нагрузок на конструкции из высокопрочного бетона. При анализе в качестве основных статей расхода приняты:

– стоимость опалубочных работ при использовании фанерных опалубочных щитов и стальных (или деревянных) элементов крепления;

– стоимость бетона колонн и перекрытий с учетом стоимости укладки бетона;

– стоимость временных стоек, поддерживающих опалубку в процессе бетонирования конструкций.

Стоимость арматурной стали составляла: от 37700 до 40300 руб. за 1 т при диаметре стержней 9-22 мм и от 21450 до 27300 руб. за 1 т при диаметре стержней 25-57 мм.

Стоимость бетона (как материала) от 3900 до 6630 руб. за 1 $м^3$ при прочности бетона от 28 до 83 МПа.

Стоимость укладки бетона в колонны (с учетом стоимости лабораторных исследований и оборудования) составляла 1020,5 руб. за 1 $м^3$ для колонн сечением 910x910 мм и 3133 руб. за 1 $м^3$ для колонн 300x300 мм.

Осредненные результаты проведенного стоимостного анализа конструкций колонн из высокопрочного бетона, а также бетона обычной (средней) прочности приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Осредненные результаты проведенного стоимостного анализа конструкций колонн\

Основные статьи расходов	Стоимость конструкций, руб./м^3, при сечении колонн, мм			
	300x300	460x460	610x610	910x910
5-этажные здания				
При прочности бетона 28 МПа				
Опалубка	30556,5	19818,5	14496,95	-
Армирование	42833,7	42815,5	42818,75	-
Бетон колонн	7055,75	6307,6	5487,95	-
Бетон перекрытий	-	-	-	-
Поддерживающие конструкции	-	-	-	-
Итого:	80445,95	68941,6	62803,65	-
При прочности бетона 55 МПа				
Опалубка	30556,5	19818,5	14496,95	-
Армирование	30189,9	27680,9	23652,2	-
Бетон колонн	8168,55	7421,05	6600,75	-
Бетон перекрытий	4801,55	2739,1	1994,2	-
Поддерживающие конструкции	- 4817,8	- 2141,1	- 1203,8	-
Итого:	68898,7	55517,8	45540,3	-
При прочности бетона 83 МПа				
Опалубка	30556,5	19818,5	14496,95	-
Армирование	22293,7	16666,65	9705,8	-
Бетон колонн	9757,15	9009,65	8189,35	-
Бетон перекрытий	5993	3768,7	2947,1	-
Поддерживающие конструкции	-9634,95	- 4281,55	- 2408,25	-
Итого:	58965,4	44981,3	32930,95	-
15-этажные здания				
При прочности бетона 28 МПа				
Опалубка	-	19818,5	14496,95	9236,5
Армирование	-	42815,5	42818,75	42818,75
Бетон колонн	-	6307,6	5487,95	4960,8
Бетон перекрытий	-	-	-	-
Поддерживающие конструкции	-	-	-	-
Итого:	-	68941,6	62803,65	57016,05
При прочности бетона 55 МПа				
Опалубка	-	19818,5	14496,95	9236,5
Армирование	-	25498,2	21984,95	16511,95
Бетон колонн	-	7421,05	6600,75	6073,6
Бетон перекрытий	-	2451,15	1790,1	970,45
Поддерживающие конструкции	-	- 2141,1	- 1203,8	- 534,95
Итого:	-	53047,8	43668,3	32257,55
При прочности бетона 83 МПа				
Опалубка	-	19818,5	14496,95	9236,5
Армирование	-	16315,65	8671,65	5276,7

Основные статьи расходов	Стоимость конструкций, руб./м^3, при сечении колонн, мм			
	300х300	460х460	610х610	910х910
Бетон колонн	-	9009,65	8189,35	7662,2
Бетон перекрытий	-	3068,65	2451,8	1485,9
Поддерживающие конструкции	-	- 4281,55	- 2408,25	- 1070,55
Итого:	-	43930,25	31400,85	22590,1

Данные таблицы показывают, что при принятой одинаковой стоимости опалубочных работ для колонн из бетона различной прочности стоимость армирования колонн из бетона прочностью 55 МПа и особенно прочностью 83 МПа существенно ниже, чем для колонн из бетона прочностью 28 МПа как для 5-этажных, так и для 15-этажных зданий.

Стоимость бетонных работ при возведении колонн и перекрытий из высокопрочного бетона несколько выше, чем для конструкций из бетона прочностью 28 МПа, а связи с более высокой стоимостью высокопрочного бетона.

При применении высокопрочного бетона снижается продолжительность использования временных конструкций, поддерживающих опалубку перекрытий, что позволило получить существенную экономию по этой статье затрат.

Общая сумма затрат на конструкции зданий снижается на 26 % при применении бетона прочностью 55 МПа и на 42 % при применении бетона прочностью 83 МПа по сравнению с конструкциями из бетона прочностью 28 МПа. Стоимость армирования при фиксированном сечении колонн по высоте здания снижается соответственно на 40 и 67 %.

Список литературы

5. Бетон и железобетон. Возможности совершенствования // http://rushkolnik.ru URL: http://rushkolnik.ru/docs/index-24981313.html (дата обращения: 06.05.2019).

6. Иващенко, Ю.Г. Механоактивированные модифицирующие добавки для строительных композитов / Ю.Г. Иващенко, С.А. Евстигнеев, А.В. Страхов, Д.К. Тимохин // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2013. № 3. С. 47-52.

7. Иващенко, Ю. Г. Цементные бетоны для монолитного домостроения с использованием искусственных минеральных добавок / Ю. Г. Иващенко, Н. А. Козлов // Ресурсоэнергоэффективные технологии в строительном комплексе региона. 2011. - С. 43-46.

8. Иващенко, Ю.Г. Структурообразующие факторы вяжущих систем с минеральными наполнителями / Ю.Г. Иващенко, Д.К. Тимохин, А.В. Страхов, С.А. Евстигнеев // Вестник Волжского регионального отделения : сб. науч. тр. - Н. Новгород, 2013. - Вып. 16. - С. 260-263.

9. Иващенко, Ю. Г. Модифицирующее действие органических добавок на цементные композиционные материалы / Ю. Г. Иващенко, Д. К. Тимохин, А. В. Страхов // Вестник Саратовского государственного технического университета. - 2012. - № 68, Ч. 2. - С. 202-205.

УДК 624.9

ОСОБЕННОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА ГРАЖДАНСКИХ ОБЪЕКТОВ ПРИ ОБУСТРОЙСТВЕ НЕФТЕГАЗОВЫХ ПРОМЫСЛОВ

Тухарели Владислав Димитриевич, Тухарели Анастасия Викторовна, Очиров Наран Домбаевич

Волгоградский государственный технический университет, Россия,
e-mail: mr-reb@yandex.ru

Аннотация. Современные тенденции освоения нефтегазовых месторождений неразрывно связаны с совершенствованием методов строительства не только газопромысловых, но и гражданских объектов в различных геолого-климатических условиях. Комплектно-блочные технологии в строительстве нефтегазового комплекса сокращают сроки строительства наземных объектов в 3-5 раза по сравнению с традиционным строительством (до 90-95 % строительно-монтажных работ выполняется в заводских условиях на сборочно-комплектовочных предприятиях), что является главным преимуществом метода. Использование инновационных методов строительства гражданских объектов позволит повысить темпы строительства, улучшить их технико-экономические показатели, что актуально в современных условиях развития нефтегазовой отрасли.

Ключевые слова: гражданские объекты нефтегазовой отрасли, комплектно-блочное строительство, технологические процессы строительства

FEATURES OF CONSTRUCTION OF CIVIL OBJECTS WHEN DEVELOPING THE OIL AND GAS FIELDS

Tukhareli Vladislav Dimitrievich, Tukhareli Anastasiya Viktorovna, Ochirov Naran Dombaevich

Volgograd State Technical University, Russia
e-mail: mr-reb@yandex.ru

Abstract. Current trends in the development of oil and gas fields are inextricably linked with the improvement of construction methods not only for gas fields, but also for civilian facilities in various geological and climatic conditions. Complete-block technologies in the construction of the oil and gas complex reduce the construction time of ground facilities by 3-5 times compared to traditional construction (up to 90-95% of construction and installation work is performed in factory conditions at assembly and packaging enterprises), which is the main advantage of the method. The use of innovative civil engineering construction methods will increase the pace of construction, improve their technical and economic indicators, which is important in the modern conditions of the development of the oil and gas industry.

Keywords: civil objects of oil and gas industry, complete block construction, technological processes of construction

Обустройство месторождений нефтегазового комплекса включает такой обязательный элемент, как возведение вахтового жилого городка. В труднодоступных районах Сибири, Дальнего Востока и Крайнего Севера на месте добычи углеводородов возводятся специальные поселки для временного проживания персонала, работающего на месторождениях вахтовым методом. Для полноценного функционирования таких вахтовых поселков создается инфраструктура их жизнеобеспечения: энергоснабжения, отопления, водоснабжения и водоотведения, утилизации отходов, а также необходимые здания и сооружения жилого, производственного и технического назначения.

Анализ литературных источников позволил выявить, что современные тенденции освоения нефтегазовых месторождений неразрывно связаны с совершенствованием методов строительства не только газопромысловых, но и гражданских объектов в различных геолого-климатических условиях, а также с возрастанием требований к их качеству, надёжности и скорости ввода в эксплуатацию [1-8]. Поэтому использование инновационных технологий строительства социальных объектов в нефтегазовой отрасли актуально и экономически обоснованно [9].

Рис. 1. Мобильные полевые городки (общежития в вахтовом поселке)

Строительство гражданских объектов в нефтегазовой отрасли выделяется как группа обособленного вида деятельности. При этом создание социальной инфраструктуры нефтепромысловых объектов требует особого внимания. Как правило, мобильные полевые городки строителей в нефтегазовом комплексе возводятся с комплексом бытового обслуживания (рис. 1). При освоении новых нефтяных районов в сложных климатических условиях Дальнего Востока, Сибири, Арктической зоны Российской Федерации для сокращения сроков строительства гражданских объектов, подсобных сооружений используется комплектно-блочный метод сборки зданий и сооружений в заводских условиях, перенося на строительную площадку только узловую сборку и монтаж фундаментов, [5,6, 10].

Отличительной особенностью комплектно–блочного метода строительства является агрегативность и направленность материально-технических ресурсов посредством промышленных предприятий-поставщиков, а также предприятий-заказчиков (рис.2).

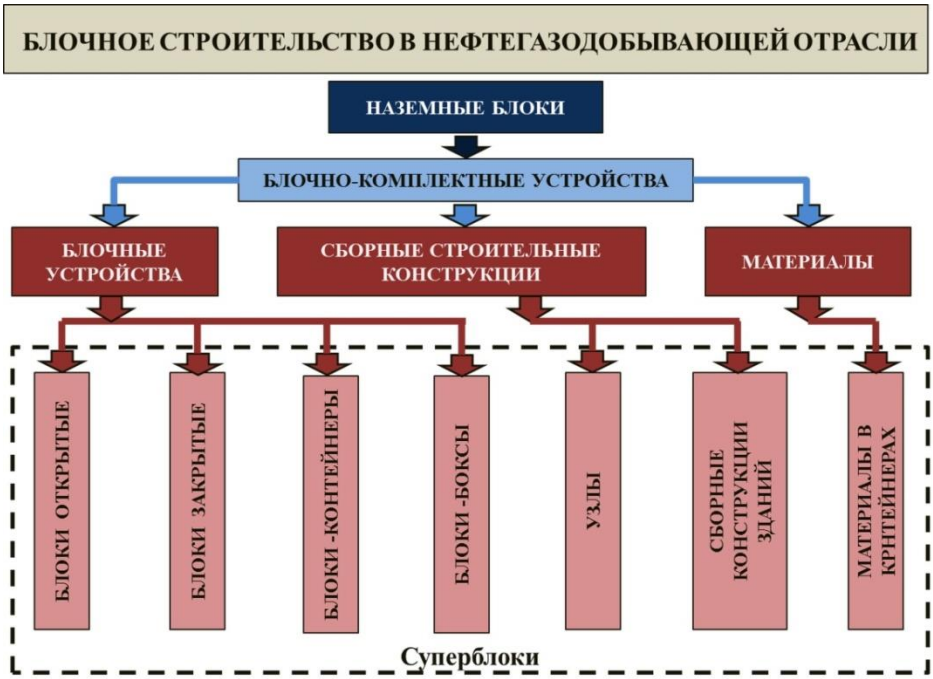


Рис. 2 Схема блочного строительства в нефтегазодобывающей отрасли

Сборочно-комплектовочные строительные организации снабжают весь объект оборудованием, блочными устройствами, конструкциями и материалами. Особенности комплектно–блочного метода строительства присутствует также и в организационно-управленческих структурах посредством создания проектно-промышленно-строительных предприятий.Технологическое обеспечение строительного производства комплектно–блочным методом ведет к снижению значимости вспомогательных технологических систем и систем инженерного обеспечения. Применение вахтового и безвахтового обслуживания обеспечивает возможность агрегатно-узлового ремонта [3, 6, 7]. Повышение эффективности комплектно-блочного метода может быть достигнуто за счет поточного долгосрочного строительства, при внедрении типовой (универсальной) технологии производства работ, где возможна организация сквозного бригадного подряда по принципу «рабочей эстафеты».

Организационная структура комплектно-блочного метода строительства зависит от конкретных технико-экономических и других условий, при этом возможные схемы агрегирования потоков материально-технических ресурсов представлены в таблице.

Комплектно-блочное строительство, формы организации

Этапы создания объекта	А	Б	Б^{I}	Б^{II}	В
Комплектование строек оборудованием	-	СКП	ПЗ	ПЗ	ПЗ
Комплектование материалами	-	СКП	ПЗ	ПЗ	ПЗ
Комплектация блочных устройств	-	СКП	СКП	СКП	ПЗ
Комплектование объекта блочными устройствами	ПП	СКП	СКП	ПЗ	-
Изготовление блочных устройств	ПП	СКП	СКП	СКП	ПБ
Транспортирование блочных устройств	ПП	СКП	СКП	СКП	ПБ
Монтаж блочных устройств и связей между ними	МО	МО	МО	МО	МО

Примечание: ПП – предприятие-поставщик оборудования; МО – организация, осуществляющая монтаж блочных устройств; СКП – сборочно-комплектовочное предприятие; ПЗ – предприятие заказчика; ПБ – производственная база на стройбалансе

Высшей стадией развития комплектно-блочного метода можно назвать форму А (таблица), где с наибольшим экономическим потенциалом все ресурсы агрегируются в машиностроительной отрасли. На создании сборочно-комплектовочных предприятий в подрядных организациях, осуществляющих строительство, основываются формы Б, Б' и Б" (табл. 1). Функции комплектования оборудованием и материалами могут быть сосредоточены как у подрядчика (форма Б), могут также быть сохранены у заказчика (форма Б'), или могут быть распределены между ними (форма Б") (табл. 1). Использование существующей производственной базы монтажных организаций обуславливают форму В (табл. 1). Организации изготавливают блочные устройства, при сохранении существующих обязанностей заказчика по комплектации блоков. Из всех перечисленных форм организации комплектно–блочного строительства для региона выбирается форма на основе технико-экономического анализа и обоснования.

Комплектно-блочные технологии в строительстве нефтегазового комплекса сокращают сроки строительства наземных объектов в 3-5 раза по сравнению с традиционным строительством (до 90-95 % строительно-монтажных работ выполняется в заводских условиях на сборочно-комплектовочных предприятиях), что является главным преимуществом метода. Значительное снижение трудоемкости монтажа на строительной площадке при повышении производительности труда при монтаже является вторым преимуществом метода комплектно-блочного строительства. Третьим преимуществом является значительное повышение качества строительства наземных объектов комплектно-блочным методом – выполнение основного объема строительно-монтажных работ производится в заводских условиях. Снижение материалоемкости наземных объектов в блочном исполнении на 10-15 % характеризует четвертое преимущество комплектно-блочной технологии. Большая компактность объектов,

снижение протяженности обслуживающих коммуникаций характеризует четвертое преимущество. Возможность широкого применения вахтового и экспедиционно-вахтового методов строительства является пятым преимуществом комплектно-блочного строительства. При этом не требуется возведение капитальных городов и поселков непосредственно в зоне строительства, что сокращает расходы на строительство[6, 9, 10].

Таким образом, предпочтение строителей отдается комплектно–блочному методу строительства в силу системности организационно–экономических и технических мероприятий по сокращению затрат труда. Значительно снижается и продолжительность строительных работ, что приводит к уменьшению капитальных затрат и повышению качества строительства. В результате использования комплектно–блочного метода строительства гражданские объекты превращаются в комплекты транспортабельных пространственных строительно-технологических блоков, в которых размещаются основные и вспомогательные технологические, энергетические, сантехнические и другие виды оборудования.

Список литературы

1. Tkachenko, A. N.; Kazakov, D. A.; Mershchiev, A. A. Quality Assurance in the Construction of Oil and Gas Facilities//Russian Journal of Building Construction and Architecture, 2017. № 3. P. 32-42.

2. Minunno R., O'Grady T., Morrison G.M., Gruner R.L., Colling M. Strategies for Applying the Circular Economy to Prefabricated Buildings// Journal of Buildings. 2018. № 8 (9). Article number: 125. URL: doi.org/10.3390/buildings8090125

3. Обустройство нефтегазовых месторождений: учеб. пособие / сост. А.К.Безуглый, С.Ю. Борхович, В.А.Аристов. Ижевск: «Удмуртский университет», 2013. 113 с.

4. Строительство нефтегазопромысловых объектов: учебно-методическое пособие/ сост. В. А.Мордвинов, Е.П. Гудков. Пермь: ПГТУ, 2000. 22 с.

5. Тухарели, В.Д., Тухарели, А.В., Очиров Н.Д. Особенности организации строительства объектов нефтегазовой отрасли// Инженерный вестник Дона. 2018. № 3. 8 с. URL: http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2018/5088.

6. Эффективность инновационного развития нефтегазового комплекса на европейском Севере: монография/ сост. А. В. Павловская. Ухта: УГТУ, 2013. 226 с.

7. Тухарели, В.Д., Тухарели, А.В., Очиров Н.Д. Специфика строительной продукции обустройства нефтегазовой отрасли// World science: problems and innovations: сборник статей XXIII Междунар. науч.-практ. конф.. Пенза: МЦНС «Наука и просвещение». 2018. С. 55-58.

8. Современное состояние и основные тенденции развития нефтяной промышленности / Л. В. Эдер, И. В. Филимонова, В. Ю. Немов, И. В. Проворная // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. 2014. № 3. С. 40-51. Тухарели, В.Д., Тухарели, А.В., Очиров Н.Д. Методология оценки эффективности капиталовложений в строительство объектов нефтегазовой отрасли// Инженерный вестник Дона. 2019. № 1. - 8 с. URL: http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2019/.

9. Тухарели, В.Д., Тухарели, А.В., Очиров Н.Д. Методология оценки эффективности капиталовложений в строительство объектов нефтегазовой отрасли// Инженерный вестник Дона. 2019. № 1. - 8 с. URL: http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2019/.

10.Надёжность нефтегазовых объектов в арктических условиях: учеб. пособие / Е. И. Крапивский, Н. С. Вишневская, Е. Е. Яворская, А. В. Шалыгин. Ухта: УГТУ, 2016. 171 с.

УДК 69.059.32

ВАРИАНТ УСИЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОЛОНН КРУГЛОГО СЕЧЕНИЯ СОВРЕМЕННЫМИ КОМПОЗИТНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ

Тимохин Денис Константинович, Страхов Александр Владимирович, Асафьева Светлана Сергеевна

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., Россия, e-mail: voiced@list.ru

Аннотация: В статье представлен вариант усиления железобетонной колонны круглого сечения современным методом усиления железобетонных конструкций инновационными материалами BASF Master Builders Solutions. Рассмотрены этапы проведения работ по усилению железобетонной колонны безбалочного перекрытия.

Ключевые слова: усиление, железобетон, армирующие волокна, MBrace®, колонна

OPTION FOR STRENGTHENING REINFORCED CONCRETE COLUMNS OF ROUND SECTION WITH MODERN COMPOSITE MATERIALS

Timokhin Denis Konstantinovich, Strahov Alexander Vladimirovich, Asafyeva Svetlana Sergeevna

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Russia, e-mail: voiced@list.ru

Abstract. In the article presents a variant of reinforcement of a reinforced concrete column of circular cross section with a modern method of reinforcement of reinforced concrete structures with innovative materials BASF Master Builders Solutions. The stages of work on the reinforcement of a reinforced concrete column of flat girder ceiling are considered.

Keywords: reinforcement, reinforced concrete, reinforcing fibers, MBrace®, column

На сегодняшний день существует большое количество зданий и сооружений, построенных в 60-х годах XX века с применением железобетонных конструкций, в том числе монолитных. Со временем железобетонные конструкции, особенно зданий и сооружений промышленного назначения, могут подвергаться различным условиям эксплуатации, а как следствие возможно появление дефектов различного происхождения, требующих мероприятий, как по конструкционному ремонту, так и поверхностному неконструкционному (например, восстановление геометрии конструкции). Недостаточная или неправильная диагностика причин разрушения конструкции, несоответствующие технические требования к ремонту и, как следствие, ошибочный выбор материалов и методов ремонта, а также краткосрочные методики временных заплаток для обеспечения визуального эффекта, неизбежно приводят к отсутствию эффективности проведенных работ и, как следствие, к

возникновению аварийной ситуации при дальнейшей эксплуатации такой конструкции [1,3,4].

Существующие материалы для конструкционного ремонта и усиления на сегодняшний день имеет широкую номенклатуру и представлены в основном композиционными материалами различного происхождения. Одним из мировых лидеров по производству материалов для усиления бетонных и железобетонных конструкций является компания BASF с линейкой Master Builders Solutions. Опыт применения специальных составов и материалов на промышленных, жилых и общественных зданиях и сооружениях в Поволжском регионе при усилении и восстановлении конструкций насчитываем более 10 лет. При этом следует отметить постоянные нововведения в составах материалов для восстановления конструкций. [4]

В качестве объекта для применения современных технологий по усилению железобетонных конструкций было выбрано здание с монолитным железобетонным каркасом с безбалочным типом перекрытия. Данный тип перекрытия применяется обычно при больших нагрузках.

Железобетонные колонны имеют следующие геометрические характеристики: диаметр 600 мм, высота 4300 мм. Следует отметить, что колонны имеют ряд дефектов, такие как сколы, выбоины, разрушение защитного слоя бетона, оголение и коррозия арматуры, вертикальные трещины различной ширины раскрытия. Данные дефекты проявились в ходе выполнения ремонта и очистки колонн от окрасочных составов и ранее были скрыты. Прочностные характеристики бетона колонн соответствовали классу В25, при этом наличие вертикальных трещин различной ширины раскрытия на ряде колонне требовало усиления конструкций. Использование классического метода усиления с использованием металла в данном случае не целесообразно. После предварительно проведенного расчета в качестве варианта усиления предлагается использование современных материалов на основе системы MBrace® компании BASF® Master Builders Solutions с предварительным ремонтом колонн составами специального назначения. Колонны круглого сечения наиболее естественно усиливаются кольцевыми бандажами, при этом площадь бетонного ядра, подвергающегося упрочнению благодаря эффекту стесненного деформирования, принимается равной площади сечения колонны [5].

Рис.1. Железобетонная колонна круглого сечения
в конструкции безбалочного перекрытия

Предлагается следующие этапы выполнения работ с использованием материалов компании BASF®:

1. Ремонт железобетонных колонн:

– по периметру дефектных участков выполнить пропилы перпендикулярно поверхности на глубину 5 мм, удалить разрушенный бетон и придать поверхности шероховатость;

– очистить поверхность дефектных участков от инородных загрязнений, остатков слабого бетона и т.д.;

– обеспылить и увлажнить подготовленную бетонную поверхность;

– оголенную арматуры, очистить от ржавчины и обработать ингибитором коррозии MasterEmaco P5000AP (является антикоррозийным покрытием для защиты стальной арматуры, позволяющим восстановить щелочность и пассивировать стальную арматуру);

– приготовить ремонтный материал MasterEmaco S5400 (является безусадочной быстротвердеющей смесью тиксотропного типа, позволяющей быстро и качественно отремонтировать несущие железобетонные элементы конструкций, обладающей высокой адгезией к стали и бетону, высокой стойкостью к динамическим нагрузкам и отсутствием усадки), толщина нанесения от 5 до 50мм, и произвести его укладку. При большей толщине нанесения обеспечить послойную укладку материала;

– обеспечить влажностный уход в течение 24 часов за свежеуложенным материалом.

2. Усиление колонн и балок композитными материалами (рис. 2, 3):

– очистить бетонную поверхность от цементного молочка, рыхлого материала и пыли. Поверхность должна быть сухой (содержание влаги в бетоне не должно превышать 4%). В случае недостаточной прочности

бетона поверхность должна быть перепрофилирована ремонтным составом MasterEmaco S 5400;

– нанести грунтовку MasterBrace P 3500 на поверхность кистью или мягким валиком слоем 0.1÷ 0.2мм;

– нанести клей MasterBrace 4500 на прогрунтованную поверхность с применением мягкого валика или кисти;

– прижать холст MasterBrace Fib (композитный материал) к поверхности, когда клей ещё влажный. После укладки прокатать холст в направлении волокон с применением ролика или резинового катка и удалить воздух из слоя клея так, чтобы клей проступил через внешнюю поверхность холста;

– при нанесении нескольких слоев холста, должно быть нанесено 600 ÷ 800 г/м^2 MasterBrace 4500 между всеми слоями.

–

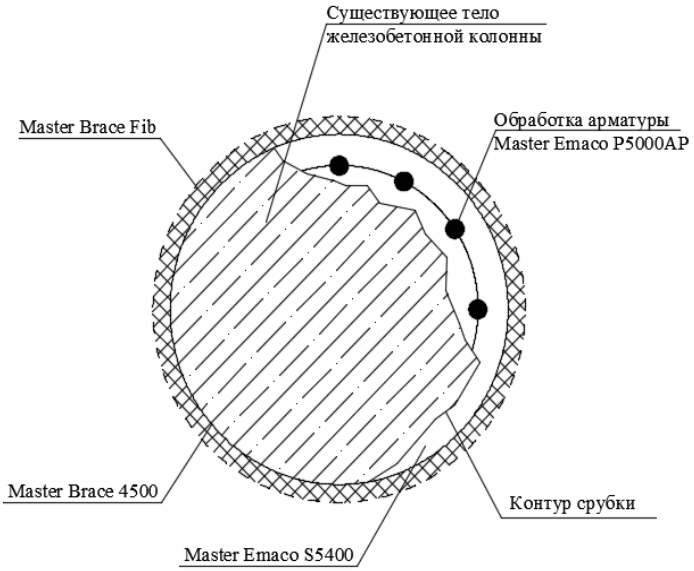


Рис.2. Усиление колонны композитными материалами

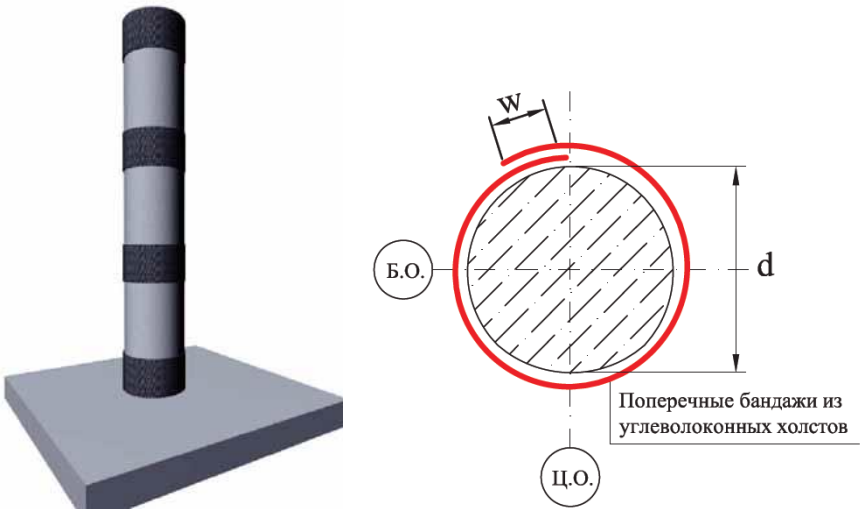


Рис.3. Схема усиления бандажами, поперечное сечение колонны:
d - диаметр, w – 200 мм

3. Устройство защитного покрытия бетонной поверхности:

– поверхность должна быть чистой, сухой, без были и инородных загрязнений;

– возраст ремонтного состава на отремонтированной поверхности должен составлять не менее 7 суток;

– нанести материал MasterProtect 330 EI (обладает высокой стойкостью к отрицательным температурам, солям и ультрафиолетовому излучению,

– перекрывает трещины и сохраняет паропроницаемость бетона) при помощи кисти, валика, безвоздушным или пневматическим распылителем;

– нанести второй слой после полного высыхания первого (минимум 4 часа при T=20°C.

Усиления железобетонных колонн круглого сечения с использованием системы MBrace® позволит восстановить несущую способность конструкции без утяжеления и значительного изменения геометрии, тем самым не увеличив нагрузку на фундамент. Использование современных методов конструкционного ремонта и систем усиления строительных железобетонных конструкций является актуальной темой сегодня в виду высокой долговечности, а так же технологичности применяемых решений.

Список литературы:

1. Решения для ремонта бетона. Восстановление несущей способности // https://assets.master-builders-solutions.basf.com URL:https://assets.master-builders-solutions.basf.com/Shared%20Documents/PDF/Russian%20(Russia)/brochure-masteremaco-repair.pdf (дата обращения: 29.04.2019).

2. MBrace® Система усиления строительных конструкций композитными материалами // ssr33.ru URL: http://ssr33.ru/docs/catalogs/basf-mbrace.pdf (дата обращения: 29.04.2019).

3. Тимохин, Д.К. Усиление бетонных и железобетонных конструкций с использованием FRM-материалов / Д.К. Тимохин, А.В. Страхов // Повышение надежности и безопасности транспортных сооружений и коммуникаций : сб. тр. III междунар. науч.-практ. конф., г. Саратов, 15-16 нояб. 2017 г. - Саратов, 2017. - С.482-485

4. Тимохин, Д. К. Современные технологии усиления железобетонных конструкций / Д. К. Тимохин, А. В. Страхов, С. С. Асафьева // Ресурсоэнергоэффективные технологии в строительном комплексе региона : сб. науч. тр. по материалам VI междунар. науч.-практ. конф.: в 2 т. / СГТУ. - Саратов, 2018. - Т. 2. - С. 193-197.

5. Альбом технических решений FibArm // https://csm-spb.ru URL: https://csmspb.ru/assets/pdf/Kompozit (дата обращения: 30.04.2019).

УДК 698.7

КРИТЕРИИ КЛАССИФИКАЦИИ СОВРЕМЕННЫХ НАПОЛЬНЫХ ПОКРЫТИЙ

Чередниченко Татьяна Федотовна, Тухарели Анастасия Викторовна, Габбасов Роберт Табисович

Волгоградский государственный технический университет, Россия,
e-mail: tati_cher@mail.ru

Аннотация. Важнейшим элементом конструкции и интерьера здания и сооружения, который воспринимает эксплуатационные воздействия, является напольное покрытие. Строительный процесс устройства полов является одним из наиболее трудоемких процессов. К напольным покрытиям предъявляется комплекс разнообразных требований: конструктивных, эксплуатационных, санитарно-гигиенических, декоративных и др. Зависимость требований полностью обуславливается назначением помещения здания и сооружения. Широкий ассортимент строительных материалов, используемых для устройства напольных покрытий, требует определения критериев классификации промышленных полов. Целесообразным классификационным критерием считаем классификацию напольных покрытий, основанную на вещественном составе строительных материалов для устройства промышленных полов (минеральные материалы, полимерные, полимерминеральные).

Ключевые слова: промышленные полы, строительные материалы, минеральные материалы, полимерные материалы, классификация

CRITERIA OF CLASSIFICATION OF MODERN FLOOR COVERINGS

Cherednichenko Tatiana Fedotovna, Tukhareli Anastasiya Viktorovna, Gabbasov Robert Tabisovich

Volgograd State Technical University, Russia,
e-mail: tati_cher@mail.ru

Abstract. The most important element of the design and interior of the building and structure, which perceives operational impacts, is the floor covering. The construction process of flooring is one of the most labor-intensive processes. A variety of requirements is imposed on floor coverings: structural, operational, sanitary and hygienic, decorative, etc. The dependence of the requirements is completely conditioned by the purpose of the building and structure room. A wide range of building materials used for flooring requires the definition of criteria for the classification of industrial floors. A reasonable classification criterion is the classification of floor coverings based on the material composition of building materials for the installation of industrial floors (mineral materials, polymeric, polymer-mineral).

Keywords: industrial floors, building materials, mineral materials, polymeric materials, classification.

Особой разновидность напольных покрытий можно считать промышленные полы. Широкий ассортимент и многообразие технологий и используемых материалов для создания промышленных полов обусловило

необходимость определения критериев классификации напольных покрытий.

Необходимость соответствия напольных покрытий строгим требованиям по качественным показателям, а именно, высокая степень прочности, надежности, устойчивости к любым типам воздействий, включая химические агрессивные вещества и кислоты, механические повреждения, а также долговечность, определила группу классификации промышленных полов по физико-механическим свойствам [1, 2]. Эта группа классификации обусловлена в основном сферой применения промышленных полов, которые отлично себя зарекомендовали во многих областях использования. Значительной является производственная сфера самого различного назначения - легкая промышленность, металлургия, машиностроение, химическая промышленность, пищевая, фармацевтическая отрасли, и пр. Гражданское строительство включает в себя устройство напольных покрытий в помещениях торгово-выставочных центров, административных центров, поликлиник, школьных и дошкольных учреждений. Нельзя не отметить сферу транспорта с помещениями аэропортов, вокзалов, а также различные спортивные сооружения, где к качеству напольных покрытий предъявляются и специфические требования, соответствие высоким стандартам по пожарной безопасности, гигиеничности [1, 3, 4].

Рынок строительных материалов и изделий для устройства напольных покрытий огромен по своему ассортименту, наполнен как материалами отечественного производства, так и импортными образцами. Но, тем не менее, можно выделить две обширные группы материалов для напольных покрытий: это покрытия на основе натуральных материалов и на основе искусственных материалов. К натуральным материалом относятся изделия для напольных покрытий из древесины (пробковое и паркетное покрытие, доска, натуральный линолеум, керамическая плитка), к искусственным материалам относятся, например, ламинированный паркет, линолеум и ковролин [1, 3, 5, 6].

Важное значение при определении критериев классификации напольных покрытий имеет технологический аспект. Промышленные полы должны быть изготовлены не только с соблюдением технологии производства работ, но и с достаточной производительностью, в установленные сроки выполнения работ, без нанесения ущерба качественных характеристикам напольных покрытий.

Основываясь на классификации строительных материалов можно выделить три класса материалов, которые применяют для устройства напольных покрытий промышленных полов. Это минеральные материалы, полимерные, полимерминеральные [1, 4] .

Класс минеральных строительных материалов для напольных покрытий в своей основе имеет цементное вяжущее вещество, которое позволяет получить высокопрочное монолитное покрытие разной толщины с высокими показателями прочности и износоустойчивости. Сюда же можно

отнести и различные стяжки минерального состава, например, магнезитовые, ангидритовые, цементно-песчаные и пр., которые не являются финишным слоем. Недостаток такого покрытия проявляется в виде пыления поверхности при эксплуатации промышленного пола, что значительно ограничивает область его использования, особенно для отраслей промышленности и общественных зданий с требованиями отсутствия пыления поверхности покрытия. Требуется дополнительно нанесение финишного слоя для обеспыливания, что может способствовать увеличению стоимости напольного покрытия. Для устройства промышленных полов на основе бетона применяют специально упрочняющую смесь – топпинг, изготавливаемую на основе цемента, кварца, металлической стружки, корунда. Помимо обеспыливания бетонного покрытия, топпинг повышает устойчивость к истиранию, увеличивает твердость покрытия [1, 2, 4, 7] .

Промышленные полы на основе синтетических смол относятся к группе полимерных в классификации напольных покрытий. По своему составу полимерная смесь для напольного покрытия имеет двухкомпонентный состав на полиуретановой и эпоксидной основе, на основе олигомерного полиметилметакрилата, ненасыщенных полиэфиров и пр. Низковязкие смолы и их растворы с высокой проникающей способностью применяют в качестве адгезива. В зависимости от области использования полимерного напольного покрытия варьируется толщина наносимого полимера: тонкослойные напольные покрытия имеют толщину до 1 мм; для пандусов, гаражей, торговых залов толщина покрытия составляет от 0,5 мм. Есть технологическая возможность изготовления напольного полимерного покрытия минимальной толщины, но со значительной прочностью. Используются покрытия на основе компаунда для пола с засыпкой цветными чипсами, с улучшенными декоративными свойствами. Для увеличения прочности на поверхность после укладки наносится специальный полиуретановый лак. Нескользящие покрытия применяют с использованием кварцевых песков [1, 5, 6, 8] .

Каждому типу полимерного покрытия присущи свои индивидуальные характеристики в зависимости от состава смеси. Полимерные наливные полы отличаются многочисленными преимуществами: устойчивость к воздействию влаги, масел, различных химикатов, прочих агрессивных средств, высокая устойчивостью к механическим воздействиям. Укладывать такой пол можно на любом основании: бетон, дерево, мозаичная плита, цементная стяжка.

Следует отметить среди полимерных полов полиуретановые напольные покрытия на основе одно- и двухкомпонентных составов. Помимо того, что такие покрытия отличаются высокой износоустойчивостью, уникальным сочетанием твердости и эластичности, главным достоинством считается отсутствие при их укладке необходимости в деформационных швах, что обязательно требуется для эпоксидных

вариантов. Эти полы идеально подходят для укладки в медучреждениях, на складах, в офисных помещениях.

Особые разновидности промышленных полов включают в себя специализированные покрытия для открытых детских площадок, спортивных сооружений. Такие их типы, как травяные, грунтовые, с резиновой крошкой, ковровые, наливные полы отличаются повышенным комфортом и устойчивостью к износу, производятся, как правило, на основе акриловых смесей, которые полностью безопасны в эксплуатации. Рулонные ПВХ-составы используют для больших залов; рулонные покрытия с искусственной травой для стадионов, открытых площадок; покрытия с резиновой крошкой используют для беговых дорожек, детских площадок; специальные составы для теннисных кортов [7].

Сочетают в себе свойства цементного (известкового) вяжущего и полимерного связующего (эпоксидного, полиакрилатного, полиуретанового) веществ смеси для полимерцементных напольных покрытий. По своему составу полимерцементная композиция является многокомпонентной смесью (смола, водные эмульсии, отвердители, порошковые составы с наполнителями, пигментами и минеральными вяжущими веществами). Достоинствами такого напольного покрытия является его износоустойчивость, высокая прочность, отсутствие пыли при эксплуатации, пожаробезопасность. Но процесс укладки отличается трудоемкостью и выполним при наличии только специального оборудования и опытного персонала, что можно отнести к недостатку такого промышленного пола [6, 9, 10].

Перечисленные критерии классификации напольных покрытий по свойству основного строительного материала для их изготовления наиболее полно характеризуют совокупностью разнородных свойств, определяющих качество напольных покрытий, условия и способы потребления.

Но нельзя не отразить в критериях классификации промышленных полов и совокупность характеристик, обусловливающая пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с назначением, т.е. качество продукции. Оценка качества продукции предполагает количественное (качественное) определение меры (степени) соответствия характеристик и качества предъявляемым требованиям. Задачей оценивания продукции (напольных покрытий) является проверка, насколько они способны выполнять требования, установленные нормативными документами или потребителем. И в этом смысле возникает необходимость обосновать и выбрать систему наиболее важных качественных характеристик напольных покрытий. К таким характеристикам можно отнести высокую экологичность, гладкость и ровность, износостойкость, влагостойкость, негорючесть, устойчивость к химическому воздействию, обязательные антиискровые свойства, антистатичность, теплоотдачу, эстетические, декоративные свойства и срок службы [5, 7-10].

Инструментальный и эмпирический методы определения значений единичных или комплексных показателей качества напольных покрытий находят широкое применение в научно-техническом прогнозировании и планировании развития отдельных отраслей промышленных предприятий и строительства общественных зданий, в разработке крупных научно-технических, экономических и социальных программ [1, 5].

Таким образом, при определении критериев классификации современных напольных покрытий, основанных на классификации строительных материалов по вещественному составу (минеральные материалы, полимерные, полимерминеральные) можно считать наиболее целесообразным. Такой подход при классификации промышленных полов позволяет дополнить каждую группу материалов напольных покрытий присущими им физико-механическими свойствами, что положительным образом расширит область применения различных материалов для покрытия, определит эффективность их производства.

Список литературы

1. Конструктивные и технологические особенности напольных покрытий: монография / Л.В. Игнатович, С.В. Шетько. Минск: БГТУ, 2011. 273 с.

2. Kaddo M.;Sinotova M. Study of dry mixes with aluminate cements for self-leveling floor// IOP Conference Series-Materials Science and Engineering,2018. № 365. UNSP 032035

3. Стелим пол сами: ламинат, линолеум, плитка/ Е.В. Симонов. СПб.: Питер, 2009. 192 с.

4. Строительные материалы и изделия/Л.Н. Попов. М.: ГУП, 2010. 384 с.

5. Игнатович Л.В., Кривоблоцкий А.Н., Утгоф С.С. Комплексная оценка качества напольных покрытий и затрат на их устройство, эксплуатацию// Труды БГТУ. Минск: БГТУ, 2012. № 2 (149). С. 144-147.

6. Создание эластичного напольного покрытия на основе измельченной древесины и силиконового связующего/Галяветдинов Н.Р., Сафин Р.Р., Ахунова Л.В., Хасаншин Р.Р.//Труды Академии технической эстетики и дизайна, 2016. № 2. С. 9-12.

7. Derler S.; Huber R.; Kausch F. Effectiveness, durability and wear of anti-slip treatments for resilient floor coverings// Safety Science, 2015. № 76. P. 12-20.

8. Сафин, Р.Р., Галяветдинов Н.Р. Усовершенствование технологии производства травмобезопасных покрытий на основе резиновых крошек//Вестник Казанского технологического университета, 2014. Т.17. №9. С. 133-135.

9. Григорьева М.П., Еремина Т.Ю., Константинова Н.И. Исследование дымообразующей способности напольных покрытий//Промышленное и гражданское строительство, 2016. № 3. С. 25-31.

10. Расчетно-аналитический метод оценки дымообразующей способности напольных покрытий/ Алехин Е.М., Григорьева М.П., Еремина Т.Ю., Константинова Н.И.//Промышленное и гражданское строительство, 2017. № 5. С. 67-71.

УДК 69.033

ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ НАДЕЖНОСТЬ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ СОРУЖЕНИЙ

Амоян Миша Фрикович, Ким Алексей Юрьевич, Рассада Анна Андреевна

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., Россия, e-mail: ezid-007@yandex.ru, sberbanksp@yandex.ru, rassada.anna@mail.ru

Аннотация. В данной статье описываются пневматические сооружения, их эксплуатационная надежность, а также перспективы ее повышения. Описаны основные направления их развития в современном строительстве.

Ключевые слова: пневматические сооружения, технико-экономическое обоснование, строительство, эксплуатационная надежность

THE OPERATIONAL RELIABILITY OF PNEUMATIC STRUCTURES

Amoyan Misha Fricovic, Kim Alexey Yurievich, Rassada Anna Andreevna

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Russia, e-mail: ezid-007@yandex.ru, sberbanksp@yandex.ru, rassada.anna@mail.ru

Abstract: this article describes the pneumatic structures, their operational reliability, as well as the prospects for its improvement. The main directions of their development in modern construction are described.

Keywords: pneumatic structures, feasibility study, construction, operational reliability

Под эксплуатационной надежностью сооружений понимают возможность зданию находится в работоспособном состоянии весь цикл эксплуатации данного сооружения без ремонтов и отказов. Эксплуатационная надежность пневматических сооружений зависит от многих факторов, прежде всего от материала, из которого сделано данное пневматическое сооружение, если первые пневматические сооружения делали из дешевых материалов ПВХ и срок их службы не превышал пяти лет, то в середине шестидесятых прошлого столетия в США, Японии и странах Западной Европы стали применять более качественные и дорогие материалы, срок службы которых стал приближаться к десяти годам (рис. 1) [1, 2].

Рис. 1. Воздухоопорное сооружение из ПВХ.

Надежность сооружений также зависит от точности расчета данного сооружения и материалов, которые применяются для повышения конструктивной жесткости объекта, например, с помощью арок или стальных канатов.

В семидесятые годы прошлого столетия не применяли никаких мер для предотвращения разрушения сооружения от ураганного ветра, в результате чего сотни пневматических сооружений в Европе, а также в СССР были разрушены от стихии. Практически не защищали канаты, которые усиливали воздухоопорное сооружение от коррозии различного вида, в результате чего за шесть – восемь лет данные канаты выходили из строя, и пневматическое сооружение прекращало свое существование. Еще тридцать – сорок лет назад не надежными были системы жизнеобеспечения пневматических сооружений, которые сильно зависели от постоянной подачи воздуха внутрь сооружения, в настоящее время в сооружениях такого рода несколько компрессоров, которые имеют возможность работать автономно длительное время, если отключается электроэнергия. В последние два десятилетия стали применяться для создания оболочки пневматических сооружений современные долговечные материалы срок службы, которых приближается к двадцати пятилетию (кевлар, тефлон и др. материалы) (рис. 2).

Последние три десятилетия появились программные комплексы, которые позволяют рассчитывать данные сооружения с учетом всех видов нелинейности: геометрической, физической и конструктивной, что очень важно для этих сугубо нелинейных систем. Последние два десятилетия произведены опыты и даны рекомендации для подготовки воздухоопорных сооружений к сильному ветровому воздействию. В настоящее время рекомендуется, когда ветер будет приближаться к скорости 100 км/ч подкачать внутри объема к обычному атмосферному давлению сооружения (101 000 Па) не 300-500 Па, а 3000-4000 Па, это превышение давление держит все ударные нагрузки ветра и не позволяет сооружению разрушаться (рис. 3) [3, 4].

Рис. 2. Воздухоопорное сооружение с оболочкой из кевлара

Рис. 3. Пневматическое сооружение с запасными системами жизнеобеспечения

Авторы данной статьи делают вывод, что в настоящее время эксплуатационная надежность пневматических сооружений зависит от ряда факторов. А именно от точного расчета такого вида сооружений на статические, кинематические и динамические нагрузки, новых синтетических материалов оболочки с большим сроком службы, надежных приборов жизнеобеспечения работы пневматического сооружения; а также высокой квалификации для технического обслуживания; постоянного мониторинга системы охраны, цельности оболочки сооружения, подачи воздуха, состоянием за автоматики сооружения и пр.

Список литературы

1. Ермолов, В.В. Воздухоопорные здания и сооружения/В.В. Ермолов.- М.: Стройиздат.-1980.-304 с.

2. Ермолов, В.В. Пневматические строительные конструкции/В.В. Ермолов и другие. Под редакцией В.В. Ермолова. - М.: Стройиздат, 1983. - 304 с.

3. Ким А.Ю. Итерационный метод приращений параметров в теории расчета мембранно-пневматических систем с учетом нелинейных факторов/А.Ю. Ким. Монография. Сарат. гос. техн. ун-т. - Саратов: Изд-во СГТУ, 2005. - 188с.

4. Ким А.Ю. Расчет мембранно-пневматических систем с учетом нелинейных факторов/ А.Ю. Ким - Саратовский государственный аграрный университет, Саратов, 2000. - 198 с. Монография депонирована в ВИНИТИ РАН 24.04.00 № 1148- В2000.

УДК 69.059

К ВОПРОСУ ЗИМНЕЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЙ С НЕОТАПЛИВАЕМЫМИ ЧЕРДАЧНЫМИ ПОМЕЩЕНИЯМИ

Варламова Татьяна Васильевна, Нуриева Виктория Сергеевна, Калета Явнан Георгиевич

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., Россия, e-mail: varlamova-t.v@yandex.ru, nurievaviki@gmail.com, yankaleta@bk.ru

Аннотация. Статья посвящена проблеме повышения надежности и долговечности эксплуатируемых зданий. Рассмотрено влияние на техническое состояние наружных стен и перекрытий зданий некоторых особенностей эксплуатации чердачных помещений в зимнее время. Сделаны выводы о необходимости соблюдения температурно-влажностного режима в неотапливаемых чердачных помещениях для обеспечения долговечности конструкций и здания в целом.

Ключевые слова: эксплуатация, здания, надежность, долговечность.

TO THE QUESTION OF WINTER MAINTENANCE OF BUILDINGS WITH UNHEATED ATTICS

Varlamova Tatyana Vasilyevna, Nurieva Victoriya Sergeevna, Kaleta Yavnan Georgievich

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Russia, e-mail: varlamova-t.v@yandex.ru, nurievaviki@gmail.com, yankaleta@bk.ru

Abstract. The article is devoted to the problem of improving the reliability and durability of operated buildings. The article considers the impact on the technical condition of the exterior walls and ceilings of buildings of some features of the attic in the winter. The article draws conclusions about the need to comply with temperature and humidity conditions in unheated attics to ensure the durability of structures and the building as a whole.

Keywords: maintenance, buildings, reliability, durability.

Надлежащая организация технической эксплуатации является одним из важнейших факторов, влияющих на надежность и долговечность конструкций зданий и сооружений. Незначительные, на первый взгляд, нарушения правил эксплуатации зданий зачастую приводят к резкому ухудшению технического состояния конструкций и к снижению срока службы объекта.

Одним из распространенных видов нарушения правил эксплуатации зданий в районах с отрицательной температурой воздуха в зимний период является несоблюдение температурно-влажностного режима в чердачных помещениях. Согласно Постановлению Госстроя РФ от 27 сентября 2003 г. N 170 [1], в чердачных помещениях должен быть обеспечен температурно-

влажностный режим, препятствующий выпадению конденсата на поверхности ограждающих конструкций, при этом температура воздуха в неотапливаемых чердачных помещениях в зимнее время должна быть не более чем на 4°С выше температуры наружного воздуха.

Последствия несоблюдения температурно-влажностного режима в чердачном помещении были выявлены в результате обследования четырехэтажного здания студенческого общежития № 8 Саратовского государственного аграрного университета, построенного в 1963 году.

Поводом для обследования послужили интенсивные деформации и повреждения стен четвертого этажа после зимы 2018-2019 гг., характеризовавшейся обильными снегопадами. На период обследования эксплуатация четвертого и частично третьего этажей здания была приостановлена.

Стены здания кирпичные из силикатного кирпича на цементном растворе. Стены четвертого этажа в простенках выполнены из облегченной кладки колодцевого типа с засыпкой колодцев шлаком; толщина вертикальных стенок колодцев 125 мм. Перемычки над оконными проемами кирпичные рядовые с армированием стержневой арматурой диаметром 6 мм. В некоторых оконных проемах снаружи в перемычках установлены уголки 50х50х5 мм, вероятно, для усиления поврежденных ранее перемычек. Карнизы здания с вылетом около 600 мм решены с использованием сборных железобетонных карнизных плит длиной 2 м.

Обследование показало, что наружные стены четвертого и частично третьего этажей практически повсеместно имеют длительное замачивание, как с наружной, так и с внутренней стороны. Произошло размораживание и обрушение наружной версты колодцевой кладки нескольких простенков четвертого этажа со стороны главного и дворового фасадов с осыпанием шлакового заполнителя колодцев. В некоторых простенках произошло частичное размораживание кладки наружной версты на глубину до 125 мм с осыпанием разрушенного кирпича. В отдельных зонах произошло замачивание и разрушение слоя штукатурки с отслоением ее фрагментов.

Внутри помещений выявлено замачивание и разрушение с отслоением фрагментов слоя штукатурки стен и деревянных перегородок.

При обследовании выявлены также размораживание перемычек, подвижки кирпичей, коррозия арматуры перемычек и элементов усиления. Во многих местах имеет место провисание рядовых кирпичных перемычек над оконными проемами по причине разрушения коррозией арматуры перемычек в зонах многократного замачивания.

Состояние простенков с разрушенной или глубинно поврежденной кладкой наружной версты, состояние рядовых кирпичных перемычек с поврежденной рабочей арматурой соответствуют аварийному случаю.

При обследовании чердачного перекрытия и крыши было установлено следующее. Чердачное перекрытие деревянное по балкам цельного сечения

120x250(h) мм, шаг балок около 800 мм. В некоторых зонах, вероятно, при замене перекрытия, балки выполнены из спаренных досок толщиной 50 мм.

Изначально чердачное перекрытие было выполнено с устройством наката по черепным брускам, глиняной смазки и утеплителя слоем 200 мм. Позднее при ремонте поврежденных гнилью элементов перекрытий – балок, наката и подшивки потолков – производилась их замена, при этом накат не восстанавливался. Подшивка потолка выполнена из досок толщиной 20 мм. Сверху досок подшивки потолка уложен изоляционный слой из кусков толя или полиэтиленовой пленки. Утеплитель выполнен местами из керамзита, местами из минеральной ваты. В результате протекания кровли и конденсационного увлажнения древесина во многих местах поражена гнилью. В помещениях четвертого этажа потолки находятся в увлажненном состоянии, штукатурный слой отслаивается.

Крыша здания общежития четырехскатная с уклоном около 16 градусов. Несущими элементами крыши являются деревянные наслонные стропила с опиранием на наружные и две внутренние продольные стены коридоров. Опирание стропил на наружные стены решено с использованием мауэрлатов. Элементы стропильной системы выполнены из бревен диаметром около 150 мм. Кровля металлическая по обрешетке из досок.

На чердаке имеются слуховые окна, которые в зимнее время закрываются. Продухи между кладкой карниза и обрешеткой по периметру наружных стен заделаны минеральной ватой, используемой для утепления чердачного перекрытия. Отверстия в коньковой части крыши для вентиляции чердачного помещения не предусмотрены.

В зимнее время, когда оконные проемы закрыты, и зазоры в карнизных зонах законопачены, влажность воздуха чрезвычайно высока; даже весной, в период обследования, деревянные конструкции стропил находились в увлажненном состоянии, местами покрыты налетом плесени.

Одной из основных причин многолетнего интенсивного замачивания конструкций перекрытия, замачивания и размораживания наружных стен является несоблюдение на чердаке нормативного температурно-влажностного режима с разностью температур наружного воздуха и воздуха на чердаке в пределах 2-4°С.

Достижение нормативного температурно-влажностного режима на чердаке происходит за счет двух факторов:

1) исключение поступления теплого воздуха на чердак, для чего необходимы надежная теплоизоляция перекрытия и труб верхней разводки, герметичность проемов и входов на чердак, исключение проникновения теплого воздуха из помещений на чердак через щели и зазоры в деревянном чердачном перекрытии;

2) контролируемый воздухообмен в чердачном помещении через отверстия в коньковой части крыши, слуховые окна и зазоры между кладкой карнизов и обрешеткой кровли [2].

В обследованном здании общежития в зимнее время на чердаке температура воздуха была значительно выше температуры наружного воздуха. Теплый воздух проникал на чердак через проемы входов на чердак, через щели и зазоры в деревянном чердачном перекрытии. Кроме того, в обследованном здании функционировала система отопления с верхней разводкой, неизолированными трубами проходили под потолком чердачного перекрытия. При этом в помещениях четвертого этажа выше оконных проемов была создана зона застойного перегретого воздуха, который проникал в чердачный объем.

В результате происходило таяние снега на крыше и движение воды по скату кровли к карнизным зонам, где образовывались мощные наледи и сосульки. В то же время на внутренней поверхности металлической кровли образовывался конденсат, который так же по скату стекал к карнизным зонам, замачивая обрешетку, конструкции стропил, карнизы и внутреннюю поверхность потолков и стен в помещениях.

Заделка продухов в карнизной зоне и отсутствие отверстий в коньковой части крыши препятствовали циркуляции воздуха в чердачном объеме и способствовали образованию холодной зоны над карнизом в виде полосы шириной около 1,2 м. В этой зоне в зимний период образовывались наледи. Образованию наледей способствовали также малый уклон крыши, наличие над карнизами настенных желобов, наличие парапетных ограждений.

При срубании наледи и очистке крыши от снега при помощи металлических ломов и лопат происходило повреждение металлической кровли над карнизами, проникновение воды на поверхность кладки карнизов и через зазоры в швах внутрь кладки карнизов и стен с последующим размораживанием кладки [3].

Список литературы

1. Правила и нормы технической эксплуатации жилищного фонда МДК 2-03.2003 / утв. постановлением Госстроя РФ от 27 сентября 2003 г. N 170. – Москва, Госстрой РФ, 2003.

2. Указания по технической эксплуатации крыш жилых зданий с рулонными, мастичными и стальными кровлями. - Москва, Стройиздат, 1987 г.

3. Варламова, Т.В. Исследование состояния наружной несущей стены здания спортзала саратовского аграрного университета. / Т.В. Варламова, В.П. Гамаюнов // В сборнике: I Международная научно-техническая конференция "Долговечность и надежность строительных материалов и конструкций в эксплуатационной среде". – М., Изд-во: Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», 2017. - С. 61-66.

УДК 69.059.4

ДЕФОРМАЦИОННЫЙ РАСЧЕТ ОБЩЕЙ УСТОЙЧИВОСТИ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ

Иноземцев Вячеслав Константинович[1], Иноземцева Ольга Вячеславовна[2], Муртазина Гульсем Расимовна[1]

[1]Саратовский технический университет имени Гагарина Ю.А., Россия, [2]ООО КБ «СМАРТПРОЕКТ», РФ, г.Москва
e-mail: aditi2003@mail.ru,. olga.inozemtseva@yandex.ru, galamurta@mail.ru

Аннотация. В данной работе предложено актуальное направление проведения экспериментальных исследований высотных объектов для возможности оценки надёжности их работы под воздействием горизонтальных нагрузок.

Ключевые слова: высотный объект, ветровое воздействие, общая устойчивость, экспериментальные исследования, масштабная модель, аэродинамическая труба, крен высотного объекта, амплитуда вынужденных колебаний, динамическая сила.

DEFORMATION CALCULATION OF GENERAL SUSTAINABILITY OF HIGH-RISE BUILDINGS

Inozemtsev Vyacheslav Konstantinovich[1], Inozemtseva Olga Vyacheslavovna[2], Murtazina Gulsem Rasimovna[1]

[1]Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Russia,
[2]CB «SMARTPROEKT» Ltd, Moscow, Russia,.
e-mail: aditi2003@mail.ru,. olga.inozemtseva@yandex.ru, galamurta@mail.ru

Annotation. In this paper, the current direction of the experimental studies of high-altitude objects is proposed in order to be able to assess the reliability of their work under the influence of horizontal loads.

Keywords: high-altitude object, wind effect, general stability, experimental studies, scale model, wind tunnel, roll of high-altitude object, amplitude of forced oscillations, dynamic force.

Особенность высотного объекта это высокорасположенный центр сил тяжести. Центр сил тяжести может быть расположен не столь высоко, но объект может быть достаточно тяжелым или возводимым на слабом грунтовом основании. Во всех случаях такой объект склонен к явлению потери его общей устойчивости. С этим явлением строители Пизанской башни столкнулись еще в 1178 году, когда уже через пять лет после начала строительства им пришлось на 100 лет приостановить его из-за отклонения оси башни от вертикали (рис.1). В настоящее время данная проблема приобрела еще большую актуальность в связи со строительством высотных зданий. Так проект здания высотой более 1 километра для Nakheel в Дубае разработан архитекторами Woods Bagot (рис.2).

Рис.1. Пизанская башня

Рис.2. Башня Nakheel

Одним из методов оценки общей устойчивости является деформационный расчет. Деформационный расчет устойчивости иногда называют решением методом «неидеальностей». При этом подразумевается, что «неидеальность» это различные отклонения от идеализированных расчетных схем, используемых в Эйлеровской постановке задачи устойчивости.

Учет геометрической нелинейности в деформационном расчете устойчивости положения равновесия здания с начальным эксцентриситетом сил тяжести позволяет прослеживать последовательность состояний равновесия и находить предельную нагрузку, при превышении которой состояния равновесия исчезают.

Рассмотрим деформационный расчет высотного объекта с учетом начального эксцентриситета в воде угла поворота φ_0 (рис. 1). Здесь угол отклонения оси здания от вертикального положения можно рассматривать как малый и заменить тригонометрические функции $\sin(\varphi)$ и $tg(\varphi)$ значениями самого угла φ. Более точное решение при построении кривой равновесных состояний, получается без такой замены. В качестве примера примем: H=210м; H_C=77м; a=18м; b=66м; k_0=3000kH/м^3; φ_0=10^{-7}(рад).

Кривые в окрестности критической нагрузки в этих случаях качественно различаются. Так на рисунке 2 показаны кривые зависимости вертикальных перемещений (осадок) торцевых краев фундаментной плиты U_0, U_a: от нагрузки P.

Для геометрически линейной задачи:

$$U_0 = \frac{P}{kab}\left(1-(\varphi+\varphi_0)\frac{6H_c}{a}\right); \quad U_a = \frac{P}{kab}\left(1+(\varphi+\varphi_0)\frac{6H_c}{a}\right); \quad P = P_{kp}^0\frac{\varphi}{\varphi+\varphi_0};$$

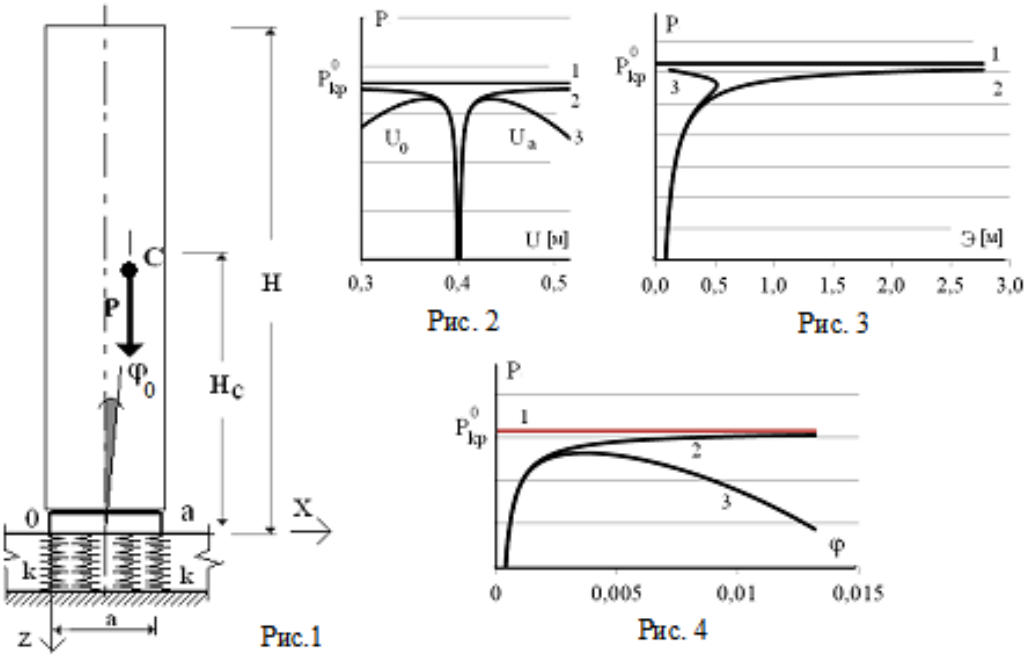


Рис.1 Рис. 2 Рис. 3 Рис. 4

Для геометрически нелинейной задачи:

$$U_0 = \frac{P}{kab\cos(\varphi)}\left(1-(\sin(\varphi)+\sin(\varphi_0))\frac{6H_c}{a}\right); \quad U_a = \frac{P}{kab\cos(\varphi)}\left(1+(\sin(\varphi)+\sin(\varphi_0))\frac{6H_c}{a}\right);$$

$$P = P_{kp}^0\cos^2(\varphi)\frac{\sin(\varphi)}{\sin(\varphi)+\sin(\varphi_0)}$$

Здесь P_{kp}^0 - критическая нагрузка по идеализированной схеме, φ_0 - «неидеальность» в виде начального угла поворота оси высотного здания.

Рассмотрим деформационный расчет с учетом конструктивной нелинейности порождаемой частичным отрывом подошвы фундаментной плиты при развитии деформаций крена высотного объекта.

В качестве примера примем: H=210м; H_C=100м; a=9м; b=66м; k_0=3000kH/м^3; φ_0 =5*10^{-4}(рад).

В условиях отсутствия явления отрыва подошвы фундаментной при трапецеидальной форме эпюры реакции отпора реализуется конструктивно линейное равновесное состояние (рис. 5а):

$$R_0 = \frac{1}{2}k_0U_0abCos(\varphi); \quad R_a = \frac{1}{2}k_0U_aabCos(\varphi)$$

Условия равновесия высотного объекта будут иметь вид

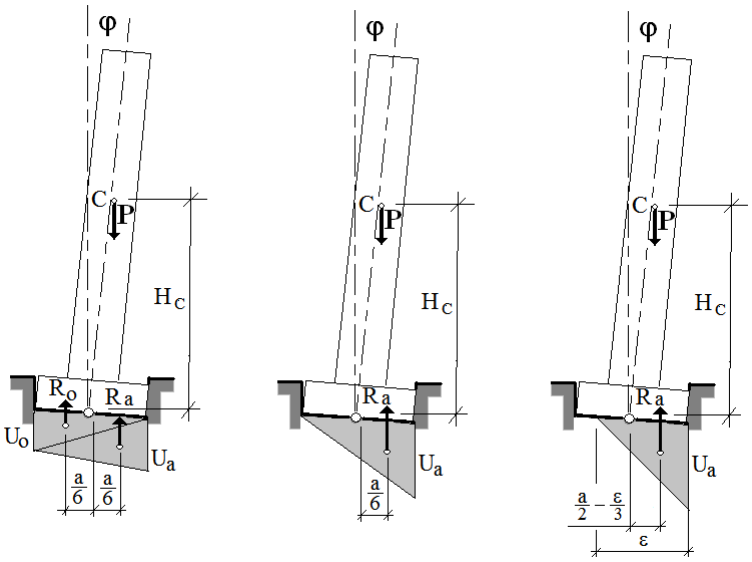
$$R_0 + R_a = P; \quad \frac{k_0a}{2}(U_a - U_0)Cos^2(\varphi) = \frac{6P}{a}H(Sin(\varphi)+Sin(\varphi_0))$$

Начальное конструктивно нелинейное равновесное состояние возникает при треугольной форме эпюры реакции отпора (рис. 5б). Соответствующая начальному равновесному состоянию величина нагрузки P_1, угол поворота вертикальной оси φ_1 :

$$R_0 = 0; \quad R_a = P_1; \quad P_1 = \frac{k_0a^2b}{2}Cos(\varphi_1)Sin(\varphi_1).$$

Условия равновесия высотного объекта будут иметь вид

$$\frac{aP_1}{6}Cos(\varphi_1) = P_1H(Sin(\varphi_1) + Sin(\varphi_0))$$



а) б) в)

Рис. 5. Схемы контакта фундаментной плиты с несущим слоем основания

Развитие конструктивно нелинейного равновесного состояния связано с уменьшением: εb - площади контакта фундаментной плиты с несущим слоем основания (Рис. 5в). В этом случае:

$$a \geq \varepsilon; \quad R_c = P; \quad P = \frac{k_0\varepsilon^2 b}{2}Cos(\varphi)Sin(\varphi); \quad \varepsilon = \sqrt{\frac{2P}{k_0 bCos(\varphi)Sin(\varphi)}};$$

$$\frac{3a-2\varepsilon}{6}\frac{k_0\varepsilon^2 b}{2}Cos^2(\varphi)Sin(\varphi) = PH(Sin(\varphi) + Sin(\varphi_0));$$

$$P = (3a-2\varepsilon)\frac{k_0\varepsilon^2 b}{12H}Cos^2(\varphi)\frac{Sin(\varphi)}{(Sin(\varphi) + Sin(\varphi_0))};$$

Реакция основания строится на базе модели местных деформаций (модели Винклера).

При учете геометрической нелинейности равновесного состояния, характеризующегося соотношением $\varepsilon < a$, эпюра отпора основания двухзначная, что не соответствует принятой модели грунта. В принятой модели грунта предполагается, что на растяжение грунт не работает. В этом случае, при увеличении нагрузки площадь контакта фундаментной плиты и основания становится переменной (рис. 5в). Прослеживать изменение равновесного состояния с конструктивной нелинейностью, можно начиная с уровня нагрузки, при котором вертикальное перемещение $U_0 = 0$. Перемещение U_a определяется выражением:

$$U_a = \frac{6H_C}{k\varepsilon(3a-2\varepsilon)b}\frac{P}{Cos^2(\varphi)}(\sin(\varphi) + \sin(\varphi_0)) + \frac{P}{k\varepsilon Cos(\varphi)}$$

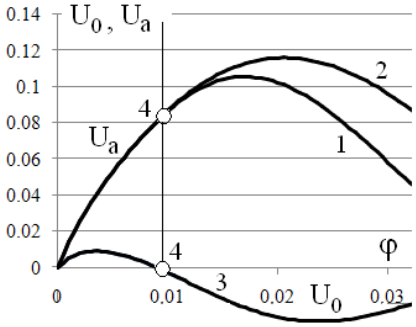


Рис. 6. Вертикальные перемещения

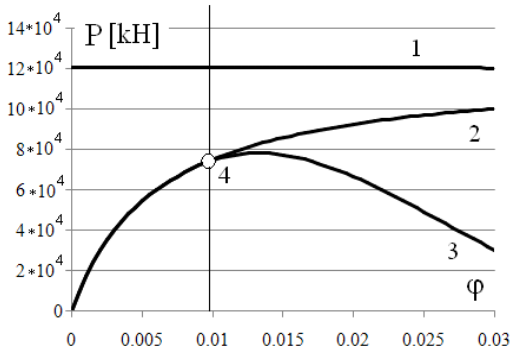


Рис. 7. Зависимости нагрузки от угла поворота

На рис. 6 показаны графики вертикальных перемещений U_0 U_a. 1-й соответствует геометрически нелинейной задаче, график 2 - соответствует геометрически и конструктивно нелинейной задаче, график 3 – зависимость U_0 от угла поворота оси высотного объекта, обращение в ноль графика U_0 показывает начало отрыва подошвы фундамента от поверхности основания (точка 4). Развитие конструктивной нелинейности начинается при значении $U_0 \leq 0$. Учет конструктивной нелинейности (график 2) показывает увеличение вертикального перемещения U_a по сравнению с геометрически нелинейной задачей.

На рисунке 7 показаны зависимости нагрузки от угла поворота оси высотного объекта: 1 – бифуркационная критическая при отсутствии начального эксцентриситета $\varphi_0 = 0$, 2 – геометрически нелинейная задача, график 3 - соответствует геометрически и конструктивно нелинейной задаче. Графики 2 и 3 расходятся при развитии конструктивной нелинейности (точка 4). График 3 имеет предельную точку, соответствующую предельной нагрузке, при превышении которой теряется состояние равновесия высотного объекта. Таким образом, общая устойчивость высотного объекта снижается с $12*10^4$ до $8*10^4$ [kH] при совместном учете геометрической и конструктивной нелинейности.

Список литературы

1. Высотные здания / Tall buildings 1/06.
2. Иноземцев В.К. Общая устойчивость сооружений на неоднородном нелинейно-деформируемом основании: монография/ В.К. Иноземцев, Н.Ф. Синева, О.В. Иноземцева. Саратов: Сарат. Гос. Техн. Ун-т, 2008. 242 с.
3. Иноземцев В.К., Муртазин М.Р., Муртазина Г.Р. Экспериментально-теоретическое моделирование высотного объекта на нелинейно деформируемом основании // Ресурсоэнергоэффективные технологии в строительном комплексе региона VI Международная научно-практическая конференция: Сборник научных трудов. Саратов 2018. Том 1. С. 488-492.

УДК 69.033

ПРИМЕНЕНИЕ И ПЕРСПЕКТИВА РАЗВИТИЯ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ В МИРЕ

Ким Алексей Юрьевич, Полников Сергей Валерьевич, Рассада Анна Андреевна

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., Россия, e-mail: sberbanksp@yandex.ru, werad91@mail.ru, rassada.anna@mail.ru

Аннотация. В данной статье описываются перспективы применения пневматических сооружений в мировом строительстве. Описаны перспективы и сферы их применения условиях мирового кризиса.

Ключевые слова: пневматические сооружения, технико-экономическое обоснование, конструктивные решения, строительство

APPLICATION AND PROSPECTS OF DEVELOPMENT OF PNEUMATIC STRUCTURES IN THE WORLD

Kim Alexey Yurievich, Pulnikov Sergey Valerievich, Rassada Anna Andreevna

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Russia, e-mail: sberbanksp@yandex.ru, werad91@mail.ru, rassada.anna@mail.ru

Abstract. This article describes the prospects for the use of pneumatic structures in the world of construction. Prospects and spheres of their application under the conditions of the world crisis are described.

Keywords: pneumatic structures, feasibility study, design solutions, construction

Рождением пневматических сооружений исторически считается 1946 год, когда по заказу министерства обороны США военный инженер У. Бэрд создал пневматический купол радара (рис. 1).

Рис. 1. Воздухоопорное сооружение

Более семьдесяти лет прошло с того времени, когда инженеры впервые увидели пневматический купол, смонтированный на американском континенте. В начале двадцать первого века уже более ста тысяч пневматических сооружений смонтированы на всех континентах мира [1].

Но фактически массовое применение пневматических сооружений в США и Западной Европе началось в пятидесятые годы прошлого века, их стали применять как для спортивных нужд, так и для проведения культурно-массовых мероприятий. Например, для проведения выставок картин или скульптур. Одновременно пневматические сооружения стали активно применяться как военно-медицинские сооружения для госпиталей в армиях многих государств. В середине шестидесятых прошлого столетия стали появляться воздухоопорные сооружения и в СССР в военной сфере их стали применять как сооружения госпиталей и помещения для хранения военной техники, а в промышленности и сельском хозяйстве, как сооружения для складов различного назначения. Для спортивных целей воздухоопорные сооружения в СССР стали активно применять после строительства в г. Ангерне (Узбекистан) завода по производству таких сооружений в 1976 году. Уже в 1977 году во многих городах СССР стали появляться воздухоопорные спортивные сооружения теннисных кортов, плавательных бассейнов и другого назначения. Надо сказать, история пневматических сооружений в нашей стране делится на три этапа: первый с середины шестидесятых до конца семидесятых прошлого столетия конца пневматические сооружения были в основном воздухоопорные и были очень малочисленны (экспериментальные или куплены за рубежом); второй этап в развитии пневматических сооружений это промежуток времени с конца семидесятых до конца восьмидесятых прошлого столетия, т.е. когда появились несколько заводов по их производству (Ангерен, Уфа и др.) такие сооружения сотнями стали появляться как на улицах и на производственных площадках нашей страны, так и в вооруженных силах. Пневматические сооружения стали не только воздухоопорными, но и воздухонесомыми, а также в два раза вырос их срок службы с пяти до восьми-десяти лет (рис. 2,3).

Третий период это с конца восьмидесятых прошлого века до настоящего времени в это время улучшился расчет таких сооружений, до двадцати лет вырос срок их службы за счет применения новых материалов, стала более надежной автоматика, обеспечивающая бесперебойную работу таких объектов. Эти сооружения стали массовыми, как перекрытия спортивных площадок, так и для применения в МЧС и Российской Армии. На учениях 2018 года более двадцати тысяч военнослужащих жили в течение двух недель в таких пневмокаркасных сооружениях.

Рис. 2. Воздухонесомое пневмоарочное сооружение

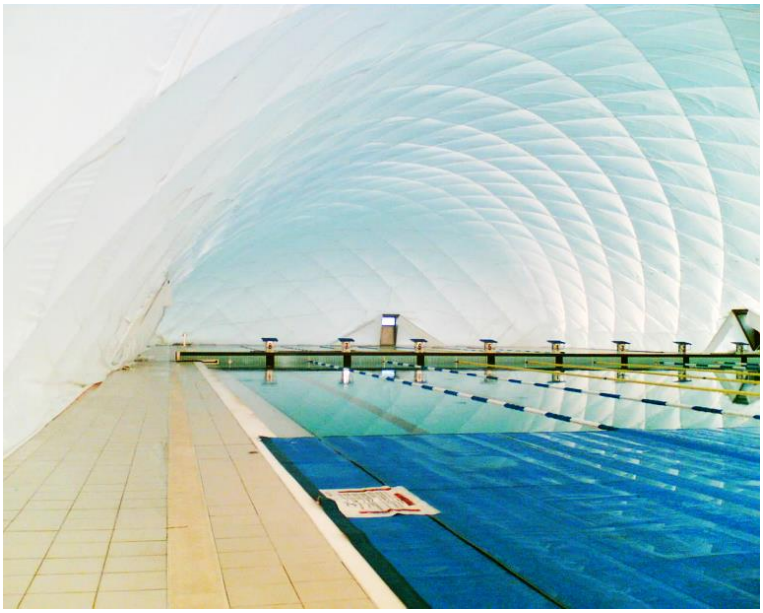


Рис. 3. Воздухоопорное сооружение, усиленное канатами

Научным исследованиям в области проектирования, строительства и эксплуатации пневматических сооружений в настоящее время посвящена обширная литература. Как пишет проф. В.В. Ермолов [1], первый в мире воздухоопорный купол был смонтирован американским инженером У. Бэрдом в 1946 году. Общее число их во всём мире составляло в 1973 году- 20 тысяч, в 1977-50 тысяч, в 1985-более 100 тысяч сооружений. К 2014 году пневматическими сооружениями было перекрыто более 60 млн. кв. м. полезной площади.

В настоящее время 40% пневматических зданий используются для нужд военных и МЧС, 20% для нужд промышленности, 30% для спортивных целей и 10% для других различных целей (сельское

хозяйство, склады и пр.) В Российской Федерации они больше применяются в спортивных объектах [3,4].

Большую популярность завоевывают пневматические сооружения для создание пневмоаттракционов. Они способствуют развитию активного образа жизни у детей и при этом наиболее безопасны для использования в отличии от традиционных (рис. 4). Мобильность и скорость возведения пневмоаттракционов позволяет создавать сезонные игровые пространства для детей не только в парковых зонах, но и непосредственно вблизи дома. Кроме наземных, существуют водные пневмоаттракционы, к которым относятся водные горки, водные роллеры и др.

Рис. 4. Наземный пневмоаттракцион

Авторы данной статьи надеются, что в условиях мирового экономического кризиса такие быстровозводимые и экономически эффективные сооружения, какими являются пневматические сооружения займут достойное место в создании современной инфраструктуры городов и поселков Российской Федерации.

Список литературы

1. Ермолов, В.В. Воздухоопорные здания и сооружения/В.В. Ермолов.- М.: Стройиздат.-1980.-304 с.

2. Ермолов, В.В. Пневматические строительные конструкции/В.В. Ермолов и другие. Под редакцией В.В. Ермолова. - М.: Стройиздат, 1983. - 304 с.

3. Ким А.Ю. Итерационный метод приращений параметров в теории расчета мембранно-пневматических систем с учетом нелинейных факторов/А.Ю. Ким. Монография. Сарат. гос. техн. ун-т. - Саратов: Изд-во СГТУ, 2005. - 188с.

4. Ким А.Ю. Расчет мембранно-пневматических систем с учетом нелинейных факторов/ А.Ю. Ким- Саратовский государственный аграрный университет, Саратов, 2000. - 198 с. Монография депонирована в ВИНИТИ РАН 24.04.00 № 1148- В2000.

УДК 69.033

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ В СССР

Ким Алексей Юрьевич, Рассада Анна Андреевна

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., Россия, e-mail: sberbanksp@yandex.ru, rassada.anna@mail.ru

Аннотация. В данной статье описывается история возникновения пневматических сооружений в СССР, срок функционирования и интересные конструктивные решения. Описан интерес применения их в качестве спортивных сооружений в СССР.

Ключевые слова: пневматические сооружения, технико-экономическое обоснование, спортивные сооружения

FEATURES OF THE USE OF PNEUMATIC STRUCTURES IN THE USSR

Kim Alexey Yurievich, Rassada Anna Andreevna

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Russia, e-mail: sberbanksp@yandex.ru, rassada.anna@mail.ru

Abstract. This article describes the history of pneumatic structures in the USSR, the period of operation and interesting design solutions. The interest of their application as sports facilities in the USSR is described.

Keywords: pneumatic structures, feasibility study, sports facilities

После появления воздухоопорных пневматических сооружений в США в 1948 году как сооружений для нужд Министерства обороны страны, многие страны мира стали использовать данный вид сооружений для армий своих стран (рис. 1).

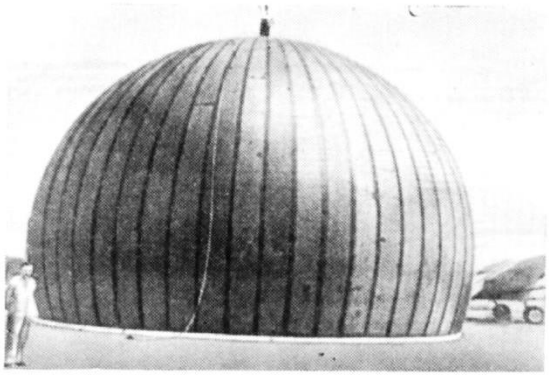


Рис. 1. Первое пневматическое сооружение в мире 1948 год США

В середине прошлого века многие страны мира оценили такие свойства воздухоопорных сооружений как их быстрота возведения и возможность перевести с место на новое место, экономическая эффективность [1].

Эти свойства были использованы при создании быстро разворачиваемых госпиталях, а также различных сооружений для хранения военной техники. С более чем двадцатилетнем опозданием по сравнению с западными странами, и в Советской Армии семидесятых годах прошлого века стали активно применять воздухоопорные пневматические сооружения. Здесь в нашей стране все было, также, как и во всем мире, но если в армейской жизни данные сооружения выполняли такую же функцию, как и в других странах, то в гражданском применении этих сооружений в СССР пошли разными путями с другими странами (рис. 2).

Если в других странах мира пневматические воздухоопорные сооружения использовались для спортивно-развлекательных целей, то в нашей стране, их больше применяли для нужд производства. В этом состояла основная особенность применения воздухоопорных сооружений в СССР по сравнению с другими странами мира [2].

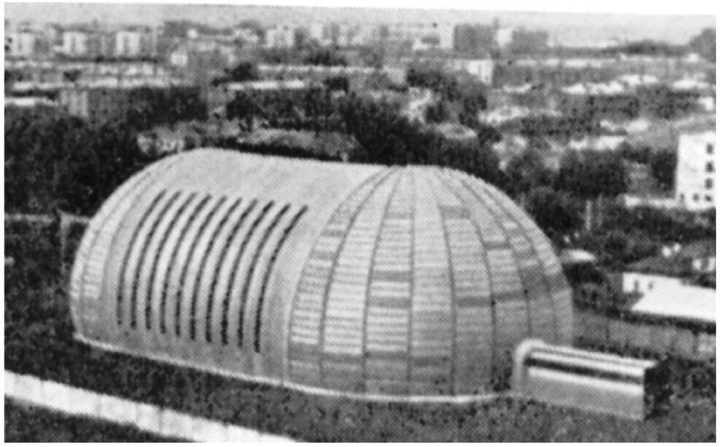


Рис. 2. Воздухоопорное сооружение над спортивным объектом США 1968 г.

В основном воздухоопорные сооружения в нашей стране применялись для складов различного назначения как в промышленности, так и в сельском хозяйстве.

Рис. 3. Пологая оболочка покрытия

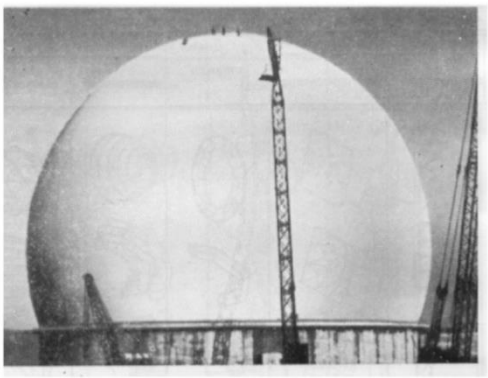


Рис. 4. Сферическая оболочка спортзала г. Джонсон-Сити

Интересно проследить области использования пневматических сооружений в СССР в 1980 году и их же в России в 2010 году. Если в 1980 году примерно 40 % этих сооружений применялись в Советской Армии как госпитали и склады техники и армейского имущества, 35 % использовались как склады и различные производственные помещения в сельском хозяйстве и лишь примерно 25 % использовались в спортивных и культурно-развлекательных целях, то 2010 году более 50 % пневматических сооружений использовались в Министерстве обороны и МЧС, около 40 % как спортивные сооружения (теннисные корты, плавательные бассейны и др.) и лишь порядка 10 % в других отраслях, таких как промышленность, сельское хозяйство и пр. После того как в СССР в 1975 году были построены два завода по производству воздухоопорных сооружений, часть продукции пустили под спортивные объекты [3,4].

В конце семидесятых воздухоопорные сооружения спортивного назначения можно было увидеть в Москве, Ленинграде, Киеве и других крупных городах нашей страны. К середине 80–х процент использования пневматических сооружений для занятий спортом стал расти и достиг 30%. Но к сожалению, в это время начались негативные тенденции в экономике страны, связанные с падением цен на нефть и практически финансирование спортивных сооружений, в том числе пневматических было приостановлено, а в начале 1992 года прекратила существование и сама страна. Так закончилась история применения пневматических сооружений в СССР.

Список литературы

1. Ермолов, В.В. Воздухоопорные здания и сооружения/В.В. Ермолов.- М.: Стройиздат.-1980.-304 с.

2. Ермолов, В.В. Пневматические строительные конструкции/В.В. Ермолов и другие. Под редакцией В.В. Ермолова. - М.: Стройиздат, 1983. - 304 с.

3. Ким А.Ю. Итерационный метод приращений параметров в теории расчета мембранно-пневматических систем с учетом нелинейных факторов/А.Ю. Ким. Монография. Сарат. гос. техн. ун-т. - Саратов: Изд-во СГТУ, 2005. - 188с.

4. Ким А.Ю. Расчет мембранно-пневматических систем с учетом нелинейных факторов/ А.Ю. Ким Саратовский государственный аграрный университет, Саратов, 2000. - 198 с. Монография депонирована в ВИНИТИ РАН 24.04.00 № 1148- В2000.

УДК 69.033

ПРИМЕНЕНИЕ И ПЕРСПЕКТИВА РАЗВИТИЯ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Ким Алексей Юрьевич, Рассада Анна Андреевна

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., Россия, e-mail: sberbanksp@yandex.ru, rassada.anna@mail.ru

Аннотация. В данной статье описываются перспективы применения пневматических сооружений в России, экономическое преимущество зданий данного типа. Описаны сферы применения их в современном строительстве.

Ключевые слова: пневматические сооружения, технико-экономическое обоснование, строительство

APPLICATION AND PROSPECTS OF DEVELOPMENT OF PNEUMATIC STRUCTURES IN THE RUSSIAN FEDERATION

Kim Alexey Yurievich, Rassada Anna Andreevna

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Russia, e-mail: sberbanksp@yandex.ru, rassada.anna@mail.ru

Abstract. This article describes the prospects for the use of pneumatic structures in Russia, the economic advantage of buildings of this type. The spheres of their application in modern construction are described.

Keywords: pneumatic structures, feasibility study, construction

После развала СССР на карте мира появилась Российская Федерация, которая унаследовала от Советской империи помимо всего прочего и пневматические сооружения, которые в начале девяностых кроме Вооруженных сил и спасателей стали активно применять и появившиеся предприниматели. Были попытки применять пневматические сооружения в виде помещений для складирования товаров и различных грузов, но для постоянной эксплуатации пневматических сооружений требовалось квалифицированное обслуживание, охрана, постоянная подача электроэнергии на объект, поэтому для складов активно стали применять металлические ангары. Не получилось использовать воздухоопорные сооружения для кафе, закусочных и пр., так как люди более любят отдыхать или в традиционных помещениях, или на открытом воздухе. Но в середине девяностых прошлого столетия предприниматели нашли очень удачную нишу для применения данных сооружений на Черноморском побережье Краснодарского края в качестве перекрытий спортивных площадок для занятий плаванием, стрельбой или как теннисные корты. Так как в городах курортах рядом с набережной не разрешали строить стационарные

сооружения, то очень кстати пришлись временные быстро возводимые воздухоопорные сооружения, которые монтировались и оснащались необходимых оборудованием за несколько дней и практически сразу могли приносить прибыль [1-3].

Рис. 1. Теннисный корт в воздухоопорном сооружении

Так как в СССР всегда была нехватка спортивных сооружений, то люди охотно играли в дартс или теннис, стреляли или плавали в этих спортивных объектах. В начале 90-х еще не сильно облагали предпринимателей налогами, арендная плата не была высокой, электроэнергия стоила очень дешево, поэтому и стоимость услуг данных заведений была доступной для всех, масса отдыхающих посещала эти заведения и владельцы этих предприятий получали большие прибыли. Это примерно продолжалось около десяти лет до начало двадцать первого века. За эти десять лет во всех курортных городах южных регионов России появились сотни таких пневматических сооружений спортивного назначения.

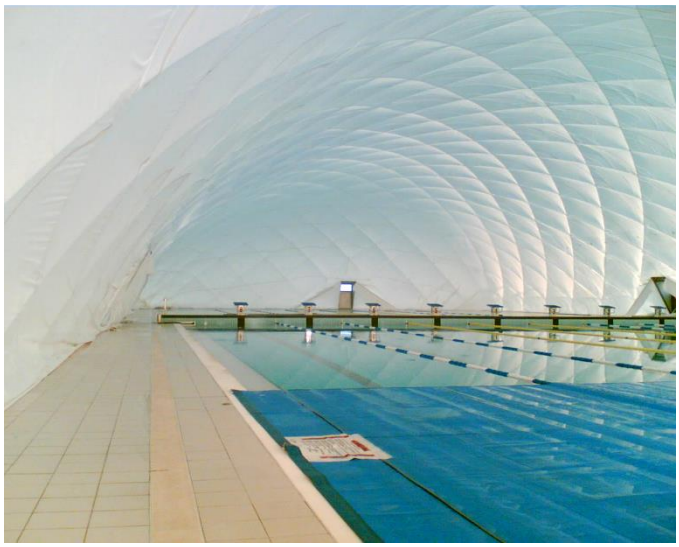


Рис. 2. Бассейн в воздухоопорном сооружении

Но в двухтысячных годах резко выросли налоги, арендная плата за землю, в несколько раз выросли тарифы на воду и электроэнергию, в результате плата за вход в эти сооружения стала недоступной для многих из отдыхающих, что резко сказалось на прибылях и на активном развитии таких сооружений. В это время эстафету малого бизнеса по развитию воздухоопорных пневматических сооружений подхватил большой бизнес, который за это время окреп и вырос на просторах РФ. В эти годы были построены несколько десятков воздухоопорных пневматических сооружений в Сургуте, Тюмени, Ханты-Мансийске, Москве, Санкт-Петербурге и других крупных центрах страны. Как правило все эти сооружения были спортивного назначения, предназначенные для занятий спортом и отдыха сотрудников крупных компаний. За это время появились несколько крупных производителей типовых воздухоопорных и пневмоарочных сооружений, которые предназначались для развертывания крупных госпиталей, а также пунктов размещения людей в зонах боевых действий или природных катастроф. За почти десять лет боевых действий на Северном Кавказе в конце прошлого века появились новые виды пневматических сооружений,предназначенных для создания тех или иных типовых помещений военных госпиталей или городков для проживания людей и оказания им медицинской помощи. За это время развилось и выросло в отдельную структуру Министерство по чрезвычайным ситуациям, в нем появился свой транспорт и сотни пневматических сооружений, из которых спасатели создают лагерь для временного проживания людей из зоны природных катастроф, как правило в нашей стране, это зоны затопления, лесных пожаров, реже землетрясений [4].

Рис. 3. Пневмокаркасные сооружения МЧС

Самым большим испытанием для МЧС и Министерство обороны были события в Донбассе летом 2014 года, когда из-за боевых действий на Украине более сотни тысяч людей скопились на границе с Ростовской областью. Где были возведены несколько тысяч пневмокаркасных и воздухоопорных сооружений, в которых были размещены люди, медицинские кабинеты, хлебопекарни, пункты выдачи документов и прочее. Пневматические сооружения достойно выдержали это испытание, именно они создали инфраструктуру в этих городках временного проживания людей до самого их закрытия.

Авторы данной статьи уверены, что пневматические сооружения в настоящее время и в ближайшем будущем будут востребованы, так как они обладают качествами, которых нет у других сооружений, возможность за несколько часов возвести инфраструктуру на пустом месте и, если на данном участке потребность в этих объектах отпала, перевезти их на новую площадку за очень короткое время. Были случаи, когда эти сооружения из европейской части перебрасывали на другой конец нашей страны.

Рис. 4. Пневмоарочные модули аэромобильного госпиталя

Поэтому в современных экономических условиях перспективы применения пневматических сооружений очень большие и они будут находить большое применение для создания инфраструктуры комфортной жизни людей.

Список литературы

1. Ермолов, В.В. Воздухоопорные здания и сооружения/В.В. Ермолов.- М.: Стройиздат.-1980.-304 с.

2. Ермолов, В.В. Пневматические строительные конструкции/В.В. Ермолов и другие. Под редакцией В.В. Ермолова. - М.: Стройиздат, 1983. - 304 с.

3. Ким А.Ю. Итерационный метод приращений параметров в теории расчета мембранно-пневматических систем с учетом нелинейных факторов/А.Ю. Ким. Монография. Сарат. гос. техн. ун-т. - Саратов: Изд-во СГТУ, 2005. - 188с.

УДК 539.3

ЗАДАЧА ЧИСТОГО ИЗГИБА ЖЕЛЕЗОБЕТОННОЙ БАЛКИ С СЕРНЫМ УПРОЧНЕНИЕМ

Кривулина Эльвира Федоровна, Шляхов Станислав Михайлович

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю. А., Россия, e-mail: orifelwi@mail.ru

Аннотация. Настоящая статья посвящена оценке напряженного состояния железобетонной балки при поверхностном насыщении ее серой, как упрочняющим материалом.

Ключевые слова: железобетон, пористость, балка, насыщение

THE PROBLEM OF BENDING A REINFORCED CONCRETE BEAM WITH SULFUR STRENGTH

Krivulina Elvira Fedofovna, Shlyakhov Stanislav Mihailovich

Yuri Gagarin Saratov State Technical University, Russia

e-mail: orifelwi@mail.ru

Abstract. This article shows the evaluation of the stress state of a reinforced concrete beam with its surface filling with sulfur, as a reinforcing material.

Keywords: reinforced concrete, porosity, beam, filling

В статье использовано решение задачи об определении упругих характеристик серобетонной смеси при заполнении естественных пор в бетоне расплавом серы и дальнейшем ее затвердевании [4]. Использованы экспериментальные характеристики кристаллической серы [1]. Концентрация серы в бетоне найдены из решения задачи диффузии [2]. Для определения упругих характеристик серобетонной смеси после затвердевания серы использована классическая теория смесей композиционных материалов. Выявлено малое влияние серы на модуль упругости смеси, но существенное влияние на ее прочностные характеристики.

1. Расчетная схема бруса

Рассмотрим брус прямоугольного поперечного сечения в состоянии чистого изгиба (рис. 1). При анализе напряженно-деформированного состояния железобетонной балки примем следующие упрощающие предположения:

1. Считаем, что бетон работает только на сжатие.
2. Все растяжение воспринимается стальной арматурой.

3. Условно считаем бетон подчиняющимся закону Гука с модулем Юнга и прочностными свойствами, отраженными в таблице 2 [4].

4. Считаем справедливой гипотезу плоских сечений.

Наибольшие деформации в серобетоне и арматуре равны

$$\varepsilon_{max\ \text{серобетон}} = -\frac{kd}{r},\ \varepsilon^*_{\text{бетон}} = -\frac{kd-h}{r},\ \varepsilon_{max\ \text{сталь}} = -\frac{(1-k)d}{r}, \quad (1)$$

где r – радиус кривизны балки при изгибе, k – коэффициент, определяющий положение нейтральной оси.

Деформация бетона на полутолщине слоя насыщения серой равна

$$\varepsilon_0 = \frac{kd-\frac{h}{2}}{kd}, \quad (2)$$

Напряжения в стали и бетоне соответственно (1) равны

$$\sigma_{\text{сталь}} = \text{E}_{\text{сталь}}\varepsilon_{max\text{сталь}} = \frac{E_{\text{сталь}}(1-k)d}{r},$$

$$\sigma_{\text{бетон}} = \text{E}_{\text{бетон}}\varepsilon_{\text{бетон}} = -\frac{\text{E}_{\text{бетон}}y}{r},\ \left(0 \le y \le kd - \frac{h}{2}\right).$$

Напряжения в слое серобетонной смеси равны

$$\sigma_{j\text{смеси}} = E_j\varepsilon_j = -\frac{E_j y_j}{r},\ (kd - \frac{h}{2} \le y_j \le kd),$$

где E_j, y_j – модуль Юнга и текущая ордината слоя серобетонной смеси.

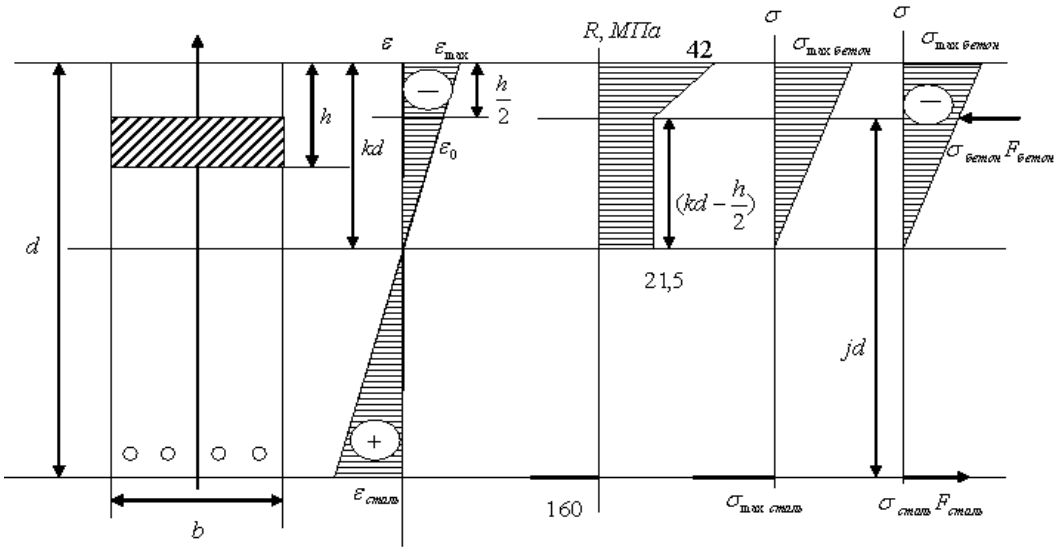


Рис. 1. Схема чистого изгиба балки

Определяем положение нейтральной оси в сечении балки при чистом изгибе.

Положение последней будем искать из условия равенства нулю равнодействующей продольной силы в сечении [3].

На основании формул (1) и (2) имеем:

равнодействующая сила в зоне растяжения равна

$$N_{\text{раст}} = \sigma_{\text{сталь}}F_{\text{сталь}} = \frac{F_{\text{сталь}}E_{\text{сталь}}(1-k)d}{r}, \quad (3)$$

где $F_{\text{сталь}}$ – площадь сечения стальной арматуры.

Равнодействующая сила в зоне сжатия равна

$$N_{сжат} = -\frac{1}{r}\left\{\sum_{j=1}^{m} E_j y_j b\delta_j + \frac{1}{2}E_{бетон}(kd - \frac{h}{2})^2 b\right\}, \quad (4)$$

Здесь δ_j – толщина слоя сечения бруса, в пределах которого считаем модуль Юнга серобетонной смеси постоянным, m – количество слоев разбиения, y_j – координата середины слоя $\left(\frac{\delta}{2} + kd - \frac{h}{2} \le y_j \le kd - \frac{\delta}{2}\right)$, $E_{\text{бетон}}$ – модуль Юнга бетона без серы.

Равенство нулю равнодействующей соответствует условию

$$-\frac{b}{r}\left\{\sum_{j=1}^{m} E_j y_j \delta_j + \frac{1}{2}E_{бетон}(kd - \frac{h}{2})^2\right\} + \frac{F_{сталь}(1-k)E_{сталь}d}{r} = 0$$

или иначе

$$b\left\{\sum_{j=1}^{m} E_j y_j \delta_j + \frac{1}{2}E_{\text{бетон}}(kd - \frac{h}{2})^2\right\} - F_{\text{сталь}}(1-k)E_{\text{сталь}}d = 0, \quad (5)$$

где y_j определяется по формуле

$$y_j = (kd - \frac{h}{2}) + \delta_j(j - \frac{1}{2}),\ \delta_j = \frac{h}{2m}. \quad (6)$$

Подставим площадь арматуры в долях от площади поперечного сечения

$$F_{\text{сталь}} = \lambda bd. \quad (7)$$

Подставляя (7) и (6) в (5), получаем уравнение относительно искомого коэффициента k, определяющего положение нейтральной оси

$$\sum_{j=1}^{m} E_j \frac{h}{2m}\left\{(kd - \frac{h}{2}) + \frac{h}{2m}(j - \frac{1}{2})\right\} + \frac{E_{бетон}}{2}(kd - \frac{h}{2})^2 - \lambda d^2(1-k)E_{сталь} = 0, \quad (8)$$

Как показали исследования, внедрение серы в бетон мало влияет на модуль Юнга, но сильно влияет на прочностные свойства бетона. Сказанное позволяет упростить выражение (8), приняв $F_b = const$ по всему участку сечения kd. Опираясь на [3], получим расчетную формулу

$$k = \sqrt{\left(\frac{F_{сталь}}{bd}\cdot\frac{E_{сталь}}{E_{бетон}}\right)^2 + 2\frac{F_{сталь}}{bd}\cdot\frac{E_{сьталь}}{E_{бетон}}} - \frac{F_{сталь}}{bd}\cdot\frac{E_{сталь}}{E_{бетон}}, \quad (9)$$

Введем обозначения: $\frac{F_{сталь}}{bd} = \lambda$, $\frac{E_{сталь}}{E_{бетон}} = \xi$.

Получим

$$k = \sqrt{(\lambda\cdot\xi)^2 + 2\lambda\cdot\xi} - \lambda\cdot\xi. \quad (10)$$

Найденное по (10) значение коэффициента k может быть уточнено на основании (8) последовательными приближениями.

2. Определение деформаций в сечении бруса при изгибе

Отразим на рис. 1 эпюру допустимых напряжений по высоте сечения и эпюру деформаций в соответствии с гипотезой плоских сечений.

Допустимый уровень деформации в бетоне равен $\varepsilon_0 = \frac{R}{E_{\text{бетон}}}$, где R – минимальная прочность бетона без серы, $E_{\text{бетон}}$ – модуль Юнга бетона.

Максимальный уровень деформации бетона при изгибе равен

$$\varepsilon_{\max\ бетон} = \varepsilon_0 \frac{kd}{kd - \frac{h}{2}}. \tag{11}$$

Максимальная деформация стальной арматуры будет равна

$$\varepsilon_{\max\ сталь} = \varepsilon_{\max\ бетон} \frac{(1-k)}{k}. \tag{12}$$

Ограничимся случаем малого влияния серы на модуль Юнга серобетона. В этом случае положение нейтральной оси определяется коэффициентом k, определяемым по (10). Соотношение максимальных напряжений в бетоне и стали будет следующим

$$\frac{\sigma_{бетон}}{\sigma_{сталь}} = \frac{k}{(1-k)\frac{E_{сталь}}{E_{бетон}}} = \frac{k}{(1-k)\xi}. \tag{13}$$

Полагая максимальные напряжения в стали и бетоне, равные допускаемым, определяем допускаемые изгибающие моменты для зоны растяжения и сжатия соответственно. Согласно рис. 1 получаем

$$[M]_{сталь} = [\sigma]_{сталь} F_{сталь} jd,$$

$$[M]_{бетон} = Rjkb\frac{d^2}{2}. \tag{14}$$

где $jd = \frac{2}{3}kd + (1-k)d$, откуда получим

$$j = 1 - \frac{k}{3}. \tag{15}$$

Из двух найденных моментов (14) действительным допускаемым моментом будет наименьший. Соответственно максимальные напряжения в стали и бетоне будут равны

$$\sigma_{\text{сталь}} = \frac{[\text{M}]}{F_{\text{сталь}} jd}, \sigma_{\text{бетон}} = -\frac{2[\text{M}]}{jkbd^2}. \tag{16}$$

где [M] – допускаемый изгибающий момент.

Пример расчета (рис. 2).

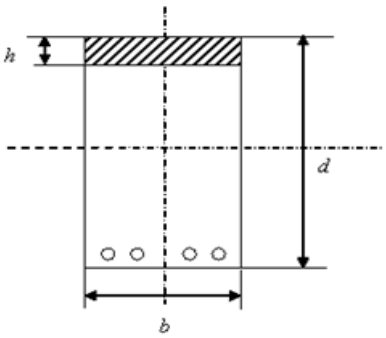


Рис. 2. Насыщенный слой серы поперечного сечения балки

Размеры сечения $b = 0{,}25$ м, $d = 0{,}3$ м, толщина насыщенного слоя $h = 0{,}02$ м. Примем $\lambda = 0{,}01$, $\xi = 10$. Определяем $\mathrm{k} = \sqrt{(\lambda\xi)^2 + 2\lambda\xi} - \lambda\xi = 0{,}35826$.

Деформации:

$\varepsilon_0 = \frac{\mathrm{R_{бетон}}}{\mathrm{E_{бетон}}} = 1{,}075 \cdot 10^{-3}$, $\varepsilon_{\mathrm{maxбетон}} = \varepsilon_0 \frac{\mathrm{kd}}{\mathrm{kd} - \frac{\mathrm{h}}{2}} = 1{,}18528 \cdot 10^{-3}$.

Площади: $F_{\text{сталь}} = 0{,}01bd = 7{,}5 \cdot 10^{-4}\text{м}^2$, $F = bd = 750 \cdot 10^{-4}\text{м}^2$.

Модули Юнга $\mathrm{E_{сталь}} = 2 \cdot 10^5$ МПа, $\mathrm{E_{бетон}} = 0{,}2 \cdot 10^5$ МПа.

Прочностные характеристики $R_{\text{бетон}} = 21{,}5$ МПа, $[\sigma]_{\text{сталь}} = 160$ МПа.

Высота $\mathrm{jd} = \left(1 - \frac{\mathrm{k}}{3}\right)\mathrm{d} = 0{,}88058\mathrm{d}$.

Максимальная деформация стали:

а) бетон без насыщения серой

$$\varepsilon_{\max\,сталь} = \varepsilon_0 \frac{(1-k)}{k} = 1{,}9256 \cdot 10^{-3}$$

б) бетон с насыщением серой

$$\varepsilon_{\max\,сталь} = \varepsilon_{\max\,бетон} \frac{(1-k)}{k} = 2{,}123 \cdot 10^{-3}$$

Определяем допускаемый момент для железобетонной балки без серы

$[\mathrm{M}]_{\text{сталь}} = [\sigma]_{\text{сталь}} F_{\text{сталь}} jb = 352{,}2$ кНм,

$[\mathrm{M}]_{\text{бетон}} = R_{min} jkb \frac{d^2}{2} = 152{,}6$ кНм.

Итак, балки без упрочнения серой имеет допускаемый момент

$[\mathrm{M}] = [\mathrm{M}]_{\text{бетон}} = 152{,}6$ кНм.

Определяем допускаемый момент для железобетонной балки с упрочнением серой

$[\mathrm{M}]_{\text{сталь}} = 352{,}2$ кНм,

$[\mathrm{M}]'_{\text{бетон}} = E_{\text{бетон}} \varepsilon_{max\text{бетон}} jkb \frac{d^2}{2} = 0{,}167844$ МНм,

Определим отношение допускаемых моментов в обоих случаях

$\frac{[\mathrm{M}]'_{\text{бетон}}}{[\mathrm{M}]_{\text{бетон}}} = \frac{167{,}844}{152{,}6} = 1{,}1$.

Итак, упрочнение балки серой приводит к повышению ее несущей способности на 10%.

Список литературы:

1. www.stfa.ru/poristost-betona/1 Строительство, специальные цементы
2. Кривулина Э.Ф., Круглова А.О. Об определении коэффициента диффузии серы в пористое полупространство из бетона. Техническое регулирование в транспортном строительстве. № 5(31), 2018
3. Тимошенко С. П.Сопротивление материалов. М.: Наука, 1965, 364 с.
4. Шляхов С.М., Егоров М.М. Об оценке упругих характеристик бетонной балки при поверхностном упрочнении ее серой. Техническое регулирование в транспортном строительстве. № 2(35), 2019

УДК 69.059.4

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-ТЕОРЕТИЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОТЕРИ РАВНОВЕСНОГО СОСТОЯНИЯ ВЫСОТНОГО ОБЪЕКТА ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ВЕТРОВЫХ НАГРУЗОК

Муртазин Марат Расимович, Муртазина Гульсем Расимовна

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., Россия, e-mail: murta@bk.ru, galamurta@mail.ru

Аннотация. В данной работе предложено актуальное направление проведения экспериментальных исследований масштабных моделей высотных объектов, для возможности оценки надёжности их работы под воздействием ветровых нагрузок.

Ключевые слова: высотный объект, ветровое воздействие, потеря равновесия, экспериментальные исследования, масштабная модель, деформации крена высотного объекта

EXPERIMENTAL-THEORETICAL MODELING OF A HEIGHT OBJECT ON A NONLINEARLY DEFORMABLE BASIS

Murtazin Marat Rasimovich, Murtazina Gulsem Rasimovna

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Russia, e-mail: murta@bk.ru, galamurta@mail.ru

Annotation. In this paper, the current direction of carrying out experimental studies of scale models of high-rise objects located on a nonlinearly deformable base is proposed to assess the reliability of their operation under the influence of horizontal loads.

Keywords: high altitude object, wind influence, general stability, experimental studies, scale model, wind tunnel, nonlinearly deformable base, heel of a high-altitude object, amplitude of forced oscillations, dynamic force

Одним из вопросов, решаемых для высотного объекта (высотные здания и сооружения), является оценка предельной ветровой нагрузки [1]. При значении ветровых нагрузок меньших, чем предельное высотный объект сохраняет состояние равновесия (рис. 1). При превышении предельного значения ветровой нагрузки равновесные состояния высотного объекта отсутствуют. В проектной практике такое явление называется потерей устойчивости высотного объекта против опрокидывания.

В качестве метода исследования потери высотным объектом состояний равновесия используется подход, называемый деформационным. Он заключается в прослеживании состояний равновесия высотного объекта при возрастании горизонтальной (ветровой) нагрузки.

При прослеживании состояний равновесия высотного здания при действии ветровой нагрузки необходимо учесть характер его нагружения системой из двух видов нагрузок: это параметрическая равнодействующая

нагрузка от сил тяжести и равнодействующая активной ветровой нагрузки. Очередность приложения и характер их возрастания определяют последовательность равновесных состояний здания [3].

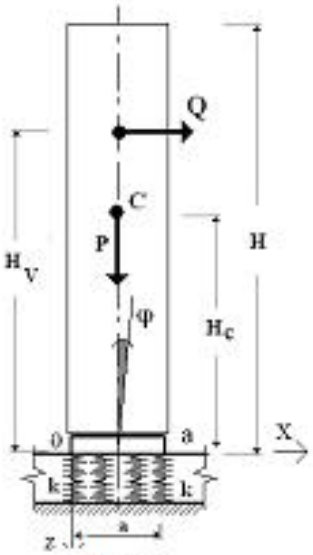


Рис. 1

Рис. 2

Для оценки равнодействующей активной P ветровой нагрузки и положения ее линии действия по высоте используются испытания масштабной модели высотного объекта в аэродинамической трубе (рис. 2).

Определение предельной ветровой нагрузки на высотный объект, предлагается выполнить теоретически, а и так же наряду с теоретическим подходом обосновать экспериментально.

Рассмотрим вариант нагружения высотного объекта: это первоначальное приложение возрастающих сил тяжести с последующим приложением ветровой нагрузки при постоянном общем весе здания (рис. 1).

При постоянной вертикальной нагрузке собственного веса здания в качестве нагрузки, при которой происходит потеря состояния равновесия, будет предельная величина равнодействующей ветровой нагрузки *Q*. Значение равнодействующей ветровой нагрузки *Q* существенно зависит от величины минимального момента инерции относительно главных осей площади подошвы фундамента здания. В данном примере от ширины подошвы фундамента «а» (рис. 1):

$$Q = \frac{k_0 a^3 b}{12Hv} Cos(\varphi) Sin(\varphi) - P \frac{Hc}{Hv} \frac{(Sis(\varphi) + Sin(\varphi_0))}{Cos(\varphi)} \qquad (1)$$

Здесь H_v – высота линии действия равнодействующей ветровой нагрузки, φ – угол поворота вертикальной оси высотного объекта, φ_0 - начальное несовершенство модели в виде начального угла поворота вертикальной оси высотного объекта, $F_0 = ab$ - площадь подошвы

основания. Выражение для критической нагрузки потери устойчивости бифуркационного типа будет иметь вид [3]:

$$P_{kp} = \frac{kba^3}{12H_C}; \qquad (2)$$

Очевидно, что при теоретической оценке общей устойчивости условие «возмущенного» состояния равновесия в задаче устойчивости может быть сведено к рассмотрению двух интегральных параметров реактивных сил отпора основания (рис. 4), приложенных в центрах тяжести площадей, распределенного реактивного давления отпора основания высотного объекта. Это позволяет в экспериментальных исследованиях общей устойчивости высотного объекта использовать его упрощенную модель, в которой распределенное реактивное давление отпора основания k заменяется на две упругие опоры с соответствующей эквивалентной жесткостью на сжатие K (рис. 4).

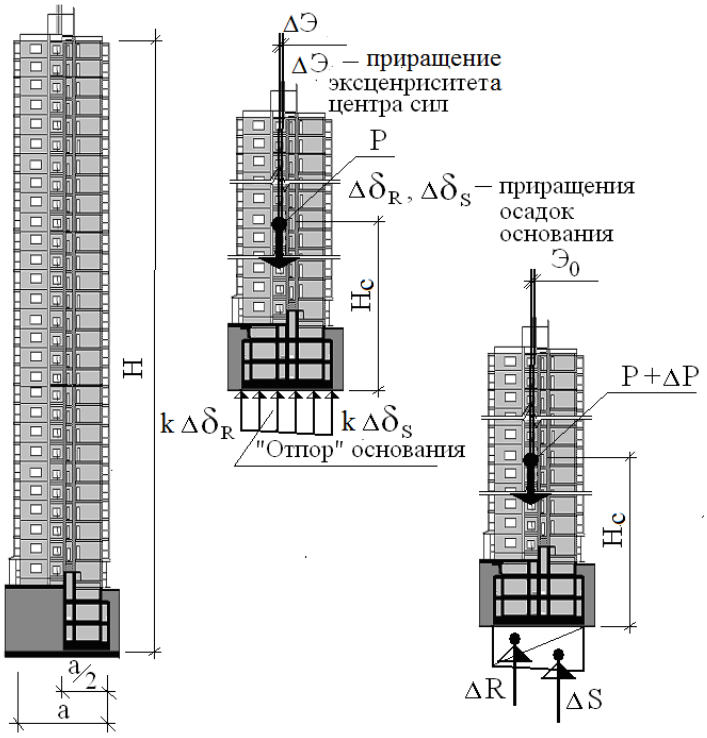


Рис. 3.

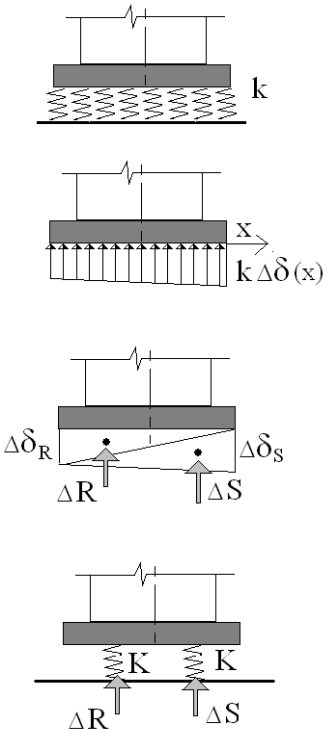


Рис. 4.

Деформационный расчет с учетом конструктивной нелинейности порождаемой частичным отрывом подошвы фундаментной плиты при развитии деформаций крена высотного объекта допустим для тяжелых сооружений с высокорасположенным центром сил тяжести, например для железобетонных подпорных стенок. Для высотных зданий деформации крена здания, сопровождающиеся отрывом подошвы фундаментной плиты, превышают предельные значения, рекомендуемые нормативными документами [4]. Активное развитие подобных деформаций крена высотного здания происходит после образования эпюры отпора основания в виде треугольника (рис. 5), что позволяет принять этот уровень нагружения

предельным для экспериментального прослеживания равновесных состояний высотного объекта [1].

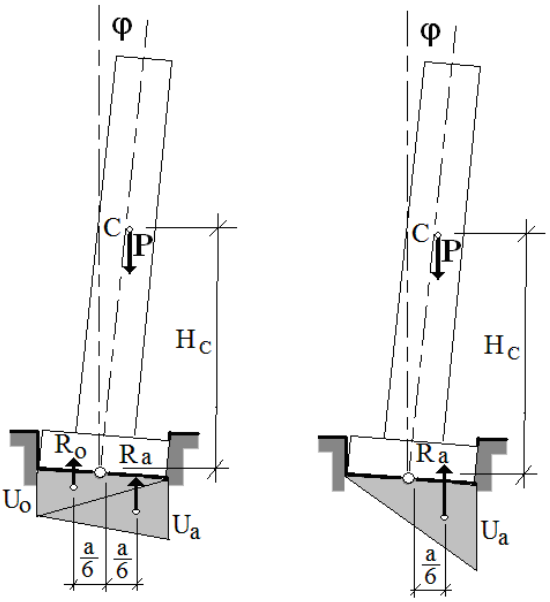


Рис. 5

Теоретическое описание экспериментальной модели дает выражение для определения предельной ветровой нагрузки через эквивалентную жесткость основания К (рис. 4).

Приращения усилий в «возмущенном» состоянии модельного объекта, возникающие в упругих элементах модели будут

$$\Delta R = \frac{2}{3} K \Delta\delta_R; \quad \Delta S \frac{2}{3} = K \Delta\delta_S; \tag{3}$$

Выражение критической нагрузки устойчивости бифуркационного типа для модельной системы высотного объекта будут:

$$P_{kp}^{M} = K \frac{a^2}{9Hc}; \tag{4}$$

Соответствующая эквивалентная жёсткость упругих опор *K*, определяется из равенства (2) и (4) будут иметь вид:

$$K = \frac{3}{4} k F_0; \tag{5}$$

Выражение для связи равнодействующей ветровой нагрузки с параметром деформаций крена высотного объекта φ:

$$Q = P_{kp}^{M} \frac{H_C}{Hv} Cos(\varphi) Sin(\varphi) - P_{\Phi} \frac{H_C}{Hv} \frac{(Sis(\varphi) + Sin(\varphi_0))}{Cos(\varphi)} \tag{6}$$

Где P_{Φ} - общий вес высотного объекта.

Выражение (6) позволяет экспериментально определить для заданной ветровой нагрузки на высотной объект с заданными параметрами, деформации его крена:

$$Э = HSin(\varphi); \tag{7}$$

Если деформация крена, превосходит предельное значение, то необходимо изменять параметры высотного объекта и повысить общую устойчивость равновесного состояния высотного объекта при воздействии ветровых нагрузок.

Список литературы

1. Иноземцев В.К., Муртазин М.Р., Муртазина Г.Р. Экспериментально-теоретическое моделирование высотного объекта при действии горизонтальных нагрузок // Ресурсоэнергоэффективные технологии в строительном комплексе региона VI Международная научно-практическая конференция: Сборник научных трудов. Саратов 2018. Том 1. С. 394-399.
2. Иноземцев В.К., Муртазин М.Р., Муртазина Г.Р. Экспериментально-теоретическое моделирование высотного объекта на нелинейно деформируемом основании // Ресурсоэнергоэффективные технологии в строительном комплексе региона VI Международная научно-практическая конференция: Сборник научных трудов. Саратов 2018. Том 1. С. 488-492.
3. Муртазин М.Р., Муртазина Г.Р., Иноземцев В.К., Акчурин Д.Г. Оценка действия горизонтальных нагрузок при экспериментально-теоретическом моделировании высотного объекта. // Актуальные проблемы строительства, строительной индустрии и промышленности XIX международная научно-техническая конференция: Сборник материалов. Тула: ТулГУ, 2018 С. 104-106.
4. Иноземцев В.К., Иноземцева О.В., Жесткова С.А. Деформации крена высотного объекта на деформируемой плите // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2017. № 2 С.74-78.
5. Иноземцев В.К., Редков В.И., Жесткова С.А., Иноземцева О.В. Расчёт общей устойчивости конструкций с высоко расположенным центром сил тяжести // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2017. № 5 С.61-65.
6. Иноземцев В.К. Общая устойчивость сооружений на неоднородном нелинейно-деформируемом основании: монография/ В.К. Иноземцев, Н.Ф. Синева, О.В. Иноземцева. Саратов: Сарат. Гос. Техн. Ун-т, 2008. 242 с.
7. Ржаницын А.Р. Устойчивость равновесия упругих систем. Гос. Изд. Технико-теоретической литературы. Москва 1955.

УДК 533.6.07

ОПРЕДЕЛЕНИЕ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ВЕТРОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРИ ИСПЫТАНИЯХ МАКЕТА ВЫСОТНОГО ЗДАНИЯ

Редков Валерий Иванович, Лоренц Александр Александрович

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., Россия, e-mail: valeri_redkov@mail.ru, lorenc_s@mail.ru

Аннотация. Приводятся результаты аэродинамических исследований ветрового воздействия на макет высотного многофункционального комплекса сложной объемно-планировочной схемы. Получены экспериментальные данные о характере изменения скорости воздушного потока по высоте макета высотного объекта, выполнена оценка

средней скорости и степени турбулентности воздушного потока в аэродинамической трубе.

Ключевые слова: высотное здание, макет, аэродинамическая труба, термоанемометр, скорость воздушного потока, коэффициент турбулентности

DETERMINATION OF AERODYNAMIC PARAMETERS OF WIND IMPACT IN THE TEST OF THE LAYOUT OF THE HIGH-RISE BUILDING

Redkov Valery Ivanovich, Lorenz Alexander Alexandrovich

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Russia,
e-mail: valeri_redkov@mail.ru, lorenc_s@mail.ru

Abstract. The results of aerodynamic studies of wind impact on the model of high-rise multifunctional complex of complex space-planning scheme are presented. Experimental data on the nature of the change in the air flow velocity in the height of the high-altitude object model are obtained, the average speed and the degree of turbulence of the air flow in the wind tunnel are estimated.

Keywords: high-rise building, layout, wind tunnel, thermoanemometer, air flow rate, turbulence coefficient

В связи со сложной аэродинамикой высотных зданий, индивидуальной для каждого проекта, федеральными и территориальными строительными нормами [1] рекомендуется на этапах разработки проектной документации проводить физическое моделирование обтекания моделей зданий в аэродинамической трубе. Основным требованием к проведению аэродинамических исследований зданий и сооружений является наличие специализированной аэродинамической трубы, обеспечивающей необходимые скорости воздушного потока. В ходе модельных аэродинамических исследований изучаются процессы в приземном слое атмосферы, влияние рельефа и ландшафта территории, определяются давления на поверхности модели сооружения, аэродинамические силы и моменты, выполняется оценка скорости ветра, в том числе в пешеходных зонах и на различных высотах здания, возможности возникновения резонансных явлений и т.п.

С 2017 г. выпускные квалификационные работы студентов кафедры «Теория сооружений и строительных конструкций» по специальности 08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений выполняются на основе компьютерных технологий проектирования и экспериментальных методов исследования работы высотных сооружений в аэродинамической трубе [2]. Основные параметры аэродинамической трубы АтПП-1 (рис. 1) приведены в [2].

Рис. 1. Аэродинамическая труба АтПП-1.

Результаты экспериментальных исследований используются для построения и расчетов цифровых компьютерных моделей высотных зданий и сооружений в программных комплексах МОНОМАХ, ЛИРА, СКАД, реализующих численные методы расчета (МКЭ).

На рис. 2 показаны 3D-модели 65-этажного многофункционального комплекса и макет сооружения в масштабе 1:500, подготовленный для испытаний в аэродинамической трубе студентом группы с1-СЗС61 Лоренц А.А.

Рис. 2. Проект 65-этажного гостиничного комплекса, компьютерная 3D-модель и макет высотного здания для испытаний в аэродинамической трубе.

Высотный многофункциональный гостиничный комплекс представляет собой сооружение сложной формы в плане общей высотой

278,0 м. Конструктивная система высотного здания – связевая, несущие конструкции – из монолитного железобетона. Расчеты высотного сооружения на действие статических и динамических нагрузок выполнены методом конечных элементов (МКЭ) с использованием программного комплекса «МОНОМАХ-САПР».

Таблица 1 – Результаты измерений скоростей воздушного потока в рассмотренных точках рабочей части аэродинамической трубы

Высота расположения точек замера скорости, см (от основания макета)	Скорость потока V_A, м/с, по оси с координатами X=500 мм, Y=0 мм (перед макетом)	Скорость потока V_B, м/с, по оси с координатами X=150 мм, Y=0 мм (перед макетом)	Отношение скоростей V_B/V_A, %	Скорость потока V_C, м/с, по оси с координатами X=-150 мм, Y=0 мм (за макетом)	Отношение скоростей V_C/V_A, %
68	4.9	4.9	100.0%	5.8	118.4%
58	4.9	4.6	93.9%	2.1	45.7%
48	5.1	3.9	76.5%	1.1	28.2%
38	5.0	3.7	74.0%	1.9	51.4%
28	4.0	3.5	87.5%	1.8	51.4%
18	4.4	3.6	81.8%	1.5	41.7%
8	3.5	2.6	74.3%	1.3	50.0%
1	1.8	0.6	33.3%	1.5	250.0%

Для измерения скоростей воздушного потока в аэродинамической трубе использован термоанемометр Testo 425 (изготовитель Testo AG, Германия). Отдельные результаты измерений скоростей воздушного потока в рассмотренных точках рабочей части аэродинамической трубы приведены в табл. 1 и на рис. 3, 4.

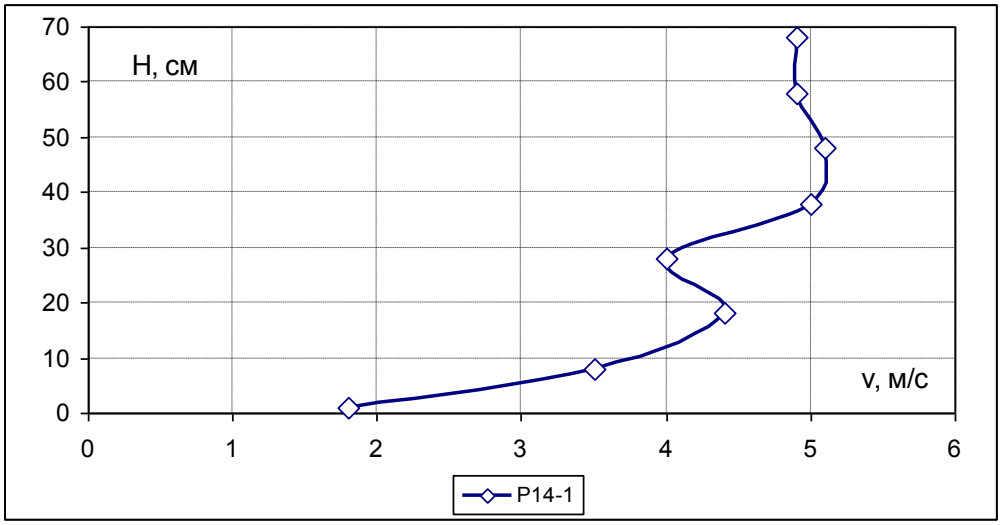


Рис. 3. Значения скоростей потока на различных высотах макета. Координаты оси с точками замера скоростей воздушного потока: X=500 мм, Y=0 мм

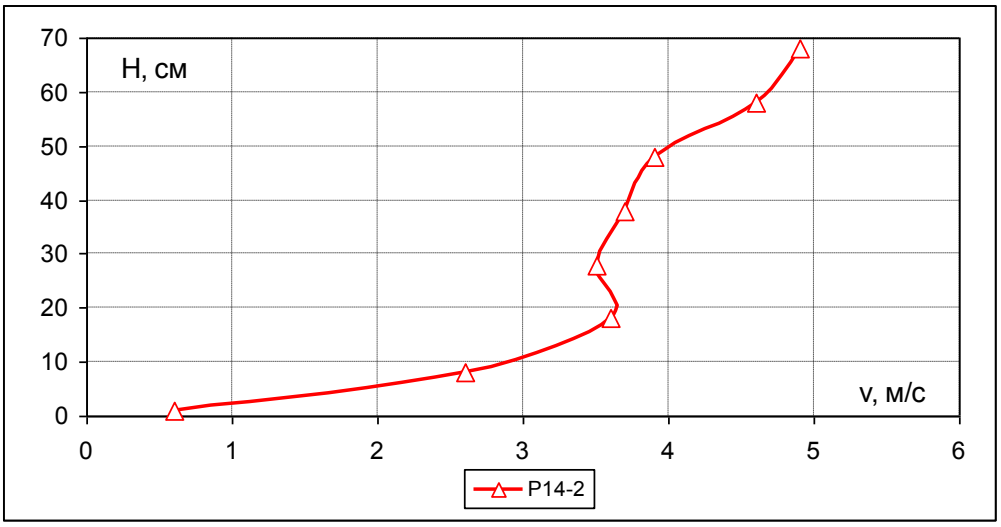


Рис. 4. Значения скоростей потока на различных высотах макета. Координаты оси с точками замера скоростей воздушного потока: X=150 мм, Y=0 мм

Для рассмотренной схемы ориентации модели в аэродинамической трубе установлено, что абсолютные значения скоростей воздушного потока в точках вертикалей, находящихся на расстоянии 500 и 150 мм от вертикальной оси макета отличаются в пределах 74-100%. Исключение составляют точки, расположенные в основании стилобатной части макета. Здесь значение скорости составляет 0,6 м/с, что в 3 раза меньше, чем на расстоянии 500 мм до макета (вне зоны его влияния).

Наиболее интенсивное увеличение скорости потока при изменении высоты расположения точек измерений происходит в нижней части макета (1/3H). Начиная с 1/3 H и до верха макета (на высоте H) динамика увеличения скорости резко снижается. С приближением к верхним зонам здания (покрытию) значения скоростей стабилизируются и достигают значений скоростей вне зоны влияния макета.

По абсолютным значениям скорости набегающего воздушного потока значительно ниже соответствующих значений скоростей за макетом (в зоне его тени). На участке макета от верха стилобатной части до верха покрытия снижение скоростей составляет 28,2-50%. С выходом из области тени выше покрытия значения скорости резко возрастает до 5,8 м/с, что на 18,4% больше соответствующих значений перед макетом.

Для оценки средней скорости и степени турбулентности в аэродинамической трубе проведены испытания с непрерывным замером скорости воздушного потока и видеофиксацией показаний прибора в течение периода времени, равном 60 сек. После расшифровки видеоматериалов показаний термоанемометра Testo 425 получены значения средних скоростей и коэффициентов турбулентности:

- Координаты точки замера средней скорости X=500 мм, Y=0 мм, Z= 300 мм. $\overline{V} = 2{,}36\, м/с; \quad \alpha = 0{,}1346$.

• Испытание 2. Координаты точки замера средней скорости воздушного потока: X=150 мм, Y=0 мм, Z= 300 мм. $\bar{V} = 4{,}86\, м/с$; $\alpha = 0{,}0804$
.

• Испытание 3. Координаты точки замера средней скорости воздушного потока: X=-150 мм, Y=0 мм, Z= 300 мм. $\bar{V} = 1.18\, м/с$; $\alpha = 0{,}3279$.

Результаты испытаний и расчетов показывают, в режиме замера скорости в точке с координатами X=500 мм, Y=0 мм, Z= 300 мм, находящейся вне зоны влияния макета средняя скорость составляла 2,36 м/с. При приближении к макету (в точке с координатами X=150 мм, Y=0 мм, Z= 300мм) наблюдается резкое возрастание средней скорости – до 4,86 м/с (в 2,6 раза). При переходе в зону за макетом (в точке с координатами X=-150 мм, Y=0 мм, Z= 300 мм) наблюдалось резкое уменьшение средней скорости (в 4,12 раза).

Значения расчетных коэффициентов турбулентности при данных испытаниях составили 0,0804-0,3279, что находится в пределах значений характерных для аэродинамических труб.

Список литературы

1. СП 267.1325800.2016. Здания и комплексы высотные. Минстрой России, Москва, 2016. – 146 с.

2. Редков В.И., Усатая А.С. Аэродинамические исследования моделей высотных зданий на ветровые воздействия в дипломном проектировании / Материалы международной научно-практической конференции «Инновации в строительстве-2017»: (Брянск, 20-22 ноября 2017 г.) Т.1/ Брян. гос. инженер.-технол. ун-т; ред. кол.: Н.П. Лукутцова, И.Н. Серпик, С.Г. Парфенов. – Брянск, 2017. С. 279-284.

УДК 539.3

КРИТЕРИИ БИФУРКАЦИИ ДЛЯ НЕМОНОТОННЫХ НЕЛИНЕЙНЫХ ПРОЦЕССОВ ДЕФОРМИРОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ АГРЕССИВНЫХ СРЕД

Синева Нина Федоровна

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., Россия, e-mail: sinevanf@mail.ru

Аннотация. Обсуждаются критерии устойчивости для процессов нелинейного деформирования конструкций в условиях необратимости взаимовлияющих процессов деформирования и деградации материала под действием агрессивных внешних факторов с возможностью нарушения монотонности нагружения. Исследования проведены в развитие теории наведенной неоднородности для расчета конструкций под действием силовых факторов и агрессивного влияния внешних сред.

Ключевые слова: критерии устойчивости, процесс нелинейного деформирования, деградация материала, агрессивные внешние факторы, пластичность, неоднородность свойств материала

CRITERIA FOR BIFURCATION FOR NON-MONOTONIC NON-LINEAR DEFORMATION PROCESSES IN AGGRESSIVE ENVIRONMENTS

Sineva Nina.Fedorovna

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Russia,
e-mail: sinevanf@mail.ru

Annotation. The sustainability criteria for nonlinear deformation of structures under the conditions of irreversibility of mutually influencing processes of deformation and degradation of the material under the influence of aggressive external factors with the possibility of breaking the monotony of loading are discussed. Studies have been conducted in the development of the theory of induced heterogeneity for the calculation of structures under the influence of force factors and the aggressive influence of external environments.

Keywords: sustainability criteria, non-linear deformation process, material degradation, aggressive external factors, plasticity, heterogeneity of material properties

Рассматривается проблема устойчивости процесса деформирования, описываемого последовательностью шагов S_o, S_1,... S_n, S_{n+1}, ... S_f, понимая под S_n состояния инкрементальной теории наведенной неоднородности. Теория описывает деформирование и устойчивость в сложных условиях одновременного воздействия силовых факторов и агрессивных сред на нелинейно деформируемые конструкции. Предполагается возможность развития из S_n два продолжения процесса, которые вблизи бифуркации отличаются друг от друга бесконечно мало: ΔU_i и $\Delta U_i + \Delta U^1_i$, где ΔU^1_i – бесконечно малые вариации приращений перемещений ΔU_i . Для этих двух возможных продолжений процесса исходное состояние S_n общее, и уравнения состояния теории в скоростях с тензорами Ψ_{ijkl} , ϕ_{ij} , зависящими от переменных параметров материала

$$\Delta\sigma_{ij} = \Psi_{ijkl}\Delta e_{kl} + \phi_{ij} \qquad (1)$$

справедливы как для основного ΔU_i , так и для смежного продолжения $\Delta U_i + \Delta U^1_i$., и выполняется вариационный принцип теории [1]:

$$\delta\left[\iiint_V \left(A + \frac{1}{2}\sigma_{ij}\left(\frac{\partial \Delta U_k}{\partial x_j}\right)\left(\frac{\partial \Delta U_k}{\partial x_i}\right)\right)dv - \iint_{S_1} \Delta F_i \Delta U_i ds\right] = 0. \qquad (2)$$

для каждого из возможных продолжений. Эти предпосылки позволили получить критерий устойчивости в форме:

$$\iiint_V \left[\Psi_{ijkl}\Delta e^1_{kl}\delta\left(\Delta e^1_{ij}\right) + \sigma_{ij}\frac{\partial \Delta U^1_k}{\partial x_i}\delta\left(\frac{\partial \Delta U^1_k}{\partial x_j}\right)\right]dv = 0; \qquad (3)$$

или, это же при существовании потенциальной функции:

$$\frac{1}{2}\delta\iiint_{v}\left[\Delta\sigma_{ij}^{1}\Delta e_{ij}^{1}+\sigma_{ij}\frac{\partial\Delta U_{k}^{1}}{\partial x_{i}}\frac{\partial\Delta U_{k}^{1}}{\partial x_{j}}\right]dv=0; \qquad (4)$$

По способу введения малых приращений ΔU^1_k можно видеть, что это - специальные вариации перемещений ΔU_k в состоянии S_n, тогда (4) - критерий устойчивости в форме

$$\delta(\delta_*^2\Delta\Pi)) = 0 \qquad (5)$$

или

$$\delta\hat{}(\delta^2\Delta\Pi)) = 0 \qquad (6)$$

Здесь вариация $\delta\hat{}$ означает варьирование относительно $\delta\Delta U_i$.

Далее рассматривается возможность потери монотонности деформирования. Процесс деформирования нагруженных конструкций в условиях внешних агрессивных воздействий, может не обладать монотонностью.

Классическая деформационная теория в полных функциях, когда предполагается существование конечных, не зависящих от пути деформирования, соотношений, связывающих инварианты напряженного и деформированного состояния $\sigma_i(e_i)$ (диаграмма деформирования), описывает упруго-пластическое деформирование только в условиях простого нагружения. При простом нагружении классическая деформационная теория неотличима от теории нелинейно-упругого тела (за исключением случаев использования диаграмм с площадками текучести).

Не вдаваясь в обсуждение аспектов пластичности при наличии пассивных участков траектории, обсудим возможность появления зон пассивного деформирования в процессе деформирования и деградации, описываемого теорией наведенной неоднородности.

Процесс деформирования и деградации, описываемый в теории наведенной неоднородности, является необратимым уже вследствие необратимости изменений, происходящих в материале (что отражает теория введением функций деградации материала). Траектория движения изображающей точки по абстрактной *поверхности деградации* не может иметь точек возврата. Перераспределение напряжений при деградации материала, в том числе их убывание в зонах пораженного материала, вызывает переход изображающей точки по *объективной гиперповерхности деформирования* на «другую» объективную диаграмму, соответствующую именно в данной точке материала текущему уровню напряжений и значений функций деградации. Деформации же в этой точке продолжают возрастать. Следовательно, такой процесс не может рассматриваться, как

последовательность состояний с *возможным возвратом* по диаграмме, как в нелинейной упругости, даже записанной в приращениях.

Здесь речь идет о «другой» необратимости, связанной с проявлением и изменением пластических свойств материала в результате его нагружения (как в пластичности), так в результате деградации материала под действием внешних агрессивных факторов. Следует учитывать возможность пассивного деформирования при формировании тензора Ψ_{ijkl}. В теориях пластичности считается, что пассивное деформирование при пластичности происходит по закону упругости, то есть для пассивной ветви касательный и секущий модули материала принимаются равными касательному модулю в начале координат:

$$E_k = E_c = E_o. \tag{7}$$

Ψ_{ijkl} в вырожденном случае линейной упругости дает изотропный тензор четвертого ранга, тогда для зон пассивного деформирования не требуется новых уравнений состояния.

Рассматривая вопросы формирования и применимости критериев устойчивости в рамках теории наведенной неоднородности при наличии зон пассивного деформирования следует использовать введенный упругий эквивалент. При этом в состоянии S_n в зонах активного и пассивного деформирования в тензоре Ψ_{ijkl} для точки тела будет информация, соответствующая зоне, которой принадлежит эта точка, и для пассивного деформирования при формировании Ψ_{ijkl} следует использовать (7).

Для критерия устойчивости процесса деформирования при развитии пластических свойств было обосновано, что самый «ранний» момент бифуркации дает бифуркация первого порядка. Концепция равной активности основного и побочного процессов при бифуркации дает возможность использовать в качестве матрицы констант «упругого эквивалента» вычисленный на шаге тензор Ψ_{ijkl}, и появление дополнительных пластических зон, сопровождающих бифуркацию, из-за равной активности можно не учитывать. Отсюда следует, что при учете пластических свойств материала форма критерия (3) может быть видоизменена:

$$\iiint\limits_{V_a} \Psi_{ijkl}\, \Delta e^1_{kl}\, \delta\left(\Delta e^1_{ij}\right) dv + \iiint\limits_{V_p} \Psi^o_{ijkl}\, \Delta e^1_{kl}\, \delta\left(\Delta e^1_{ij}\right) dv + \iiint\limits_{V} \sigma_{ij} \frac{\partial \Delta U^1_k}{\partial x_i} \delta\left(\frac{\partial \Delta U^1_k}{\partial x_j}\right) dv = 0 \tag{8}$$

где Ψ^0_{ijkl} вычисляется по (7), V_a и V_p - объемы материала, соответствующие зонам активного и пассивного деформирования в состоянии S_n.

Такие изменения потребуется внести в критерии устойчивости, которые будут использоваться для решения конкретных задач. Нужны экспериментальные данные об изменении *пластических свойств* материала конструкции при его деградации. Однако, пока нет таких данных, пользуясь которыми можно будет построить объективную поверхность деформирования и для ветви пассивного деформирования. Поэтому исследования в области развитой пластичности с учетом деградации свойств материала, могут пока носить только теоретический характер.

Вместе с этим, можно указать большой круг задач устойчивости для тонкостенных конструкций, например, все задачи, в которых докритическое деформирование происходит без изгибных составляющих, когда до точки бифуркации процесса зон разгрузки не возникает. Тогда критерий устойчивости по функциональному представлению неотличим от критерия бифуркации нелинейно-упругого тела, для которого бифуркация процесса идентична бифуркации состояния.

Список литературы

1. Петров В.В., Иноземцев В.К, Синева Н.Ф. Теория наведенной неоднородности и ее приложения к проблеме устойчивости пластин и оболочек.- Саратов: Изд-во СГТУ, 1996.- 312 с.

УДК 624.271

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОЛИМЕРНОЙ КОМПОЗИЦИОННОЙ АРМАТУРЫ

Смердов Дмитрий Николаевич[1], Егорова Екатерина Вадимовна[2], Захаров Павел Анатольевич[2], Лебедева Елена Валерьевна[2]

[1]Сибирский государственный университет путей сообщения, г.Новосибирск, Россия,

[2]Уральский государственный университет путей сообщения, г. Екатеринбург, Россия,

e-mail: dnsmerdov@mail.ru, mordovinaev@bk.ru, panzaharov@yandex.ru, livi-onik2011@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена изучению вопроса применения полимерной композиционной арматуры в бетонных элементах в качестве армирующего материала в отечественной и зарубежной практике. Учтены разновидности арматуры, преимущества по сравнению с металлической арматурой, перспективы использования полимерных композиционных материалов для изготовления рабочей стержневой арматуры, предназначенной для армирования новых бетонных и железобетонных конструкций.

Ключевые слова: композитная арматура; стеклопластиковая арматура; базальтопластиковая арматура; углепластиковая арматура; неметаллическая арматура; композиционный материал; железобетонный элемент; балка

MANUFACTURE OF REINFORCED CONCRETE STRUCTURES OF BUILDINGS AND STRUCTURES WITH THE USE OF POLYMER COMPOSITE REBAR

Smerdov Dmitry Nikolaevich[1], Egorova Ekaterina Vadimovna[2], Zakharov Pavel Anatoliyvich[2], Lebedeva Elena Valeryevna[2]

[1]Siberian State University of Railway Transport, Novosibirsk, Russia,
[2]Ural State University of Railway Transport, Yekaterinburg, Russia,
e-mail: dnsmerdov@mail.ru, mordovinaev@bk.ru, panzaharov@yandex.ru, livi-onik2011@mail.ru

Abstract. The article is devoted to the study of the use of polymer composite reinforcement in concrete elements as a reinforcing material in domestic and foreign practice. The article also presents the types of reinforcement, advantages over metal reinforcement, prospects for the use of polymer composite materials for the manufacture of working rod reinforcement intended for the reinforcement of new concrete and reinforced concrete structures. The range of polymer composite reinforcement with their physical characteristics is presented, diagrams of their deformation under tension are shown.

Key words: composite reinforcement; fiberglass reinforcement; basalt fittings; carbon fiber fittings; non-metallic fittings; composite material; bearing capacity; reinforced concrete element; a beam

Идея создания композиционной арматуры и технологии ее производства была выдвинута еще в СССР в феврале 1940 года.

Первые исследования по применению композиционной арматуры в отечественной и зарубежной практике начались в 70-х годах XX века [2].

Вопросами применения полимерной композиционной арматуры в бетонных элементах в качестве армирующего материала занимались многие российские и зарубежные специалисты: сотрудники Тихоокеанского государственного университета Кулиш В. И., Белуцкий И. Ю.; сотрудники ФГУП «Научно-исследовательский институт мостов и дефектоскопии»; Рахманов А. Д. (ФГБОУ ВПО «Поволжский государственный технологический университет», г. Йошкар-Ола); Климов Ю. А., Солдатченко А. С., Витковский Ю. А. (Киевский национальный университет строительства и архитектуры, г. Киев, Украина); сотрудники научно-исследовательского центра «Строительство» (г. Москва); В. С. Плевков, Б. Е. Победря, В. Ф. Степанова (НИИЖБ, г. Москва) и др.

На протяжении последних сорока лет активно изучается применение стержневой полимерной композиционной арматуры бетонных конструкций за рубежом – в США, странах ЕС, Китае, Японии, где ее производство и использование закреплено на уровне норм проектирования и государственных стандартов [2]. В США и Европе нормативная база для проектирования бетонных элементов мостовых сооружений с композиционной арматурой была разработана в 2001 г. учеными из Лондона

и Нью-Йорка в Руководстве по проектированию комбинированных автодорожных мостов («Design Guide for Composite Highway Bridges»), также были разработаны стандарты по производству композиционной арматуры [2]. В России первые технические условия на стеклопластиковую и базальтопластиковую арматуру периодического профиля разработаны НИИЖБ совместно с ООО «АСП» в 2004 г. по результатам работы, выполненной по заказу правительства города Москвы, и утверждены в 2007 г. [2].

Область применения была ограничена, стеклопластиковую и базальтопластиковую арматуру не рекомендовалось применять в изгибаемых конструкциях. В настоящий момент производство полимерной композиционной арматуры в России регламентируется ГОСТ 31938-2012 «Арматура композитная полимерная для армирования бетонных конструкций. Общие технические условия» [1]. В 2014 г. Министерством строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации был утвержден свод правил СП 164.1325800.2014 «Усиление железобетонных конструкций композитными материалами. Правила проектирования» [4], разработанный ОАО НИЦ «Строительство», НИИЖБ им. А. А. Гвоздева, ЗАО «Триада-Холдинг», ЗАО «ХК «Композит», в котором установлены требования к расчету железобетонных конструкций, усиленных или восстановленных системами внешнего армирования из композитных материалов. На сегодняшний день свод правил на проектирование изгибаемых железобетонных конструкций, армированных композиционной арматурой, находится в стадии разработки, при этом действующие нормативные документы не запрещают применение полимерных композиционных материалов при проектировании железобетонных конструкций транспортных сооружений, с учетом разработанных и утвержденных методик расчета [2], [3].

Сегодня в России полимерная композиционная арматура применяется только для армирования фундаментов зданий и сооружений. Перспективным является использование полимерных композиционных материалов для изготовления рабочей стержневой арматуры новых бетонных и железобетонных конструкций. В качестве продольных элементов пространственного арматурного каркаса могут использоваться три принципиально различных вида неметаллической полимерной композиционной арматуры: на основе базальтовых волокон, на основе стеклянных волокон, на основе углеродных волокон. В таблице представлен сортамент полимерной композиционной арматуры различных фирм производителей с их физическими, прочностными и деформативными характеристиками, а на рисунке 1 показаны диаграммы их деформирования при растяжении.

У такой арматуры есть ряд преимуществ по сравнению с традиционным материалам металлом, таких как небольшой собственный вес, стойкость к влажным и агрессивным средам, низкий показатель

теплопроводности, свойства типичные для диэлектриков, стойкость к ультрафиолетовому излучению, сравнительно недорогая стоимость полимерной композиционной арматуры при равнопрочной замене, по сравнению с металлической.

Таблица – Сортамент полимерной композиционной арматуры

Технические характеристики	Композиционная арматура ROCKBAR	Композиционная арматура ROCKBAR	Композиционная арматура Бийский завод стеклопластиков	Композиционная арматура FibARM Rebar
1. Прочность на растяжение, МПа	1000	1200	890	не менее 2000
2. Плотность, г/см^3	2,0	2,0	2,0	1,4-1,6
3.Модуль упругости, ГПа	45	50-55	50	175
4. Диаметр арматуры, мм	4, 5, 6, 7, 8, 10,12, 14, 16, 18, 20	4, 5, 6, 7, 8, 10,12, 14, 16, 18, 20	4, 5.5, 7.5	4, 6, 8, 10, 12
5. Материал	стеклопластик	базальтопластик	стеклопластик	углепластик

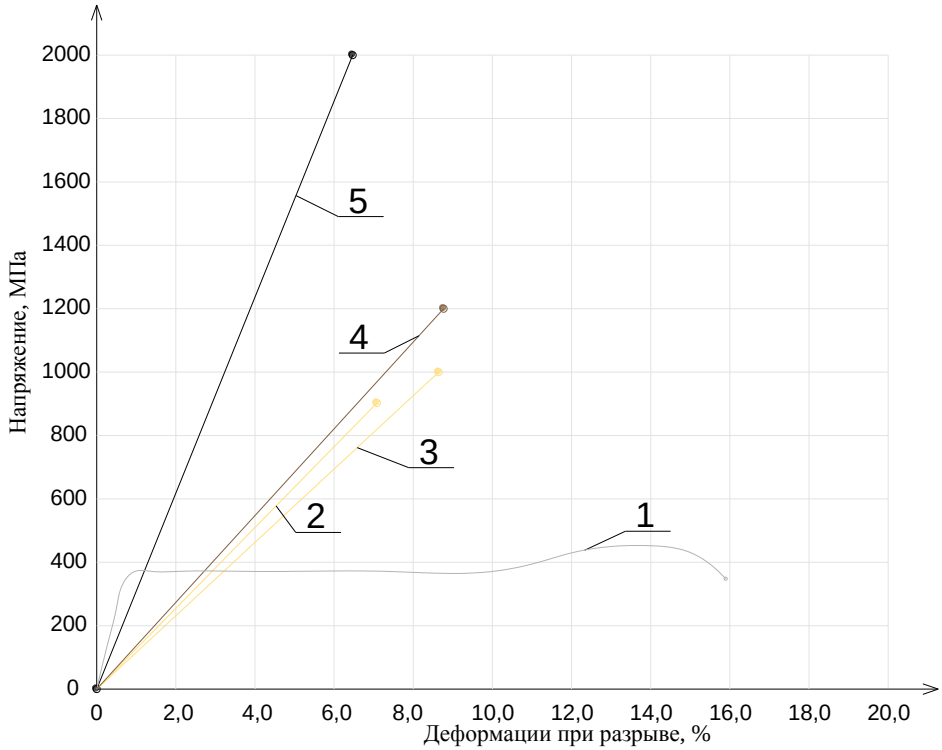


Рис. 1. Диаграммы деформирования полимерной композиционной арматуры при растяжении: 1 – металлическая арматура класса AIII; 2 – стеклопластиковая арматура Бийский завод стеклопластиков; 3 – стеклопластиковая арматура ROCKBAR; 4 – базальтопластиковая арматура ROCKBAR; 5 – арматура на основе углеродных волокон FibARM Rebar

Как видно из рисунка 1, с физической точки зрения перспективно применять полимерную композиционную арматуру на основе угольных волокон, так как она наряду с высоким пределом прочности при разрыве имеет модуль упругости сопоставимый со стальной арматурой.

Как показывает опыт при определении грузоподъемности железобетонных пролетных строений мостов основным параметром, определяющим их несущую способность по изгибающему моменту и поперечной силе, является прочность металлической арматуры на растяжение. Соответственно применение в них более прочной и долговечной рабочей арматуры из полимерных композиционных материалов на основании углеродного волокна, взамен металлической, приведет к значительному увеличению их несущей способности и срока эксплуатации.

На сегодняшний день есть небольшой опыт использования полимерной композиционной арматуры в качестве рабочей в железобетонных пролетных строениях автодорожных мостов взамен стержневой металлической арматуры.

В 1989 году был построен и введен в эксплуатацию мост с применением стеклопластиковой арматуры в составе сечений железобетонных балок через реку Хинган в городе Облучье. Мост имеет схему 5х15 м. В поперечном сечении стеклопластбетонного пролетного строения установлены пять ребристых предварительно напряженных без уширения в нижней зоне балок. Габариты проезжей части и тротуаров Г-7+2х0,75 м., расчетные нагрузки – А11, НК-80. Балки пролетного строения изготовлены на Хабаровском заводе МЖБК треста «Автомост» в 1987 году, строительство моста было осуществлено силами МСУ – 12 треста в 1989 году. Изготовление экспериментальных балок осуществлялось по стендовой технологии с использованием двух петлевых пучков из стальной высокопрочной арматуры (СВА) диаметром ф-5 мм. Пучки на одном конце стенда крепились пальцами-фиксаторами, на другом – тягами к гидравлическим домкратам. После бетонирования и твердения бетона балок осуществлялась плавная передача усилия натяжения арматуры со стенда на балки путем нагревания газоплазменной горелкой с последующим удалением концевых участков петлевых пучков.

Эта технология наряду с реализацией ряда интересных решений была освоена на Хабаровском заводе МЖБК. Это связано с тем, что не разработаны необходимые нормативно-технические документы по расчету и проектированию таких конструкций [2].

Список литературы

1. ГОСТ 31938-2012 Межгосударственный стандарт. Арматура композитная полимерная для армирования бетонных конструкций. Общие технические условия. – М. : Изд-во стандартов, 2012. – 34 с.

2. Клементьев, А. О. Обзор литературы по применению в железобетонных пролетных строениях мостов неметаллической композитной арматуры / М. Н. Смердов,

А. О. Клементьев // Вестник Уральского государственного университета путей сообщения. – Екатеринбург: УрГУПС, 2013. – №4. – С. 74–80.

3. Смердов, Д. Н. Оценка несущей способности железобетонных пролетных строений мостов, усиленных композиционными материалами : дис. …канд. техн. наук : 05.23.11 / Смердов Дмитрий Николаевич. – Новосибирск, 2010. – 159 с.

4. СП 164.1325800.2014 «Усиление железобетонных конструкций композитными материалами. Правила проектирования» – М. – 2014. – 50 с.

УДК 69.04

ДЕФОРМИРОВАННИЕ В АГРЕССИВНОЙ СРЕДЕ УПРУГОПЛАСТИЧЕСКИХ ОБОЛОЧЕК, ПРЯМОУГОЛЬНЫХ В ПЛАНЕ

Федоров Михаил Викторович, Снарский Сергей Вячеславович

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., Россия, e-mail: cityfmv@mail.ru, snarskysv@yandex.ru

Аннотация. Решается задача напряженно деформированного состояния пологой оболочки прямоугольного плана при переменном деформировании для случая симметричного коррозионного износа материала конструкции. Изменение состояния конструкции с учетом коррозии описывается уравнением, учитывающим степень напряженного состояния, рост или уменьшение пластических деформаций, переменное нагружение нормально ориентированное относительно ее срединной поверхности. В работе приведены разрешающие уравнения в смешанной форме.

Ключевые слова: простое нагружение, переменная нагрузка, упругопластические деформации, численные методы, скорость коррозии

DEFORMATION OF ELASTOPLASTIC RECTANGULAR SHELLS IN A HOSTILE ENVIRONMENT

Fedorov Mikhail Viktorovich, Snarsky Sergey Vyacheslavovich

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Russia, e-mail: cityfmv@mail.ru, snarskysv@yandex.ru

Annotation. The problem of stress-strain state of the rectangular planar Polo-Gy shell under variable deformation for the case of symmetric corrosion wear of the structural material is solved. The change in the state of con-struction taking into account corrosion is described by an equation that takes into account the degree of stress state, the growth or reduction of plastic deformations, and the variable loading normally oriented relative to its median surface. The resolving equations in the mixed form are given in the work.

Keywords: simple loading, variable load, elastic-plastic deformation, numerical methods, corrosion rate.

Решается задача напряженно деформированного состояния пологой оболочки прямоугольного плана при переменном деформировании для

случая симметричного коррозионного износа материала конструкции. Изменение состояния конструкции с учетом коррозии описывается уравнением, учитывающим степень напряженного состояния, рост или уменьшение пластических деформаций, переменное нагружение нормально ориентированное относительно ее срединной поверхности. В работе приведены разрешающие уравнения в смешанной форме. Физические соотношения приняты в рамках теории малых упругопластических деформаций, обобщенном принципе Мазинга, теореме В.В. Москвитина об упругопластической разгрузке и гипотезах циклического деформирования материала. Проанализирован пошаговый алгоритм оценки конструкции пологой оболочки при упругопластическом деформировании на момент нагружения в коррозионной среде.

Металлические конструкции зданий и сооружений работают в условиях прямого контакта с любыми агрессивными средами. Это приводит с течением времени к поверхностному разрыхлению и коррозионному растрескиванию металла. Можно определить долговечность существующих и проектируемых конструкций, избежать перерасхода материала, а иногда предотвратить наступление аварийных ситуаций.

Существующие методы расчета металлических конструкций или не учитывают действие агрессивных, или рекомендуют запас прочности на коррозию, рассчитываемых по средней скорости коррозии.

Сегодня в ряде случаев представлены подходы учета расчетом коррозионно-механических эффектов, имеющих место при эксплуатации конструкций [1]. Подробный обзор большинства опубликованных работ приведен в [2].

Для учета влияния агрессивной среды рекомендуют строить математическая модель коррозионного износа, отслеживающую кинетику изменения какого-либо параметра конструкции (толщины, сплошности, поврежденности) во времени в зависимости от параметров среды и напряженно-деформированного состояния конструкции. Затем в расчетной схеме конструкции учитывается такого действия агрессивной среды и определяется история изменения напряженно-деформированного состояния конструкции.

На сегодняшний день изучено, что с увеличением значения напряжений скорость коррозии материала растет, знак (направление) напряжений тоже влияет на скорость коррозии. Установлено, что при сложном напряженном состоянии кинематика коррозионного износа может описываться такими же уравнениями, что и при одноосном напряженном состоянии. В то же время эксперименты свидетельствуют о том, что отмеченные эффекты ускоряют коррозионный износа конструкций, т.е. в случае действия переменного нагружения скорость коррозии увеличивается в 1,3-1,5 раза. Исследователи сегодня полагают, что увеличение пластической деформации от 0 до 15% приводит за время эксплуатации к увеличению скорости коррозии на 30%.

Рассмотрим далее модель коррозионного износа материала несущих строительных конструкций, учитывающие цикличность нагружения и остаточные пластические деформации. Основные расчетные предпосылки к построению модели изложены в [3]. Цикличность нагружения приводит к тому, что окисная пленка из измененного материала не сохраняется на поверхности металла, а разрушается и потому для описания кинетики коррозионного износа нельзя применять математические модели, учитывающие наличие окисной пленки. Для участка пластической деформации предлагается, по аналогии с авторами Овчинниковым И.Г. и Елисеевым Л.Л., ввести функцию влияния $\varphi(\varepsilon)$, которая принята в виде:

$$\varphi(\varepsilon) = 1 + k\varepsilon, \tag{1}$$

$$\varphi(\varepsilon) = \exp(\alpha\varepsilon). \tag{2}$$

Тогда кинетика коррозионного износа будет описываться равенством:

$$d\delta / dt = V(t) \cdot \chi(\sigma) \cdot \varphi(\varepsilon), \tag{3}$$

где $\chi(\sigma)$ – функция влияния напряжений, которую принимают в виде:

$$\chi(\sigma) = 1 + a\sigma, \tag{4}$$

$$\chi(\sigma) = \exp(\alpha\sigma / RT). \tag{5}$$

Здесь k, α, a - коэффициенты, которые следует определять по экспериментальным данным, полученным в условиях переменного нагружения.

Расчет линейно-упругих и нелинейно-упругих конструкций, подвергающихся циклическому деформированию в коррозионной среде сводится к анализу кинетики изменения напряженно-деформированного состояния с учетом уменьшения толщины с течением времени по закону (3) при функцию влияния $\varphi(\varepsilon) = 1$.

Задачи такого рода рассмотрены в работах Сабитова Х.А. Если материал конструкций обладает упругопластическими или нелинейно-упруго-пластическими свойствами, то по мере коррозионного износа уровень напряжений в конструкциях увеличивается, и несущие металлические конструкции будут работать в режиме циклического упругопластического деформирования.

Исследование малоциклового упругопластического деформирования конструкций предполагает 2 подхода: инкрементальный подход и конечные соотношения между напряжениями и деформациями. При получении модели деформирования оболочки примем случай, когда коррозионный износ будет симметричным относительно поверхности приведения оболочки, а свойства материала не изменяются под влиянием агрессивной среды. Соотношения деформаций теории пластичности, пригодные для случая циклического нагружения получены с учетом принцип Мазинга, обобщенный В.В.Москвитиным. Обычные соотношения деформационной теории имеют вид:

$$\sigma_x = 3Ke_0 + \frac{2}{3}\frac{\sigma_u}{e_u}(e_x + e_0),$$

$$\sigma_{xy} = \frac{2}{3}\frac{\sigma_u}{e_u} e_{xy}\,,\ (\overrightarrow{x,y,z}) \qquad (6)$$

Здесь $K = E/3(1-2\nu)$ - модуль объемного сжатия, ν - коэффициент поперечной деформации; $\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z, \sigma_{xy}, \sigma_{yz}, \sigma_{zx}$ - компоненты тензора напряжений, $e_x, e_y, e_z, e_{xy}, e_{yz}, e_{zx}$ - компоненты тензора деформаций в произвольной точке оболочки; $e_0 = (e_x + e_y + e_z)/3$- средняя деформация; σ_u - интенсивность напряжений; e_u - интенсивность деформаций; E - модуль упругости; x, y, z - декартовы координаты. Следуя А.А.Ильюшину, положим:

$$\sigma_u = f(e_u) = 3G(1-\omega)e_u\,, \qquad (7)$$

где ω - функция Ильюшина, $G = e/2(1+\nu)$ - модуль сдвига. При циклическом деформировании согласно обобщенному принципу Мазинга соотношение между интенсивностями напряжений и деформаций на любом n - ном цикле деформирования можно записать в виде:

$$\bar{\sigma}_u^{(n)} = \alpha_n \sigma_T (\bar{e}^{(n)} / \alpha_n e_T)\,, \qquad (8)$$

где

$$\alpha_n = \alpha_2 (n-1)^{\gamma}\,, \qquad (9)$$

$\alpha < 1, \alpha_n$ - постоянная для n - го цикла величина. Согласно (8) упругопластические свойства материала на любом цикле деформирования определяются первоначальной диаграммой растяжения.

Для циклически идеальных материалов $\alpha_2 = 2, \gamma = 0$ и формула (8) при нагружение запишется:

$$\sigma_u^{(1)} = \sigma_T \Phi'(e_u^{(1)} / e_T)\,, \qquad (10)$$

а при переменных нагружениях:

$$\bar{\sigma}_u^{(n)} = 2\sigma_T \Phi(\bar{e}_u^{(n)} / 2e_T)\,. \qquad (11)$$

Сопоставление этих зависимостей позволяет отметить, что значение интенсивности напряжений в n - ном цикле равно удвоенному значению интенсивности напряжений при первом нагружение, соответствующей половине значения интенсивности деформаций на диаграмме деформирования первого нагружения.

Используя обобщенную теорему В.В. Москвитина об упругопластической разгрузке, соотношения теории А.А. Ильюшина для n - го цикла нагружения, можно переписать в виде:

$$\bar{\sigma}_x^{(n)} = 3K\bar{e}_0^{(n)} + \frac{2}{3}\frac{\bar{\sigma}_u^{(n)}}{\bar{e}_u^{(n)}}(\bar{e}_x^{(n)} - \bar{e}_0^{(n)})\,,$$

$$\bar{\sigma}_{xy}^{(n)} = \frac{2}{3}\frac{\bar{\sigma}_u^{(n)}}{\bar{e}_u^{(n)}}\bar{e}_{xy}^{(n)}\,,\ (\overrightarrow{x,y,z})\,, \qquad (12)$$

где

$$\bar{e}_x^{(n)} = e_x^{(n-1)} - e_x^{(n)}\,,\ \bar{\sigma}_x^{(n)} = \sigma_x^{(n-1)} - \sigma_x^{(n)}\,,$$

$$\bar{e}_{xy}^{(n)} = e_{xy}^{(n-1)} - e_{xy}^{(n)}\,,\ \bar{\sigma}_{xy}^{(n)} = \sigma_{xy}^{(n-1)} - \sigma_{xy}^{(n)}\,,\ (\overrightarrow{x,y,z}) \qquad (13)$$

Здесь $\sigma_x^{(n)}, \sigma_{xy}^{(n)}, e_x^{(n)}, e_{xy}^{(n)}\ (\overrightarrow{x,y,z})$ - компоненты тензоров напряжений и деформаций на n - ом цикле нагружения в исходной системе координат;

$\sigma_x^{(n-1)}, \sigma_{xy}^{(n-1)}, e_x^{(n-1)}, e_{xy}^{(n-1)}\ (\overrightarrow{x,y,z})$ - компоненты тензоров напряжений и деформаций в конце предыдущего (n - 1) цикла нагружения в исходной системе координат; $\bar{\sigma}_x^{(n)}, \bar{\sigma}_{xy}^{(n)}, \bar{e}_x^{(n)}, \bar{e}_{xy}^{(n)}\ (\overrightarrow{x,y,z})$ - компоненты тензоров напряжений и деформаций на n - ном цикле в текущей системе координат, для которой начальная точка отсчета совпадает с началом разгрузки, а оси параллельны осям исходной системы координат. Интенсивность напряжений $\bar{e}^{(n)}$, среднее напряжение $\bar{\sigma}_0^{(n)}$, средняя деформация $\bar{e}_0^{(n)}$ для циклического нагружения имеют определенный вид. Шаровые тензоры напряжений и деформаций на n-м цикле нагружения связаны соотношением:

$$\bar{\sigma}_0^{(n)} = 3K\bar{e}_0^{(n)}, \tag{14}$$

а зависимость между интенсивностями напряжений и деформаций имеет вид:

$$\bar{\sigma}_u^{(n)} = 3G(1-\bar{\omega}^{(n)})\bar{e}_u^{(n)}, \tag{15}$$

где $\bar{\omega}^{(n)} = f(\bar{e}_u^{(n)})$ - функция Ильюшина при n –ном цикле нагружения, вид которой при переходе от цикла к циклу не изменяется.

Уравнения упругопластического деформирования пологих оболочек при циклическом нагружении в зависимости от характера граничных условий можно получить в смешанной форме.

Для того, чтобы решить задачу в смешанной форме, вводим в рассмотрение функцию усилий $\psi(x,y,t)$ по формулам:

$$N_x^{(n)} = \frac{\partial^2\psi}{\partial y^2}, N_y^{(n)} = \frac{\partial^2\psi}{\partial x^2}, N_{xy}^{(n)} = -\frac{\partial^2\psi}{\partial x\partial y}. \tag{16}$$

Выражения для усилий с учетом функцию усилий $\psi(x,y,t)$ разрешаем относительно деформаций:

$$\varepsilon_x^{(n)} = \frac{1}{Eh}\left(\frac{\partial^2\psi}{\partial y^2} - \nu\frac{\partial^2\psi}{\partial x^2}\right) - \frac{1}{Eh}(\Delta N_x^{(n)} - \nu\Delta N_y^{(n)}),\ (\overrightarrow{x,y}),$$

$$\varepsilon_{xy}^{(n)} = -\frac{2(1+\nu)}{Eh}\left(\frac{\partial^2\psi}{\partial x\partial y} + \Delta N_{xy}^{(n)}\right). \tag{17}$$

Тогда имеем одно нелинейное дифференциальное уравнение совместности деформаций, которое запишется в виде:

$$\frac{1}{Eh}\nabla^4\psi = -\frac{1}{2}L(W,W) - \nabla_k^2 W + \frac{1}{Eh}\left[\frac{\partial^2\Delta N_y^{(n)}}{\partial x^2} + \frac{\partial^2\Delta N_x^{(n)}}{\partial y^2} - \nu\left(\frac{\partial^2\Delta N_y^{(n)}}{\partial x^2} + \frac{\partial^2\Delta N_x^{(n)}}{\partial y^2}\right) - 2(1+\nu)\frac{\partial^2\Delta N_{xy}^{(n)}}{\partial x\partial y}\right] \tag{18}$$

Уравнения движения элемента пологой оболочки запишем в виде

$$\rho_0\frac{h}{g}\frac{\partial^2 W}{\partial t^2} + \xi\frac{\partial W}{\partial t} = q(x,y,t) - D\nabla^4 W + \frac{\partial^2\Delta M_x^{(n)}}{\partial x^2} + 2\frac{\partial^2\Delta M_{xy}^{(n)}}{\partial x\partial y} + \frac{\partial^2\Delta M_y^{(n)}}{\partial y^2} +$$

$$+\frac{\partial^2\psi}{\partial x^2}\left(K_y + \frac{\partial^2 W}{\partial y^2}\right) - 2\frac{\partial^2\psi}{\partial x\partial y}\frac{\partial^2 W}{\partial x\partial y} + \frac{\partial^2\psi}{\partial y^2}\left(K_x + \frac{\partial^2 W}{\partial x^2}\right) \tag{19}$$

Здесь $D = Eh^3/12(1-\nu^2)$ - цилиндрическая жесткость оболочки.

К уравнениям (18) и (19) необходимо присоединить соответствующие

граничные и начальные условия, а также уравнения коррозионного износа.

Анализ процесса деформирования во времени будет базироваться на шаговом методе интегрирования, который является наиболее эффективной методикой неупругого анализа.

Напряженно-деформированное состояние оболочки рассчитывается для ряда последовательных шагов по времени Δt, величина которых подбирается из условия устойчивости и сходимости вычислительного процесса. В данном случае условия динамического равновесия соблюдаются в отдельные моменты времени, соответствующие началу и концу шага. Нарушением условия динамического равновесия между этими моментами пренебрегаем.

При решении упругопластической задачи циклического изгиба оболочки в условиях коррозионного износа возникает необходимость определять упругие зоны, пластические зоны и зоны разгрузки в различные моменты времени. Для определения характера расположения этих зон объем оболочки покрывается трехмерной сеткой, в каждом узле которой на любом этапе расчета определяется напряженно-деформированное состояние. Жесткостные характеристики, входящие в коэффициенты уравнений движения оболочки, находятся в каждом из узлов конечно-разностной сетки по плану оболочки численным интегрированием по толщине с учетом положения каждой точки на диаграмме деформирования м с учетом уменьшения толщины оболочки в процессе коррозионного износа. Производные от жесткости можно находить с помощью конечно-разностной аппроксимации.

Поля напряжений в оболочке рассчитываются по формулам с учетом истории нагружения.

После этого задается следующий шаг по времени и расчет повторяется, начиная с определения полей функций усилий ψ_{ij} и прогибов w_{ij} из решения системы алгебраических и дифференциальных уравнений, причем во всех формулах толщина оболочки берется с учетом произошедшего за время Δt коррозионного износа. При нахождении новых значений $\delta_{1ij}, \delta_{2ij}$ в уравнениях коррозионного износа учитываются напряжения и пластические деформации в разрушаемых точках поверхности оболочки.

Список литературы

1. Петров В.В., Овчинников И.Г., Шихов Ю.М. Расчет элементов конструкций, взаимодействующих с агрессивной средой. Изд-во СГУ, Саратов, 1987, 288с.

2. Овчинников И.Г., Почтман Ю.М. Расчет и рациональное проектирование конструкций, подвергающихся коррозионному износу (Обзор).// Физико-химическая механика материалов, 1991, №2, с. 7-19. Библ.123.

3. Федоров М.В., Снарский С.В. Моделирование переменного нагружения упругопластической пластинки // Техническое регулирование в транспортном строительстве.–2017.–№4(24);URL: trts.esrae.ru/44-276.

УДК 69.059

ИСПЫТАНИЯ ОБРАЗЦОВ И РАСЧЕТ ЗАПАСА ПРОЧНОСТИ СТЕН ЗДАНИЯ

Федоров Михаил Викторович, Снарский Сергей Вячеславович

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., Россия, e-mail: cityfmv@mail.ru, snarskysv@yandex.ru

Аннотация. Целью обследования являлась оценка технического состояния несущих стен и перекрытий учебного лекционного корпуса в связи с его реконструкцией в 2001 году. Реконструкция связана с изменением объемно-планировочного решения и функционального назначения помещений. Проведены испытания образцов кирпича и раствора из стен; произведен отбор образцов металла из фермы и выполнен химический анализ стали; выполнен поверочный расчет кирпичной стены; выполнен поверочный расчет несущей фермы перекрытия 2-го этажа.

Ключевые слова: реконструкция, испытание образцов кирпичной кладки и раствора, поверочные расчеты несущих конструкций.

TEST SAMPLES AND CALCULATION OF THE MARGIN OF THE BUILDING WALLS

Fedorov Mikhail Viktorovich, Snarsky Sergey Vyacheslavovich

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Russia, e-mail: cityfmv@mail.ru, snarskysv@yandex.ru

Annotation. The purpose of this survey was to assess the technical condition of the bearing walls and ceilings of the lecture building in connection with its reconstruction in 2001. Reconstruction is associated with the change of space-planning solutions and functional purpose of the premises. Tested the samples of the brick and mortar of the walls; produced samples of the metal from the farm and performed chemical analysis of steel; performed verification analysis of brick walls; performed verification analysis of the bearing trusses of the 2nd floor.

Keywords: reconstruction, testing of brickwork and mortar samples, verification calculations of load-bearing structures

Целью обследования являлась оценка технического состояния несущих стен и перекрытий учебного лекционного корпуса СГАУ им. Вавилова Н.И. (г. Саратов) в связи с его реконструкцией. Реконструкция учебного лекционного корпуса связана с изменением объемно-планировочного решения и функционального назначения помещений. На втором и четвертом этажах нужно было разметить учебные аудитории. На третьем этаже требовалось спланировать новые административные помещения и архив в осях 3-4; А-Б. В процессе обследования наружных несущих стен и перекрытия здания в осях 1-7, А-С выполнены следующие работы: обмерные работы; составлены фактические планы 1- 4-го этажей;

вычерчены поперечные разрезы здания; проведены испытания образцов кирпича и раствора из стен; произведен отбор образцов металла из фермы и выполнен химический анализ стали; выполнен поверочный расчет кирпичной стены; выполнен поверочный расчет несущей фермы перекрытия 2-го этажа.

Здание построено в 1980 году и используется как учебный корпус Зооветеринарного института Саратовского государственного аграрного университета имени Н.И. Вавилова.

Обследуемая часть здания является 4-х этажной пристройкой к основному корпусу института. Несущие стены здания учебного корпуса выполнены из керамического кирпича на цементном растворе. Толщина наружных стен достигает 510 мм. Внутренние несущие поперечные стены учебного корпуса имеют толщину 380 мм. Размеры в плане учебного корпуса в осях составляют 18х24 м. Общая высота здания составляет 19 м. Покрытие учебного корпуса и его междуэтажные перекрытия в осях 2-3; А-Б выполнены из сборных железобетонных плит с круглыми пустотами. На отдельных участках перекрытия расположены фрагменты из монолитного железобетона. Перекрытия лекционных аудиторий в осях А-В; 3-6 выполнены из сборного железобетонных плит, размещенных по металлическим косоурам. Косоуры опираются на кирпичные стены и стальные фермы пролетом 18 м.

Конструктивная схема здания характеризуется сочетанием несущих продольных и поперечных стен.

В связи с изменением объемно-планировочного решения и функционального назначения в стене по оси 2; А-Б запланировано устройство оконных проемов и перенос перегородок на 2, 3, 4–м этажах. Перечисленные изменения в учебном корпусе потребовали оценки фактического состояния стены по оси 2 и междуэтажных перекрытий. Изменение полезной нагрузки в помещение планируемого архива также требовало поверочного расчета стропильной фермы пролетом 18 м и определения несущей способности плит перекрытия.

Результаты обследования стены учебного корпуса по оси 2 в осях А-Б показали отсутствие трещин и других дефектов. Стена по оси 2 признана находящейся в удовлетворительном состоянии. Для определения прочностных характеристик кирпича и раствора из стен по оси 2 и 3 на втором этаже были отобраны образцы. Выполнены результаты испытания образцов. Поверочные расчеты простенков на втором этаже показали, что прочность каменной кладки простенков обеспечена и с учетом новых перегородок.

Освидетельствование перегородки 3-го между осями 3 и 4 показало, что почти по всей ее длине в верхней части (под косоурами) проходит горизонтальная трещина с шириной раскрытия до 2-х мм. Размещение архива на 3-ем этаже в осях 3-4 приведет к значительному увеличению

временной нагрузки (с 200 до 500 кг/м^2 и более) [1], а следовательно и к увеличению деформаций конструкций перекрытия 2-го этажа.

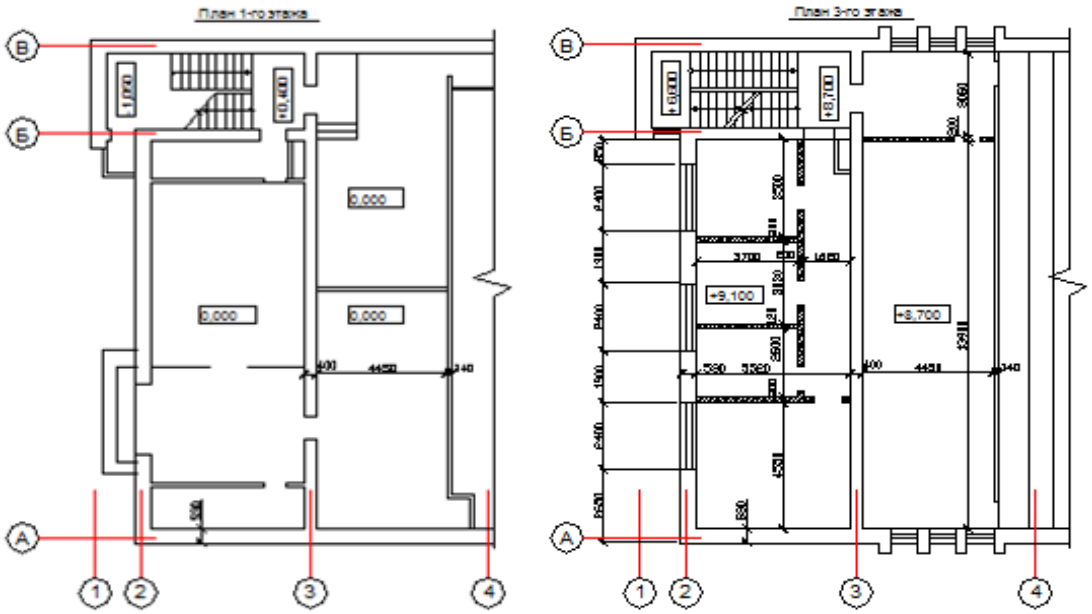


Рис.1 Планы этажей учебного корпуса СГАУ.

Плиты перекрытия первого - четвертого этажей в осях 2-4 находятся в удовлетворительном состоянии. По плитам перекрытия в осях 2-4 уложен слой бетона толщиной 120-160 мм. Однако, установить несущую способность плит перекрытия на момент обследования невозможно из-за отсутствия проектной и исполнительной документации (маркировки плит).

Ферма перекрытия 2-го этажа по оси 4 находится в удовлетворительном состоянии. На отдельных небольших участках фермы имеются следы коррозии.

С целью уточнения состояния был выполнен поверочный расчет фактической прочности кирпичной кладки. Величины постоянной и временной нагрузок на конструкции покрытия и перекрытия определялись на 1 м^2 в табличной форме. Величины постоянных нагрузок определялись по результатам обследования стен и конструкций междуэтажных перекрытий. Величины временных нагрузок приняты по СНиП [1]. Для расчета был выбран простенок на втором этаже, как наиболее нагруженный. На простенок действует нагрузка с участка стены длиной: L = 1900 + 2400 = 4300 мм. Полусумма площадей оконных проемов, прилегающих к этому простенку равна величине: $A_{ок}$= 2,40×1,5×2 =7,2 м^2. Толщину стены с учетом штукатурки принимаем равной 540 мм. Плотность каменной кладки принимаем равной 17 кН/м^3.

Величина сосредоточенной нагрузки от собственной массы стены на простенок второго этажа на отметке 7,34 м (верхняя часть простенка второго этажа) равна:

нормативная $N_{1.п}$= 17[4,3× (19,05 - 7,34) - 7,2) ×0,54 =396,1 кН; расчетная N_1 = γf×$N_{1.п}$ =1,1×396,1 = 435,8 кН. Определим нагрузку на

простенок 2-го этажа от собственной массы перегородок 3-го и 4-го этажей (принимаем: объемный вес каменной кладки - 17 кН/м3, объемный вес кладки из блоков - 7 кН/м^3).

Расчетная нагрузка от перегородки 4-го этажа:

- из кирпича N_2 =1,1×4,3× (0,12 + 0,03) × (5,52/2)17 =33,3 кН;

- из блоков N_2 =1,1[4,3×0,2(5,52/2)7 +4,3×0,03× (5,52/2)17] =25,0 кН.

Расчетная нагрузка от перегородки 3-го этажа:

- из кирпича N_3 =1,1×3,96× (0,12 + 0,03) × (5,52/2)17 =30,6 кН;

- из блоков N_3 =1,1[3,96×0,2(5,52/2)7 + 3,96×0,03× (5,52/2)17] =23,0 кН.

Расчетная нагрузка на простенок 2-го этажа от собственного веса стены и перегородок составит $N_c = N_1 + N_2 + N_3$ = 435,8 + 33,3 + 30,6 = 499,7 кН. Постоянная расчетная нагрузка на простенок от конструкций покрытия и перекрытий 2-го и 3-го этажей составит (грузовая площадь $A_{гр}$ = 4,3×5,52/2 = 11,9 м^2) $N_{пр}$ = 20,23×11,9 = 240,1 кН. Временная расчетная нагрузка на простенок от покрытия и перекрытий 2-го и 3-го этажей (с учетом коэффициента сочетаний ψc = 0,9) составит N_v = (4,8+1,4) ×0,9×11,9 = 66,4 кН.

Полная расчетная нагрузка на простенок второго этажа равна

$N = N_c + N_{пр} + N_v$ = 499,7 + 240,1 + 66,4 = 806,2 кН.

Нагрузка на простенок от перекрытия 3-го этажа равна

$N_{3п} = (q + v) \times A_{гр}$ = 9,41×11,9 = 112,0 кН.

Дополнительно был выполнен расчет наиболее нагруженного простенка. Усилие от полной расчетной нагрузки в верхней части простенка на отметке 7,34 м равно N = 806,2 кН, от перекрытия 3-го этажа $N_{3п}$ - 112,0 кН. Эксцентриситет продольной силы $N_{3п}$ относительно центра тяжести сечения простенка

$e_{01} = h/2 - \delta/3$ = 510/2 - 250/3 = 185 мм = 0,185 м,

где h - толщина простенка на первом этаже без учета внутренней облицовки мрамором и наружной штукатурки, равная 680 мм;

δ - глубина опирания плиты перекрытия на стену, равная 250 мм (δ/3 ≤ 70 мм).

Момент от внецентренного приложения нагрузки $N_{3п}$

$M_1 = N_{3п} \times e_{01}$ = 112,0×0,185 = 20,72 кН×м.

Величина эксцентриситета всей продольной силы N_2 относительно центра тяжести простенка

$e_o = M_1/N$ = 20,72/806,2 = 0,025 м.

Момент в уровне верха простенка равен

$M_в$ =20,72×2,4/3,78 = 13,2 кН×м.

Расчет выполнялся с учетом требований строительных норм [2] в уровне верха простенка, где действует максимальный изгибающий момент. Площадь сечения простенка без штукатурки (b=1,9 м; h = 0,51 м) A = b×h =1,9×0,51 = 0,969 м^2.

Площадь сжатой зоны кладки при e_o = 0,025 м $A_c = A(1 - 2e_o/h)$ = 0,969 (1 - 2×0.025/0,51)= 0,874 м^2.

Высота сжатой зоны кладки $h_c = A_c/b$ = 0,874/1,9 = 0,46 м.

В соответствии со строительных норм [2] несущую способность простенка определим по формуле

$$N_и = mg\varphi_1 RA_c\omega, \qquad (1)$$

где m_g = 1 при h ≥ 30 см; R - расчетное сопротивление кладки сжатию.

$\omega = 1 + e_o /h$ =1 + 0,025/0,51 = 1,049; $\varphi_1 = (\varphi + \varphi_c)/2$ - коэффициент продольного изгиба. Коэффициенты φ и φ_c определим при упругой характеристике кладки, α [2] .

При $\lambda_h = l_o /h$ = 3,78/0,51 = 7,41 и α = 1000 φ = 0,93;

При $\lambda_{hc} = l_o /h_c$ = 3,78/0,46 = 8,22 и α = 1000 φc = 0,92.

Тогда φ = (0,93 + 0,92)/2 = 0,925.

В соответствии с [2] расчетное сопротивление кладки для марки кирпича М100 при растворе марки М25 равно 1,3 МПа (1300 кПа). Подставим все значения в формулу (1), определим несущую способность простенка

$N_{и.}$ = 1×0,925×1300×0,874×1,049 = 1102,5 кН > N = 806,2 кН;

Запас прочности простенка обеспечен.

В соответствии с требованиями ГОСТ 8462-85 в нескольких местах из горизонтальных швов кирпичной кладки 2-го этажа были отобраны 9 штук образцов - пластинки размером не менее 50 × 50 мм. Получены результаты испытаний раствора на сжатие. Среднее значение $P_{факт.}$= 75.9 кгс/ см^2, поэтому считаем раствор не ниже М75. Из доставленных в лабораторию проб раствора изготовили образцы - кубики с ребром 30 мм. Чтобы получить кубики, две пластинки склеивали тонким слоем гипса, который также использовали для выравнивания опорной поверхности образца-кубика. Испытания прочности образцов раствора на сжатие выполнялись на прессе, который был оттарирован с помощью динамонометра ДОСМ 3-1 N 583 до 1500 кг(15 кН). Предел прочности при сжатии керамического кирпича с размерами 250×120×65 мм установлен путем испытания двух половинок, накрываемых одна на другую поверхностями разреза в противоположенные стороны без соединения их цементным тестом и без выравнивания тем же тестом верхней и нижней поверхности образца. Предел прочности при сжатии образца вычисляют по формуле, а среднее значение определяется как среднеарифметическое по результатам испытания 5-ти образцов. Предел прочности при изгибе керамического кирпича установлен путем испытания на гидравлическом прессе целого кирпича, уложенного плашмя на две опоры, расположенные на расстоянии 20 см одна от другой. Предел прочности при изгибе образца вычисляют по формуле, а среднее значение определяется как среднеарифметическое по результатам испытания 5-ти образцов. В результате сравнения полученных

результатов с техническими требованиями по средней и минимальной величине прочности для 5-х выбранных мест кладки на 2-м этаже керамический кирпич соответствует марке М100(среднее при сжатии – 111,6 кгс/ см^2 , среднее при изгибе - 19.2 кгс/ см^2). На основании результатов натурного обследования и проверочных расчетов можно сделать следующие выводы:

Стена по оси 2 в осях А-Б находится в удовлетворительном состоянии.

Результаты обследования и поверочных расчетов показали, что устройство оконных проемов в стене по оси 2 на 2 - 4-ом этажах можно выполнить в соответствии с рекомендациями. Горизонтальная трещина в перегородке 3-го этажа вызвана деформациями конструкций перекрытия 2-го этажа в осях 3 - 4. Размещение архива на втором этаже в осях 3 - 4 исключается.

Список литературы

1. СП 13-102-2003 Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений.- М.: Госстрой России, ГУП ЦПП, 2004.
2. СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*.
3. СП 15.13330.2012 Каменные и армокаменные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-22-81* (с Изменениями N 1, 2).
4. СП 63.13330.2012 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003 (с Изменениями N 1, 2, 3)
5. СП 70.13330.2012 Несущие и ограждающие конструкции. Актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87 (с Изменениями N 1, 3)
6. Кочнев Н.И., Чумак М.В. Учебное пособие «Обследование, испытание и усиление строительных конструкций зданий и сооружений - Краснодар, 2013 - 68 с.

УДК 539.4:624.07

РАСЧЕТ СТЕРЖНЯ КРУГОВОГО ОЧЕРТАНИЯ ПРИ ДЕЙСТВИИ ВЕРТИКАЛЬНОЙ НАГРУЗКИ

Шагивалеев Камиль Фатыхович, Сурнин Дмитрий Аркадьевич

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., Россия, e-mail: KFSHAG@yandex.ru, dasurnin98@mail.ru

Аннотация. Рассмотрен стержень кругового очертания с жесткими закреплениями по концам при действии вертикальной нагрузки. На основе операционного исчисления, связанного с преобразованием Лапласа, получены в общем виде аналитические выражения для определения перемещений, угла поворота, усилий и момента.

Ключевые слова: стержень, граничные условия, вертикальная нагрузка, перемещение, усилие, момент, оператор, оригинал, изображение

CALCULATION OF ROD CIRCULAR SHAPE UNDER THE ACTION OF VERTICAL LOADS

Shagivaleev Kamil' Fatykhovich, Surnin Dmitrii Arkadievich

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Russia,
e-mail: KFSHAG@yandex.ru, dasurnin98@mail.ru

Abstract. Considered a core circular shape, with hard pins on the ends under the action of vertical loads. On the basis of the operational calculus associated with the Laplace transform obtained in General analytical expressions to determine displacement, angle of rotation, effort and time.

Keywords: stem, boundary conditions, vertical load, displacement, stress, moment, statement, original, image

Рассмотрен стержень кругового очертания с жесткими закреплениями по концам, с произвольным центральным углом. Стержень нагружен в его плоскости вертикальной равномерно распределенной нагрузкой q (рис. 1).

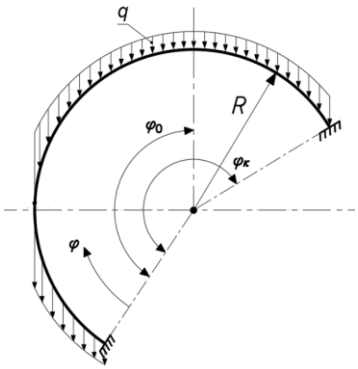


Рис. 1 Расчетная схема.

Разложим нагрузку q на две составляющие: в радиальном направлении q_1 и тангенциальном направлении p_1:

$$q_1 = q\cos(\varphi_0 - \varphi);$$

$$p_1 = -q\sin(\varphi_0 - \varphi). \qquad (1)$$

Граничные условия при рассматриваемом способе опирания стержня имеют вид: при $\varphi = 0$ и $\varphi = \varphi_k$:

$$u = \upsilon = w = \vartheta_1 = \vartheta_2 = \vartheta_k = 0. \qquad (2)$$

Дифференциальное уравнение в перемещениях, описывающее изгиб кругового стержня в его плоскости, имеет вид [1]:

$$\frac{d^6\upsilon}{d\varphi^6} + 2\frac{d^4\upsilon}{d\varphi^4} + \frac{d^2\upsilon}{d\varphi^2} = \frac{R^4}{EI_1}\left(\frac{dq_1}{d\varphi} - p_1\right), \qquad (3)$$

где υ – перемещение стержня в тангенциальном направлении;

φ– угловая координата текущего сечения стержня;

E – модуль упругости материала стержня;

I_1 – момент инерции стержня.

Для решения дифференциального уравнения (3) применим операционное исчисление, связанное с преобразованием Лапласа [2]. Полагая $\upsilon(\varphi) \Leftrightarrow V(s)$ и учитывая граничные условия при $\varphi = 0$ (2), по теореме дифференцирования оригинала [2] получим:

$$\begin{aligned}
&\upsilon'(\varphi) \Leftrightarrow sV(s);\\
&\upsilon''(\varphi) \Leftrightarrow s^2V(s);\\
&\upsilon'''(\varphi) \Leftrightarrow s^3V(s);\\
&\upsilon^{IV}(\varphi) \Leftrightarrow s^4V(s) - \upsilon'''(0);\\
&\upsilon^{V}(\varphi) \Leftrightarrow s^5V(s) - s\upsilon'''(0) - \upsilon^{IV}(0);\\
&\upsilon^{VI}(\varphi) \Leftrightarrow s^6V(s) - s^2\upsilon'''(0) - s\upsilon^{IV}(0) - \upsilon^{V}(0),
\end{aligned} \tag{4}$$

где s– комплексный параметр,

$\upsilon'''(0), \upsilon^{IV}(0), \upsilon^{V}(0)$ - произвольная постоянная.

Изображение для правой части уравнения (3) имеет вид:

$$\frac{R^4}{E\,I_1}\left(\frac{d\,q_1}{d\,\varphi} - p_1\right) \Leftrightarrow 2\frac{q\,R^4}{E\,I_1}\left(\frac{s}{s^2+1}\sin\varphi_0 - \frac{1}{s^2+1}\cos\varphi_0\right). \tag{5}$$

Переходя в уравнении (3) от оригиналов к изображениям (4), (5), получим операторное уравнение**:**

$$\begin{aligned}
&s^6V(s) - s^2\upsilon'''(0) - s\upsilon^{IV}(0) - \upsilon^{V}(0) + 2s^4V(s) - 2\upsilon'''(0) + s^2V(s) =\\
&= 2\frac{q\,R^4}{E\,I_1}\left(\frac{s}{s^2+1}\sin\varphi_0 - \frac{1}{s^2+1}\cos\varphi_0\right).
\end{aligned} \tag{6}$$

Из выражения (6) найдем $V(s)$**:**

$$\begin{aligned}
V(s) = {}& 2\frac{q\,R^4}{E\,I_1}\left(\frac{1}{s\left(s^2+1\right)^3}\sin\varphi_0 - \frac{1}{s^2\left(s^2+1\right)^3}\cos\varphi_0\right) + \frac{s^2+2}{s^2\left(s^2+1\right)^2}\upsilon'''(0) +\\
&+ \frac{1}{s\left(s^2+1\right)^2}\upsilon^{IV}(0) + \frac{1}{s^2\left(s^2+1\right)^2}\upsilon^{V}(0).
\end{aligned} \tag{7}$$

Переходя в выражении (7) от изображений к оригиналам [2], получим искомое решение:

$$\begin{aligned}
\upsilon(\varphi) = {}& \frac{2\,q\,R^4}{E\,I_1}\left[\left(1 - \cos\varphi - \frac{5}{8}\varphi\sin\varphi + \frac{1}{8}\varphi^2\cos\varphi\right)\sin\varphi_0 -\right.\\
&\left. -\left(\varphi - \frac{15}{8}\sin\varphi + \frac{7}{8}\varphi\cos\varphi + \frac{1}{8}\varphi^2\sin\varphi\right)\cos\varphi_0\right] +\\
&+\left(2\varphi - \frac{5}{2}\sin\varphi + \frac{1}{2}\varphi\cos\varphi\right)\upsilon'''(0) + \left(1 - \cos\varphi - \frac{1}{2}\varphi\sin\varphi\right)\upsilon^{iv}(0) +
\end{aligned} \tag{8}$$

$$+\left(\varphi-\frac{3}{2}\sin\varphi+\frac{1}{2}\varphi\cos\varphi\right)\upsilon^{V}(0).$$

Имея $\upsilon(\varphi)$, по дифференциальным зависимостям [1]. можно записать выражения для перемещений, усилий и моментов.

Произвольные постоянные $\upsilon'''(0), \upsilon^{IV}(0), \upsilon^{V}(0)$ находим из граничных условий при $\varphi=\varphi_{к}$ (2). Ввиду громоздкости все операции не приводятся.

Окончательно решение уравнения (3) имеет вид:

$$\upsilon(\varphi)=\frac{qR^4}{4EI_1}\Big[\left(8-8\cos\varphi-5\varphi\sin\varphi+\varphi^2\cos\varphi\right)\sin\varphi_0-$$
$$-\left(8\varphi-15\sin\varphi+7\varphi\cos\varphi+\varphi^2\sin\varphi\right)\cos\varphi_0+ \tag{9}$$
$$+\psi_{10}\varphi+\psi_{11}\sin\varphi-\psi_{12}\varphi\cos\varphi-\left(1-\cos\varphi-\frac{1}{2}\varphi\sin\varphi\right)\psi_{13}\Big],$$

где

$$\psi_{10}=\frac{1}{2\left(1-\cos\varphi_k-\frac{1}{4}\varphi_k^2-\frac{1}{4}\varphi_k\sin\varphi_k\right)}\times\Big[\ k_1\sin\varphi_k-(1-\cos\varphi_k)k_2+$$
$$+2k_7(\varphi_k-\sin\varphi_k)\ \Big];$$

$$\psi_{11}=\frac{1}{2(\varphi_k-\sin\varphi_k)\left(1-\cos\varphi_k-\frac{1}{4}\varphi_k^2-\frac{1}{4}\varphi_k\sin\varphi_k\right)}\times$$
$$\times\Big[\ k_1\left(-2+2\cos\varphi_k+2\sin^2\varphi_k-\frac{1}{2}\varphi_k\sin\varphi_k-\frac{1}{2}\varphi_k^2\cos\varphi_k\right)+$$
$$+k_2\left(\varphi_k-\varphi_k\cos\varphi_k-2\sin\varphi_k+\frac{1}{2}\varphi_k^2\sin\varphi_k+2\sin\varphi_k\cos\varphi_k\right)+$$
$$+2k_7\left(4-4\cos\varphi_k-2\sin^2\varphi_k+\varphi_k^2\cos\varphi_k-\varphi_k^2\right)\Big];$$

$$\psi_{12}=\frac{1}{2(\varphi_k-\sin\varphi_k)\left(1-\cos\varphi_k-\frac{1}{4}\varphi_k^2-\frac{1}{4}\varphi_k\sin\varphi_k\right)}\times$$
$$\times\Big[\ k_1\left(-2+2\cos\varphi_k+\sin^2\varphi_k+\frac{1}{2}\varphi_k\sin\varphi_k-\frac{1}{2}\varphi_k^2\cos\varphi_k\right)+$$
$$+k_2\left(-1+\frac{1}{2}\varphi_k^2+\cos\varphi_k\right)\sin\varphi_k+$$
$$+2k_7\left(4-4\cos\varphi_k-\sin^2\varphi_k-2\varphi_k\sin\varphi_k+\varphi_k^2\cos\varphi_k\right)\Big];$$

$$\psi_{13}=\frac{1}{(\varphi_k-\sin\varphi_k)\left(1-\cos\varphi_k-\frac{1}{4}\varphi_k^2-\frac{1}{4}\varphi_k\sin\varphi_k\right)}\times$$

$$\times\left[\ k_1\left(\ \frac{1}{2}\varphi_k^2\sin\varphi_k-\sin\varphi_k+\sin\varphi_k\cos\varphi_k\right)+\right.$$

$$+k_2\left(\frac{1}{2}\varphi_k\sin\varphi_k+\frac{1}{2}\varphi_k^2\cos\varphi_k-\sin^2\varphi_k\right)+$$

$$\left.+2k_7\left(\sin\varphi_k-\varphi_k\cos\varphi_k-\sin\varphi_k\cos\varphi_k+\varphi_k-\varphi_k^2\sin\varphi_k\right)\right];$$

$$k_1=\left(8-8\cos\varphi_k-5\varphi_k\sin\varphi_k+\varphi_k^2\cos\varphi_k\right)\sin\varphi_0-$$

$$-\left(8\varphi_k-15\sin\varphi_k+7\varphi_k\cos\varphi_k+\varphi_k^2\sin\varphi_k\right)\cos\varphi_0\ ;$$

$$k_2=\left(3\sin\varphi_k-3\varphi_k\cos\varphi_k-\varphi_k^2\sin\varphi_k\right)\sin\varphi_0-$$

$$-\left(8-8\cos\varphi_k-5\varphi_k\sin\varphi_k+\varphi_k^2\cos\varphi_k\right)\cos\varphi_0\ ;$$

$$k_7=\left(2-2\cos\varphi_k-\varphi_k\sin\varphi_k\right)\sin\varphi_0-\left(\ 2\varphi_k-3\sin\varphi_k+\varphi_k\cos\varphi_k\right)\cos\varphi_0\ .$$

Выражения для перемещения $w(\varphi)$, угла поворота, момента и усилий:

$$w(\varphi)=\frac{d\upsilon}{d\varphi}=\frac{qR^4}{4EI_1}\left[\ \left(3\sin\varphi-3\varphi\cos\varphi-\varphi^2\sin\varphi\right)\sin\varphi_0-\right.$$

$$-\left(8-8\cos\varphi-5\varphi\sin\varphi+\varphi^2\cos\varphi\right)\cos\varphi_0+$$

$$\left.+\psi_{10}+\psi_{11}\cos\varphi-\psi_{12}\left(\cos\varphi-\varphi\sin\varphi\right)-\frac{1}{2}\left(\sin\varphi-\varphi\cos\varphi\right)\psi_{13}\right];$$

$$\frac{dw}{d\varphi}=\frac{qR^4}{4EI_1}\left[\ \left(\varphi\sin\varphi-\varphi^2\cos\varphi\right)\sin\varphi_0-\left(3\sin\varphi-3\varphi\cos\varphi-\varphi^2\sin\varphi\right)\cos\varphi_0-\right.$$

$$\left.-\ \psi_{11}\sin\varphi+\psi_{12}\left(2\sin\varphi+\varphi\cos\varphi\right)-\frac{1}{2}\ \psi_{13}\varphi\sin\varphi\right];$$

$$\vartheta_1(\varphi)=\frac{1}{R}\left(\frac{dw}{d\varphi}+\upsilon\right)=\frac{qR^3}{EI_1}\left[\ \left(2-2\cos\varphi-\varphi\sin\varphi\right)\sin\varphi_0-\right.$$

$$\left.-\left(\ 2\varphi-3\sin\varphi+\varphi\cos\varphi\right)\cos\varphi_0+\frac{1}{4}\psi_{10}\varphi+\frac{1}{2}\psi_{12}\sin\varphi-\frac{1}{4}\left(1-\cos\varphi\right)\psi_{13}\right]; \qquad ((10)$$

$$M_1(\varphi)=-\frac{EI_1}{R}\frac{d\vartheta_1}{d\varphi}=-qR^2\left[\ \left(\sin\varphi-\varphi\cos\varphi\right)\sin\varphi_0-\left(2-2\cos\varphi-\varphi\sin\varphi\right)\cos\varphi_0+\right.$$

$$\left.+\frac{1}{4}\psi_{10}+\frac{1}{2}\psi_{12}\cos\varphi-\frac{1}{4}\ \psi_{13}\sin\varphi\right];$$

$$Q_1(\varphi)=-\frac{1}{R}\frac{dM_1}{d\varphi}=qR\left[\ \varphi\sin\varphi\sin\varphi_0-\left(\sin\varphi-\varphi\cos\varphi\right)\cos\varphi_0-\right.$$

$$\left.-\frac{1}{2}\psi_{12}\sin\varphi-\frac{1}{4}\ \psi_{13}\cos\varphi\right];$$

$$N(\varphi)=\frac{dQ_1}{d\varphi}-qR\cos(\varphi_0-\varphi)=qR\left[(\sin\varphi+\varphi\cos\varphi)\sin\varphi_0-\varphi\sin\varphi\cos\varphi_0-\right.$$

$$\left.-\frac{1}{2}\psi_{12}\cos\varphi+\frac{1}{4}\psi_{13}\sin\varphi-\cos(\varphi_0-\varphi)\right].$$

Решения получены в общем виде. Они позволяют определить перемещения, углы поворота, усилия и моменты при произвольном центральном угле.

Приведенные в работе решения могут быть использованы при расчете арок при действии собственного веса, веса кровли, а также могут быть тестовыми примерами при расчете на ЭВМ более сложных арочных конструкций.

Для инженеров-проектировщиков, научных работников, аспирантов и студентов.

Список литературы

1. Прочность, устойчивость, колебания: Справочник. Т.1.М.: Машиностроение, 1968. 831 с.

2. Араманович И.Г. Функции комплексного переменного. Операционное исчисление. Теория устойчивости / И.Г. Араманович, Г.Л. Лунц, Л.Э. Эльсгольц. – М.: Наука, 1968. – 416 с.

УДК 624.04:539.3

РАСЧЕТ ОБОЛОЧКИ ПРИ ДЕЙСТВИИ НА СВОБОДНОМ КОНЦЕ НЕРАВНОМЕРНО РАСПРЕДЕЛЕННОЙ НАГРУЗКИ

Шагивалеев Камиль Фатыхович, Сурнина Елена Камилевна

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., Россия, e-mail: KFSHAG@yandex.ru, eksurnina@mail.ru

Аннотация. Рассмотрена замкнутая цилиндрическая оболочка, имеющая на одном конце жесткое закрепление, а на другом - свободный конец. Оболочка находится под действием нагрузки, приложенной на свободном конце. Нагрузка направлена вдоль образующей, сосредоточенная вдоль образующей и неравномерно распределена в кольцевом направлении. Получены аналитические выражения, позволяющие определить перемещения, усилия и моменты в оболочке.

Ключевые слова: оболочка, нагрузка, граничные условия, дифференциальное уравнение

THE CALCULATION OF THE SHELL BY THE ACTION ON THE FREE END OF AN UNEVENLY DISTRIBUTED LOAD

Shagivaleev Kamil' Fatihovich, Surnina Elena Kamilevna, Vasiltsov Sergei Viktorovich

[1] Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Russia,
e-mail: KFSHAG@yandex.ru, eksurnina@mail.ru

Abstract. Considered a closed cylindrical shell having at one end a rigid link, and the other free end. The shell is under the action of load applied at the free end. The load is directed along a generatrix, the generatrix concentrated and unevenly distributed in the annular direction. The obtained analytical expression allows to determine displacement, forces and moments in the shell.

Keywords: shell, load, boundary conditions, differential equation

Рассмотрим замкнутую цилиндрическую оболочку под действием нагрузки $p_2 \cos n\beta$, сосредоточенной вдоль образующей и распределенной в кольцевом направлении по образующей $\cos n\beta$. Нагрузка приложена в торце на свободном конце оболочки (рис.1).

В работе [1] приведены решения для оболочки при действии рассматриваемой нагрузки, приложенной в любом сечении по длине оболочки (рис.2). Выражения получены в общем виде, они позволяют рассчитать цилиндрическую оболочку при различных геометрических размерах ее, при любом положении нагрузки по длине оболочки.

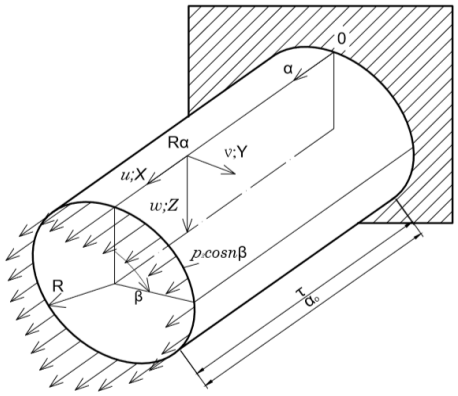


Рис.1. Расчетная схема оболочки при действии нагрузки на свободном конце

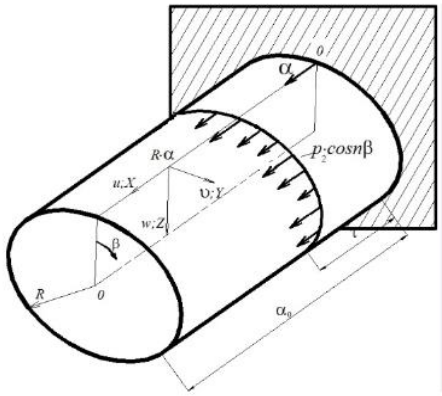


Рис.2. Расчетная схема оболочки при действии нагрузки в любом сечении

Положив в выражениях [1] $\tau = \alpha_0$, получим искомое решение:

$$\Phi(\alpha,\beta) = -\frac{p_2 R}{2\chi^3 E h}\cdot\left[k_9 X_1 + k_{10}\left(X_2 - X_3\right)\right]\cos n\beta, \qquad (1)$$

где

$$X_1 = \cos\chi\alpha\, ch\chi\alpha; \qquad X_3 = \cos\chi\alpha\, sh\chi\alpha;$$

$$X_2 = \sin\chi\alpha\, ch\chi\alpha; \qquad X_4 = \sin\chi\alpha\, sh\chi\alpha;$$

$$A_1 = \cos\chi\alpha_0\, ch\chi\alpha_0; \qquad A_2 = \sin\chi\alpha_0\, ch\chi\alpha_0;$$

$$A_3 = \cos\chi\alpha_0\, sh\chi\alpha_0; \qquad A_4 = \sin\chi\alpha_0\, sh\chi\alpha_0;$$

$$k_9 = (A_2 - A_3)\left(\cos^2\chi\alpha_0 + ch^2\chi\alpha_0\right)^{-1};$$

$$k_{10} = -A_1\left(\cos^2\chi\alpha_0 + ch^2\chi\alpha_0\right)^{-1}.$$

Зная $\Phi(\alpha,\beta)$, можно определить перемещения, усилия и моменты [2]:

$$u(\alpha,\beta) = \frac{\partial^2\Phi}{\partial\alpha^2} = -\frac{p_2 R}{\chi E h}\cdot\left[-k_9 X_4 + k_{10}(X_2 + X_3)\right]\cos n\beta;$$

$$\upsilon(\alpha,\beta) = -\frac{\partial^2\Phi}{\partial\alpha\,\partial\beta} = -\frac{p_2 R n}{2\chi^2 E h}\cdot\left[k_9(-X_2 + X_3) + 2k_{10}X_4\right]\sin n\beta;$$

$$w(\alpha,\beta) = \frac{\partial^3\Phi}{\partial\alpha\,\partial\beta^2} = \frac{p_2 R n^2}{2\chi^2 E h}\left[k_9(-X_2 + X_3) + 2k_{10}X_4\right]\cdot\cos n\beta;$$

$$N_1(\alpha,\beta) = \frac{E h}{R}\frac{\partial^3\Phi}{\partial\alpha^3} = -p_2\left[-k_9(X_2 + X_3) + 2k_{10}X_1\right]\cdot\cos n\beta;$$

$$N_2(\alpha,\beta) = -\frac{E h}{4\omega^4 R}\left(\frac{\partial^7\Phi}{\partial\alpha\,\partial\beta^6} + \frac{\partial^5\Phi}{\partial\alpha\,\partial\beta^4}\right) =$$

$$= -\frac{2\chi^2 p_2}{n^2 - 1}\left[k_9(-X_2 + X_3) + 2k_{10}X_4\right]\cdot\cos n\beta;$$

$$S_1(\alpha,\beta) = -S_2(\alpha,\beta) = \frac{E h}{R}\frac{1}{4\omega^4}\left(\frac{\partial^7\Phi}{\partial\beta^7} + 2\frac{\partial^5\Phi}{\partial\beta^5} + \frac{\partial^3\Phi}{\partial\beta^3}\right) = \tag{2}$$

$$= -\frac{2\chi p_2}{n}\left[k_9 X_1 + k_{10}(X_2 - X_3)\right]\cdot\sin n\beta;$$

$$M_1(\alpha,\beta) = \nu M_2(\alpha,\beta);$$

$$M_2(\alpha,\beta) = \frac{D}{R^2}\left(\frac{\partial^5\Phi}{\partial\alpha\,\partial\beta^4} + \frac{\partial^3\Phi}{\partial\alpha\,\partial\beta^2}\right) =$$

$$= -\frac{2\chi^2 p_2 R}{n^2\left(n^2 - 1\right)}\left[-k_9(X_2 - X_3) + 2k_{10}X_4\right]\cdot\cos n\beta;$$

$$M_{12}(\alpha,\beta) = -\frac{D(1-\nu)}{R^2}\left(\frac{\partial^5\Phi}{\partial\alpha^2\,\partial\beta^3} + \frac{\partial^3\Phi}{\partial\alpha^2\,\partial\beta}\right) =$$

$$= (1-\nu)\frac{4\chi^3 p_2 R}{n^3\left(n^2 - 1\right)}\left[-k_9 X_4 + k_{10}(X_2 + X_3)\right]\cdot\sin n\beta;$$

$$Q_1(\alpha,\beta) = \frac{D}{R^3}\left(\frac{\partial^6\Phi}{\partial\alpha^2\,\partial\beta^4} + \frac{\partial^4\Phi}{\partial\alpha^2\,\partial\beta^2}\right) =$$

$$= - p_2 \frac{4\chi^3}{n^2\left(n^2-1\right)}\left[-k_9 X_4 + k_{10}\left(X_2 + X_3\right)\right]\cdot \cos n\beta ;$$

$$Q_2(\alpha,\beta) = \frac{D}{R^3}\left(\frac{\partial^6 \Phi}{\partial\alpha\,\partial\beta^5} + \frac{\partial^4 \Phi}{\partial\alpha\,\partial\beta^3}\right) =$$

$$= p_2 \frac{2\chi^2}{n\left(n^2-1\right)}\cdot\left[-k_9\left(X_2 - X_3\right) + 2k_{10}X_4\right]\sin n\beta .$$

Полученные решения могут быть использованы инженерами при расчете конструкций в виде замкнутых цилиндрических оболочек при действии нагрузок, приложенных на свободном конце, сосредоточенных вдоль образующей и распределенных в кольцевом направлении по любому закону, в том числе и сосредоточенных.

Список литературы

1. Шагивалеев К. Ф. Расчет замкнутой цилиндрической оболочки при действии нагрузки, сосредоточенной вдоль образующей / К. Ф. Шагивалеев, Е.К.Сурнина, В.Ю. Растрепин // XIX Международная научно-техническая конференция. «Актуальные проблемы строительства, строительной индустрии и промышленности» (28-29 июня 2018 г.) − г. Тула, 2018. С. 179-181.

2. Гольденвейзер А.Л. Теория упругих тонких оболочек. – М.: Наука, 1976.– 512 с.

УДК 624.04:539.3

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ СИСТЕМА ИЗ ДВУХ СОПРЯЖЕННЫХ ОБОЛОЧЕК РАЗНОЙ ВЫСОТЫ

Шагивалеев Камиль Фатыхович, Сурнина Елена Камилевна, Васильцов Сергей Викторович

[1]Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.,
[2]ООО «Нефтегазинжиниринг», Саратов, Россия
e-mail: KFSHAG@yandex.ru, eksurnina@mail.ru, Vasiltsov_Sergei@mail.ru

Аннотация. Рассмотрена пространственная система из двух замкнутых цилиндрических оболочек разной высоты, соединенных между собой одной промежуточной связью. Одна из оболочек нагружена равномерно распределенной нагрузкой. Для расчета пространственной системы применен метод сил

Ключевые слова: система, оболочка, граничные условия, нагрузка, метод сил, основная система, перемещение, реактивное давление

THE SPATIAL SYSTEM OF THE TWO MATING SHELLS OF DIFFERENT HEIGHTS

Shagivaleev Kamil' Fatihovich, Surnina Elena Kamilevna,
Vasiltsov Sergei Viktorovich

[1] Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Russia,
[2]LLC «Neftegazengineering», Saratov, Russia,
e-mail: KFSHAG@yandex.ru, eksurnina@mail.ru, Vasiltsov_Sergei@mail.ru

Abstract. Considered spatial system consisting of two closed barrel shells of different heights, connected by a single intermediate contact. One of the shells is loaded with uniformly distributed load. To calculate the spatial system applied method of forces.

Key words: system, shell, boundary conditions, load, method of forces, a primary system displacement, the jet pressure

При расчете пространственных систем из замкнутых цилиндрических оболочек наиболее сложной задачей является определение реактивных давлений по линии контакта оболочек. Решению этой проблемы и посвящена настоящая работа.

Рассмотрена пространственная система из двух замкнутых цилиндрических оболочек разной высоты, расположенных на некотором расстоянии друг от друга и соединенных между собой одной промежуточной (жесткой) связью. Оболочки имеют на одном конце жесткое закрепление, а на другом – свободный конец. Приняты следующие геометрические параметры оболочек: первая оболочка – длина оболочки L=30 м, радиус R=3 м, $\alpha_0=L/R$=10, толщина стенки h=0,16 м, коэффициент Пуассона v=0,2; вторая оболочка – длина оболочки L=27,5 м, радиус R=3 м, $\alpha_0=L/R$=9,1667, толщина стенки h=0,16 м, коэффициент Пуассона v=0,2. Одна из оболочек находится под действием равномерно распределенной нагрузки q_0 (рис.1).

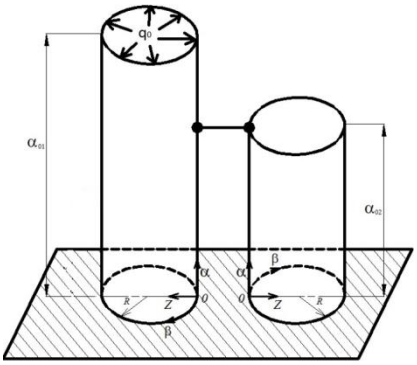


Рис.1 Пространственная система

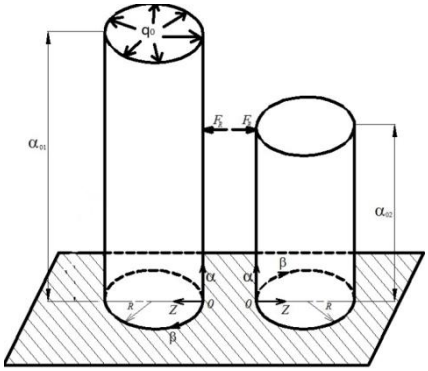


Рис.2 Основная система

Для расчета пространственной системы применяем метод сил. На рис.2 показана основная система. Таким образом, расчет пространственной системы сводится к расчету отдельных замкнутых цилиндрических оболочек. Как видно из рис. 2 на первую оболочку действуют равномерно

распределенная нагрузка q_0 и неизвестная реактивная сила F_R, на вторую оболочку – только неизвестная реактивная сила F_R.

Неизвестное реактивное давление F_R находим из условия, что в точке контакта оболочек радиальные перемещения оболочек равны.

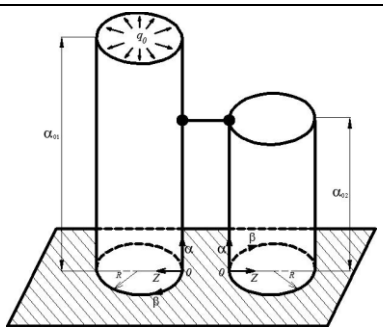
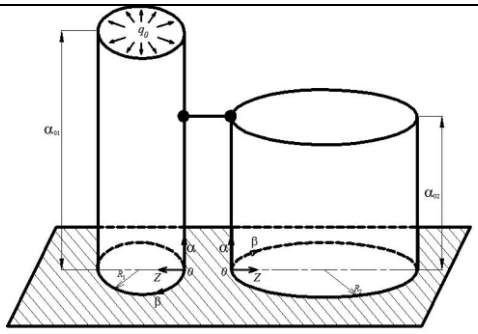
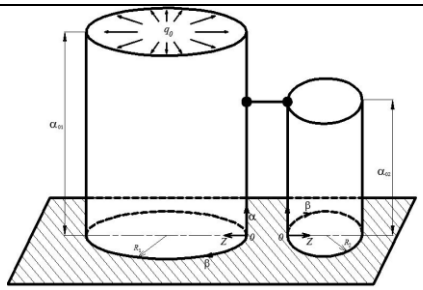
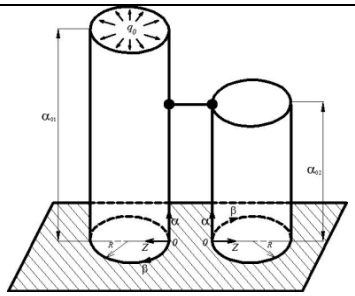
Радиальные перемещения оболочек при действии рассматриваемых нагрузок определялись по выражениям, приведенным в работах [1,2]. При расчете оболочек при действии сосредоточенной силы удерживалось 300 членов тригонометрического ряда.

Было проведено исследование, как изменяется реактивное давление F_R при изменении геометрических параметров оболочек. Геометрические параметры другой оболочки: длина оболочки *L*=30 (27,5) м, радиус *R*=6 м, толщина стенки *h*=0,24 м,

Результаты расчетов приведены в таблице.

Зная реактивное давление F_R, можно теперь по выражениям, приведенным в работах [1,2], определить напряженно-деформированное состояние каждой оболочки.

Результаты расчетов

Система оболочек	
 3x30⇔3x27.5 $F_R = 23{,}2786x10^{-4}\, q_0\, R^2$	 3x30⇔6x27.5 $F_R = 19{,}732x10^{-4}\, q_0\, R^2$
 6x30⇔3x27.5 $F_R = 28{,}51x10^{-4}\, q_0\, R^2$	 6x30⇔6x27.5 $F_R = 24{,}47x10^{-4}\, q_0\, R^2$

Используя метод сил и аналитические выражения, приведенные в работах [1-4], можно рассчитать пространственную систему из любого количества оболочек, с разными геометрическими параметрами оболочек, с

любым количеством промежуточных связей, при действии различных радиальных нагрузок.

Результаты работы могут быть использованы инженерами-проектировщиками, научными работниками, аспирантами и студентами.

Список литературы

1. Шагивалеев К.Ф. Расчет замкнутой цилиндрической оболочки на локальные и сосредоточенные нагрузки / К. Ф. Шагивалеев. Саратов:– Сарат. гос. техн. ун-т, 2011. 316 с.

2. Шагивалеев К.Ф. Расчет на прочность замкнутой цилиндрической оболочки / К. Ф. Шагивалеев –.Саратов: Изд-во Сарат. ун-та, 1991. – 208 с.

3. Шагивалеев К. Ф. Расчет замкнутой цилиндрической оболочки по приближенной теории / К.Ф. Шагивалеев; Сарат. гос. техн. ун-т. – Саратов: СГТУ, 2001. – 164 с.

4. Шагивалеев К.Ф. Расчет замкнутой цилиндрической оболочки на радиальные нагрузки / К. Ф. Шагивалеев, Е.К. Сурнина. Саратов:– Сарат. гос. техн. ун-т, 2014. 248 с.

УДК 624.04:539.3

РАСЧЕТ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ ИЗ ДВУХ ОБОЛОЧЕК РАЗНОЙ ВЫСОТЫ

Шагивалеев Камиль Фатыхович, Сурнина Елена Камилевна, Косов Дмитрий Александрович

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., Россия, e-mail: KFSHAG@yandex.ru, eksurnina@mail.ru, dima.kosov.97@list.ru

Аннотация. Рассмотрена пространственная система из двух замкнутых цилиндрических оболочек разной высоты, соединенных между собой вдоль одной образующей. Одна из оболочек нагружена равномерно распределенной нагрузкой. Для расчета пространственной системы применен метод сил.

Ключевые слова: система, оболочка, граничные условия, нагрузка, метод сил, основная система, перемещение, реактивное давление

CALCULATION OF A SPATIAL SYSTEM FROM TWO SHELLS OF DIFFERENT HEIGHT

Shagivaleev Kamil' Fatykhovich, Surnina Elena Kamilevna, Kosov Dmitriy Alexandrovich

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Russia, e-mail: KFSHAG@yandex.ru, eksurnina@mail.ru, dima.kosov.97@list.ru

Abstract. A spatial system of two closed cylindrical shells of different heights interconnected along one generator is considered. One of the shells is loaded with a uniformly distributed load. The force method is used to calculate the spatial system.

Keywords: system, shell, boundary conditions, load, method of forces, main system, displacement, reactive pressure

Рассмотрена пространственная система из двух замкнутых цилиндрических оболочек разной высоты. Одна из оболочек нагружена равномерно распределенной нагрузкой. Оболочки имеют на одном конце жесткое закрепление, а на другом– свободный конец и соединены между собой вдоль одной образующей (рис.1).

Эпюра реактивного давления ограничена кривой линией, но практически достаточно найти некоторые ординаты и соединив их прямыми, получить ломанную линию. В целях сокращения вычислительной работы будем считать реактивное давление равномерно распределено в пределах сколь угодно малых участков, а всю эпюру – ограниченной ступенчатой линией. Кроме того, в дальнейшем будем иметь дело не с интенсивностью давления в каждом участке, а с равнодействующей давления, приходящейся на этот участок.

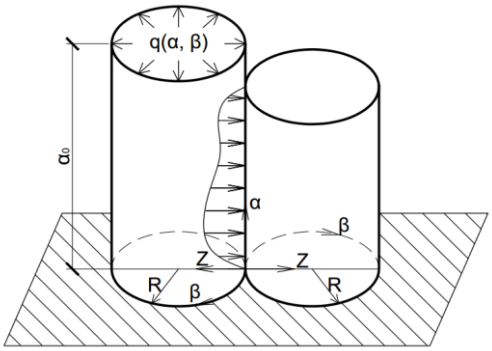


Рис. 1. Пространственная система

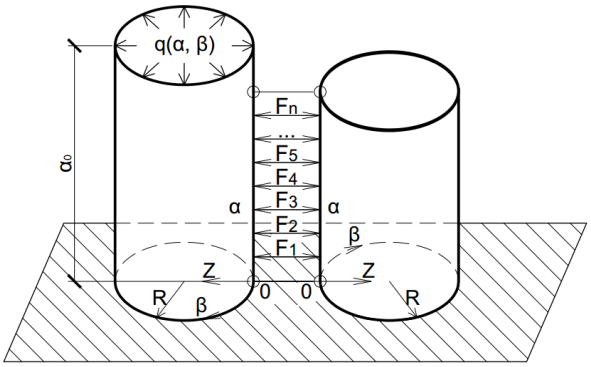


Рис. 2. Основная система

Эпюра реактивного давления ограничена кривой линией, но практически достаточно найти некоторые ординаты и соединив их прямыми, получить ломанную линию. В целях сокращения вычислительной работы будем считать реактивное давление равномерно распределено в пределах сколь угодно малых участков, а всю эпюру – ограниченной ступенчатой линией. Кроме того, в дальнейшем будем иметь дело не с интенсивностью давления в каждом участке, а с равнодействующей давления, приходящейся на этот участок.

Связь между оболочками осуществляется только в отдельных точках, находящихся в серединах прямолинейных участков эпюры. Число этих точек (опор) можно принять, руководствуясь только соображениями о

желательной степени точности расчета. Чем больше опор мы наметим, тем точнее будет и окончательный результат.

Расчетная схема будет такой как показана на рис. 2. Условные опоры представлены в виде абсолютно твердых стержней-связей, присоединенных шарнирно к первой и второй оболочкам

Для расчета применяем один из методов строительной механики - метод сил. Основную систему выберем, разрезая или удаляя все горизонтальные стержни, заменяя их действие действием неизвестных реактивных сил $F_1, F_2, F_3, ... F_n$ (рис. 2).

Таким образом, расчёт сложной пространственной системы сводится к расчету отдельных замкнутых цилиндрических оболочек под действием различных нагрузок.

Неизвестные реактивные силы $F_1, F_2, F_3, ... F_n$ находим из условия, что в точках контакта оболочек радиальные перемещения оболочек равны.

Были выполнены численные расчеты пространственной системы:

параметры первой оболочки: L=30 м, h=0,16 м, R=3 м;

параметры второй оболочки: L=26,25 м, h=0,16 м, R=3 м.

Радиальные перемещения в оболочках от действия сосредоточенных сил определялись по аналитическим выражениям, приведенным в работе [1]. Для этого сосредоточенные силы разлагались в тригонометрический ряд по переменной β и удерживалось 300 членов ряда.

Первоначально был рассмотрен случай, когда линия контакта оболочек разделена на 7участков.

Затем было проведено исследование, как изменяется величина и характер распределения реактивного давления в зависимости от количества участков разбиения линии контакта оболочек.

Результаты расчетов приведены на рис.3.

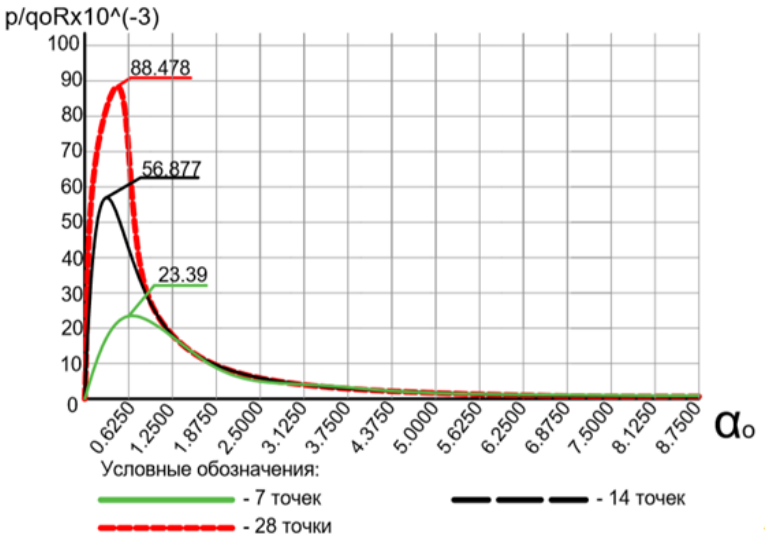


Рис. 3. График распределения реактивного давления

Результаты исследований показывают, что для уточнения величины и характера распределения реактивного давления по линии контакта оболочек необходимо увеличить количество участков разбиения по линии контакта оболочек.

Используя предлагаемый подход и аналитические выражения, приведенные в работах [2-4], можно рассчитать пространственную систему из замкнутых цилиндрических оболочек, соединенных между собой вдоль одной образующей, с различными геометрическими параметрами оболочек, при действии различных радиальных нагрузок.

Результаты работы могут быть использованы инженерами-проектировщиками, научными работниками, аспирантами и студентами.

Список литературы

1. Шагивалеев К. Ф. Расчет тонкостенных пространственных систем, состоящих из связанных между собой замкнутых цилиндрических оболочек, методом сил / К. Ф. Шагивалеев, С.Н. Буров // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений.-2011.-№ 1.-С.8-12.
2. Шагивалеев К.Ф. Расчет замкнутой цилиндрической оболочки на локальные и сосредоточенные нагрузки / К. Ф. Шагивалеев. Саратов:– Сарат. гос. техн. ун-т, 2011. 316 с.
3. Шагивалеев К. Ф. Расчет замкнутой цилиндрической оболочки по приближенной теории / К.Ф. Шагивалеев; Сарат. гос. техн. ун-т. – Саратов: СГТУ, 2001. – 164 с.
4. Шагивалеев К.Ф. Расчет замкнутой цилиндрической оболочки на радиальные нагрузки / К. Ф. Шагивалеев, Е.К. Сурнина. Саратов:– Сарат. гос. техн. ун-т, 2014. 248 с.

УДК 532; 585-82

ПРОСТЕЙШИЕ СЛУЧАИ ЛАМИНАРНЫХ НЕИЗОТЕРМИЧЕСКИХ ТЕЧЕНИЙ КАПЕЛЬНОЙ ЖИДКОСТИ

Л.И. Высоцкий

Аннотация В статье анализируются случаи поиска конфигурации участка с наведённым температурным полем с безотрывным ламинарным течением жидкости в его пределах.

Ключевые слова *ламинарное,. неизотермическое, безнапорное, течение,. сненьютоновская жидкость,.: наведённое температурное пол.*

THE SIMPLEST CASES OF NON-ISOTHERMAL LAMINAR FLOWS OF LIQUIDS

L. I. Vysotsky

Annotation The article analyzes the cases of finding the configuration of a site with a induced temperature field with a continuous laminar flow of liquid within it.

Keywords: *laminar,. non-isothermal, non-pressure, flow,. sniguronka liquid.: induced temperature field.*

Чаще всего встречаются задачи о неизотермических течениях газообразных жидкостей. В настоящее время появипись методы наведения температурного поля на участок движения ламинарного потока капельной жидкости [1] с той или иной целью В этом случае исходная. система уравнений Навье – Стокса в декартовых координатах имеет вид

$$F_x - -\frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial x} + 2\frac{\partial}{\partial x}\left(\nu\frac{\partial u_x}{\partial x}\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(\nu\left(\frac{\partial u_x}{\partial y} + \frac{\partial u_y}{\partial x}\right)\right) + \frac{\partial}{\partial z}\left(\nu\left(\frac{\partial u_z}{\partial x} + \frac{\partial u_x}{\partial z}\right)\right) = \frac{du_x}{dt};$$

$$F_y - -\frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial y} + 2\frac{\partial}{\partial y}\left(\nu\frac{\partial u_y}{\partial y}\right) + \frac{\partial}{\partial z}\left(\nu\left(\frac{\partial u_y}{\partial z} + \frac{\partial u_z}{\partial y}\right)\right) + \frac{\partial}{\partial x}\left(\nu\left(\frac{\partial u_x}{\partial y} + \frac{\partial u_y}{\partial x}\right)\right) = \frac{du_y}{dt};$$

$$F_z - -\frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial z} + 2\frac{\partial}{\partial z}\left(\nu\frac{\partial u_z}{\partial z}\right) + \frac{\partial}{\partial x}\left(\nu\left(\frac{\partial u_z}{\partial x} + \frac{\partial u_x}{\partial z}\right)\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(\nu\left(\frac{\partial u_y}{\partial z} + \frac{\partial u_z}{\partial y}\right)\right) = \frac{du_z}{dt},$$

где p – давление; ρ – плотность; ν - кинематический коэффициент вязкости; u_x, u_y, u_z – компоненты скорости; F_x,F_y,F_z – проекции ускорений массовых сил.

В случае установившегося плавноизменяющегося её движения, например, в направлении оси *x*, когда можно принять: $u_y \approx u_z \approx 0$; $\frac{\partial u_y}{\partial y} = \frac{\partial u_z}{\partial z} = \frac{\partial u_y}{\partial z} = \frac{\partial u_z}{\partial y} = \frac{\partial u_z}{\partial x} = \frac{\partial u_x}{\partial y} = \frac{\partial u_y}{\partial x} \approx 0$. Кроме того, $\frac{\partial p}{\partial x} = \frac{\partial p}{\partial y} \approx 0$.

Дополнительно из уравнения неразрывности $\frac{\partial u_x}{\partial x} + \frac{\partial u_y}{\partial y} + \frac{\partial u_z}{\partial z} = 0$

следует, что при принятых допущениях $\frac{\partial u_x}{\partial x} \approx 0$. В результате получим, что второе уравнение из исходной системы исчезает, а третье свидетельствует о гидростатическом (линейном) распределении давления вдоль координаты z. При этом первое уравнение также существенно упростится и примет вид:

$$F_x + \frac{\partial}{\partial z}\left(\nu\left(\frac{\partial u}{\partial z}\right)\right) = 0\,. \qquad (1)$$

Если за ось x принять линию дна l, наклонённую под углом α к горизонту, то оно при учёте из массовых сил лишь силы тяжести и обозначении (для простоты) $u_x = u$, то уравнение (1) запишется следующим образом:

$$g \sin\alpha + \frac{\partial}{\partial z}\left(\nu\frac{\partial u}{\partial z}\right) = 0\,. \qquad (2)$$

Рассмотрим случай, когда наводимая температура зависит лишь от l, то есть $\nu = \nu(l)$. Тогда получим

$$g \sin\alpha + \frac{d}{dz}\left(\nu\frac{du}{dz}\right) = 0$$

или

$$g \sin\alpha + \nu(l)\frac{d^2u}{dz^2} = 0, \qquad (3)$$

где l выступает в роли параметра.

Проинтегрировав уравнение (3), получим:

$$\frac{du(z,l)}{dz} = -\frac{g \sin\alpha\, z}{\nu(l)} + C_1(l). \qquad (4)$$

Повторное интегрирование приводит к результату:

$$u(z,l) = -\frac{g \sin\alpha}{\nu(l)}\frac{z^2}{2} + C_1(l)\,z + C_2(l)\,. \qquad (5)$$

Из условия $u(z,l) = 0$ *следует, что* $C_2(l) = 0$.

Из условия $\frac{du(z,l)}{dz} = 0$ находим

$$C_1(l) = \frac{g \sin\alpha}{\nu(l)}\,H(l). \qquad (6)$$

Таким образом, оказывается, что распределение скоростей выражается формулой:

$$u(z,l) = \frac{g \sin\alpha}{\nu(l)}\left[H(l) - \frac{z}{2}\right] z. \qquad (7)$$

Определим значение средней скорости:

$$V(l) = \frac{1}{H(l)}\int_0^{H(l)} \frac{g \sin\alpha}{\nu(l)}\left[H(l) - \frac{z}{2}\right] z\,dz = \frac{g \sin\alpha\, z^2}{2\,\nu(l)}\left[1 - \frac{1}{3}\,\frac{z}{H(l)}\right] = \frac{g \sin\alpha\, H(l)^2}{3\,\nu(l)}\,.$$

Таким образом, имеем

$$V(l) = \frac{g \sin\alpha\, H(l)^2}{3\,\nu(l)}\,. \qquad (8)$$

Так как из условия непрерывности плоского течения следует постоянство

$$q(l) = q(0) \text{ или } V(l)\,H(l) = V(0)\,H(0). \qquad (9)$$

Отсюда находим, что

$$H(l) = H(0)\sqrt[3]{\frac{\nu(l)}{\nu(0)}}\,. \qquad (10)$$

Из формулы (7) при $z = H(l)$ получим значения максимальных скоростей:

$$u_м = \frac{g\,sin\alpha}{3\,\nu(l)} H(l)^2. \qquad (11)$$

Аналогичным образом для плавноизменяющегося дпижения на участке наведения температуры, зависящей лишь от продольной координаты l, легко получаются подобные соотношения. Приведём их без вывода:

- для участка сужения цилиндрической трубы радиусом R:

- для распределения скоростей :

$$u(r,l) = \frac{g\,I}{4\,\nu(l)}\,[R(l)^2 - r^2]; \qquad (12)$$

-- для максимальных скоростей:

$$u_м = \frac{g\,I}{4\,\nu(l)} R(l)^2; \qquad (13)$$

- для средних скоростей:

$$V(l) = \frac{g\,I}{8\,\nu(l)} R(l)^2; \qquad (14)$$

- для соотношения максимальных и средних скоростей:

$$\frac{u_м(l)}{V(l)} = 2. \qquad (15)$$

Для участка сужения между параллельными плстинами получим, соответственно:

- для распределения скоростей:

$$u(z,l) = \frac{g\,I}{2\,\nu(l)}\,[H(l)^2 - z^2]; \qquad (16)$$

- для максимальных скоростей:

$$u_м(l) = \frac{g\,I}{2\,\nu(l)} H(l)^2; \qquad (17)$$

- для средних скоростей:

$$V(l) = \frac{g\,I}{3\,\nu(l)} H(l)^2; \qquad (18)$$

- для соотношения максимальных и средних скоростей

$$\frac{u_м(l)}{V(l)} = 1.5. \qquad (19)$$

Пример: Рассмотреть течение воды на участке наведения линейного температурного поля с законом распределения температуры $t = t_0 + t_\partial \frac{l}{L}$. в широком канале с постоянным уклоном плоского дна $\sin\alpha = const$ с горизонтальными поперечными сечениями.

Решение: В рассматриваемом случае зависимость кинематического коэффициента вязкости от температуры по формуле Пуазейля принимает вид:

$$\nu(l) = \frac{\nu_{0г}}{1 + a\left(t_0 + t_\partial \frac{l}{L}\right) + b\,,\left(t_0 + t_\partial \frac{l}{L}\right)^2}. \qquad (20)$$

где a, b– константы: $\nu_{0г}$ – значение ν при 0^0 С.

Распределение скоростей находим с помощью формулы (7):

$$u(z,l) = \frac{g\sin\alpha}{\nu_{ог}}\left[1 + a\left(t_0 + t_\partial\frac{l}{L}\right) + b\left(t_0 + t_\partial\frac{l}{L}\right)^2,\right]\left[H(l) - \frac{z}{2}\right] z. \quad (21)$$

Средние скорости в сечениях $\frac{l}{L} = const$ определяются по формуле (22):

$$V(l) = \frac{g\sin\alpha\, H(l)^2}{2\nu_{ог}}\left[1 + a\left(t_0 + t_\partial\frac{l}{L}\right) + b\left(t_0 + t_\partial\frac{l}{L}\right)^2\right]. \quad (22)$$

Максимальные скорости в сечениях $\frac{l}{L} = const$ выражаются формулой (23):

$$u_м(l) = \frac{g\sin\alpha\, H(l)^2}{3\nu_{ог}}\left[1 + a\left(t_0 + t_\partial\frac{l}{L}\right) + b\left(t_0 + t_\partial\frac{l}{L}\right)^2\right]. \quad (23)$$

Входящие в формулы глубины $H(l)$ в сечениях $\frac{l}{L} = const$ находится из условия *q(l) = q(0)* или иначе *V(l) H(l) = V(0) H(0).*

Отсюда получим (с учётом (22)):

$$H(l) = H(0)\sqrt[3]{\frac{1 + a\,t_0 + b\,t_0^2}{1 + a\left(t_0 + t_\partial\frac{l}{L}\right) + b\left(t_0 + t_\partial\frac{l}{L}\right)^2}}. \quad (24)$$

Из формулы (21) при *z = H(l)* получим значения максимальных скоростей:

$$u_м(l) = \frac{g\sin\alpha\, H(l)^2}{3\nu_{ог}}. \quad (25)$$

P.S. ***Автор благодарит проф. Ю.С. Архангельского за пробуждение интереса к данной проблеме.***

Список литературы

1. .Шлихтинг Г. Теория пограничного слоя. М. Наука. 1961. -742 с.

УДК 330.15;470.51;045

АНАЛИЗ ПОТРЕБЛЕНИЯ РЕСУРСОВ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ И ВОДЫ В ЖИЛЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ МНОГОКВАРТИРНЫХ ДОМОВ

Журавлева Анастасия Николаевна, Игонина Анна Сергеевна

Удмуртский государственный университет, Ижевск, Россия,
e-mail: zhuravleva_anastasija@mail.ru, igonina765@yandex.ru

Аннотация. В статье приводятся результаты анализа потребления электроэнергии, горячей и холодной воды в многоквартирном доме. Выявлено, что максимум затрат связан с оплатой за потребленную электроэнергию.

Ключевые слова: электроэнергия, горячая вода, холодная вода, многоквартирные дома

ANALYSIS OF RESOURCE CONSUMPTION OF ELECTRICITY AND WATER IN PREMISES OF MULTI-APARTMENT HOUSES

Zhuravleva Anastasiya Nikolaevna, Igonina Anna Sergeevna

Udmurt State University, Izhevsk, Russia,
e-mail: zhuravleva_anastasija@mail.ru, igonina765@yandex.ru

Abstract. The article presents the results of the analysis of the consumption of electricity, hot and cold water in an apartment building. It is revealed that the maximum cost is associated with payment for consumed electricity.

Keywords:electricity, hot water, cold water, apartment buildings.

Ежегодно в мире растет потребление природных ресурсов как исчерпаемыхневозобновимых, так и относительно возобновимых. Увеличение потребления ресурсов отмечается не только в сфере промышленного производства, но и в сфере жилищно-коммунального хозяйства и повседневной жизни людей. Промышленные предприятия проводят мероприятия по мониторингу объемов потребляемых ресурсов и разрабатывают программы по снижению ресурсопотребления и ресурсосбережению, т.к. не заинтересованы в росте себестоимости своей продукции.

Что касается индивидуальных жилых домов и квартир, то в большинстве случаев здесь программы по экономии ресурсов заключаются в установке счетчиков на воду, электроэнергию и газ и переходе на оплату за потребленные ресурсы не по нормативам, а по фактическому потреблению.

Но постепенно затраты на оплату за потребленные воду, газ и электроэнергию начинают расти, за счет того, что увеличиваются тарифы за единицу потребленного ресурса, при этом объемы потребления ресурсов относительно постоянны.Рост размера платы за коммунальные услуги побуждает людей к более экономному использованию имеющихся ресурсов. Однакоиз-за отсутствия необходимых сведений у населения об эффективных мерах энергосбережения многие энергопоставляющие компании вынуждены строить более мощные объекты для увеличения объемов поставляемых энергоресурсов.

В связи с чем становится актуальной проблема оптимизации и снижения затрат за потребленные ресурсы воды и электроэнергии.

Для того чтобы наглядно отразить сложившуюся ситуацию, был проведен анализпотребления ресурсов электроэнергии и воды в жилых помещениях многоквартирных домов.

Исследования проводились в городе Ижевске – крупном индустриальном центре Удмуртской Республики, с населением свыше 640 тысяч человек. На территории города существует развитый промышленный комплекс, приоритетными отраслями которого являются металлургия, теплоэнергетика, металлообработка и машиностроение.

Для анализа особенностей использования ресурсов воды и электроэнергии была взята квартира, в которой проживают 4 человека (2 взрослых, школьник, студент).Ежедневно с 21.00-21.10 фиксировались показания счетчиков электроэнергии,горячей и холодной воды.

В результате проведенных исследований были выявлены следующие закономерности.

Максимальное и минимальное потребление электроэнергии и воды тесно связаны между собой. Так, пик потребления ресурсов связан с началом и окончанием выходных дней, т.е., увеличение потребления электроэнергии и воды происходит с пятницы по понедельник (рис. 1). Одновременное увеличение потребления электроэнергии и воды объясняется тем, что во многих квартирах находятся приборы, расходующие одновременно два вида ресурса, например, стиральная и посудомоечные машины. В связи,с чем рост потребления электроэнергии сопровождается ростом потребления воды. Однако использование ресурса холодной и горячей воды предусматривает плату не только за использование воды, но и плату за водоотведение. Объемы водоотведения холодной и горячей воды равны объему потребленной воды.

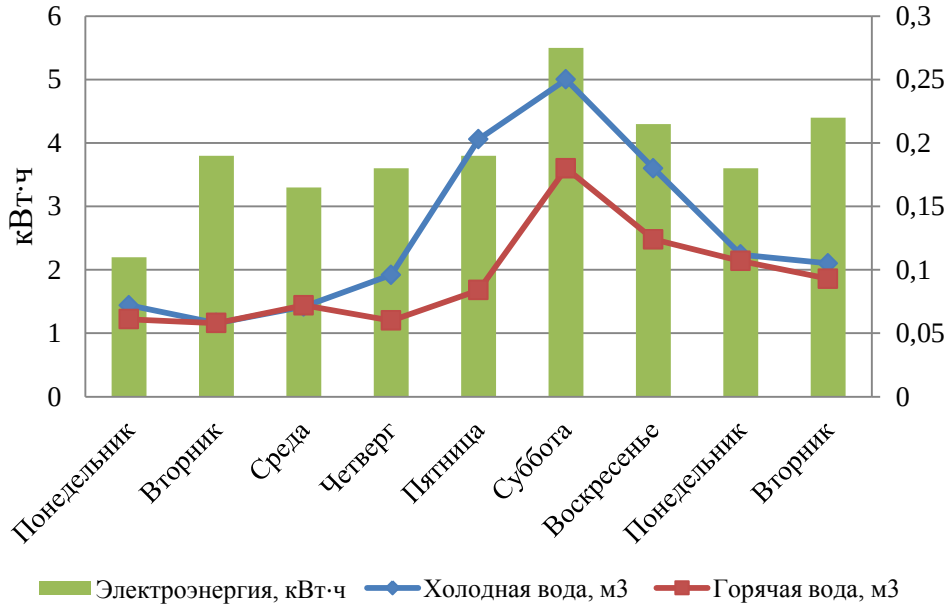


Рис. 1. Динамика потребления отдельных видов ресурсов

Общая сумма затрат за весь год, с учетом тарифа, составила более 5 тысяч рублей. Соответственно, если не предпринимать мер по снижению потребления воды и электроэнергии, то суммы затрат ежегодно будут увеличиваться.

Анализ структуры затрат за потребленные электроэнергию, холодную и горячую воду, а также водоотведение показал, что 47% всех затрат составляют затраты на оплату за потребленную электроэнергию, 35% это затраты на

горячую воду. Следовательно, необходимо в первую очередь искать способы снижения потребления электроэнергии и горячей воды.

В связи со всем вышеизложенным возникает вопрос об экономии потребляемых ресурсов. Основными объектами, которые проводят энергосберегающие мероприятия, являются муниципальные учреждения, так как, к ним возможно предъявление различного рода санкций в отношении нерационального использования ресурсов, чего нельзя сказать об индивидуальных жилых домах. Однако, как и в других типах объектов, для жилых домов также существуют достаточно эффективные меры по энергосбережению. Следует помнить, что главной на сегодня задачей является эффективное использование энергоресурсов. Энергосбережение существующих ресурсов состоит в реализации мер, направленных на снижение потребления ресурсов, таких как использование ресурсосберегающих технологий, приборов учета горячей и холодной воды, электроэнергии; проведение энергетического анализа по потреблению ресурсов; воспитание у населения ресурсосберегающего поведения.Что касается образования населения в сфере энерго- и ресурсосбережения, то здесь необходимо понимать, что процесс привлечения жителей должен основываться на заинтересованности самих людей, например, посредством какого-либо вознаграждения. Это может выражаться в снижении стоимости коммунальных услуг [1].

Поквартирный учет энергоносителей в жилых домах, в частности, переход на двухтарифный учет электроэнергии. Такая мера может стать выгодной как для самого потребителя, так и для энергопоставляющих компаний, т.к. электростанции смогут равномерно распределять нагрузки на оборудование, тем самым продлевая срок их эксплуатации. Также, мероприятия такого рода будут способствовать улучшению экологической обстановки, в связи с уменьшением количества выбросов от использованных ресурсов.

Покупка электроприборов с классом энергоэффективности«А», «А+», «А++».

Снижение количества потребленной воды путем установления посудомоечной машины и стиральной машины с низким потреблением воды. Но в данном случае необходимо учитывать тот факт, что эти приборы использует одновременно два вида ресурса.

Замена традиционных ламп накаливания энергосберегающими лампами. Коэффициент полезного действия у энергосберегающей лампы намного выше лампы накаливания. К тому же срок эксплуатации энергосберегающих ламп в 6-12 раз выше, чем у ламп накаливания.

Список литературы

1. Феноменов К.Н. Комплекс основных мероприятий по внедрению энергосберегающих технологий в жилищно-коммунальном хозяйстве // Проблемы современной экономики. 2011. №3, С. 248-250.

УДК 697.3: 697.35

О ПЕРСПЕКТИВАХ ПРИМЕНЕНИЯ ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ ПАРОКАПЕЛЬНОГО ТИПА

Катков Данила Сергеевич

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, Россия, e-mail: syberberg@yandex.ru

Аннотация: рассмотрены перспективы применения отопительных приборов парокапельного типа в контексте энергетической стратегии России, принцип действия прибора.

Ключевые слова: отопительный прибор, беструбные системы, тепловая труба.

ABOUT PERSPECTIVES OF THE APPLICATION OF HEATING DEVICES OF A STEAM-DROPLED TYPE

Katkov Danila Sergeevich

Saratov State Agrarian University named after N.I .Vavilov, Russia, e-mail: syberberg@yandex.ru

Annotation: considered the prospects for the use of steam- droplet type heaters in the context of Russia's energy strategy, the principle of the device

Key words:heating device, pipeless systems, heat pipe.

В энергетической стратегии России на период до 2030 года, определяющей развитие энергетической отрасли страны говориться, что для достижения стратегических целей развития отрасли одной из главных задач является модернизация и развитие систем децентрализованного теплоснабжения [1].

Данные системы могут строится на основе автономного электрического отопления, целесообразность применения которого, в каждом конкретномслучае требует технико-экономического обоснования.

В настоящее время на рынке отопительных приборов отсутствуют электрические обогреватели, которые могли бы при их эксплуатации удовлетворять требованиям существующим СанПиН жилых и общественных зданий. Большинство из них, например электрические конвекторы, имеют высокие температуры нагревательного элемента, достигающие 600 – 800℃. Это способствуетактивному сгоранию воздушной пыли и микроорганизмов, что значительно ухудшает санитарное состояние воздушной среды помещений, где они эксплуатируются.

Серьезной альтернативой традиционным электрообогревателям может статьприменение автономных отопительных приборов инновационного типа

(ПКН) и создание на их основе беструбных систем отопления с центральным регулированием.

Рекомендации по применению и оценка эффективности использования беструбных систем отопления на основе отопительных приборов парокапельного типа в климатических условиях Саратовской области приведены в ряде работ [2,3].

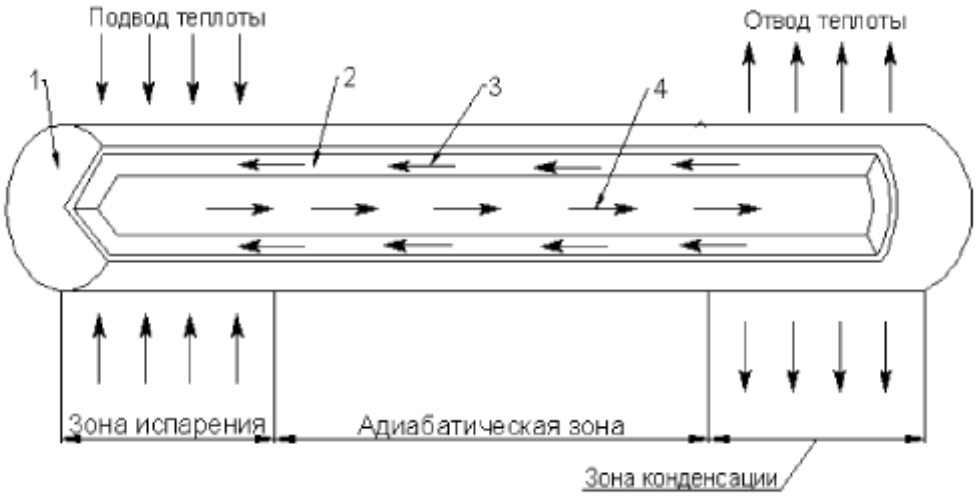


Рис. 1. Принципиальная схема ПКН:
1 – корпус, 2 – фитиль, 3 – поток жидкости, 4 – поток пара

Подобный прибор (рисунок 1) функционирует по принципу тепловой трубы, переносящей теплоту из одной зоны в другую при малом градиенте температуры.

Корпус 1 прибора представляет собой закрытую камеру, внутренняя поверхность которой выложена капиллярно-пористым фитилем 2.Фитиль насыщен жидкой фазой теплоносителя 3, а оставшийся объём трубы заполнен паровой фазой 4.

Теплота, поступающая от внешнего источника (ТЭНа) к испарителю, вызывает испарение теплоносителя на этом участке трубы. Возникающая при этом разность давлений побуждает пар двигаться от испарителя к конденсатору, где он конденсируется, отдавая при этом тепловому стоку на этом участке трубы скрытую теплоту парообразования.

В результате постоянного испарения количество жидкости уменьшается и поверхность раздела фаз жидкость - пар сдвигается внутрь поверхности фитиля, что вызывает возникновение здесь капиллярного давления. Это капиллярное давление заставляет сконденсировавшуюся жидкость возвращаться обратно в испаритель для последующего испарения. Таким образом, в тепловой трубе может непрерывно осуществляется перенос скрытой теплоты парообразования от испарителя к конденсатору при постоянно смоченном фитиле.

Подобное решение обладает простотой конструктивного исполнения, лёгкостью регулировки, отсутствием затрат энергии на перекачивание теплоносителя.

Такие приборы производятся отечественной компанией ООО НПО “ВЭСТ” (г.Волгоград).

Следует отметить ряд преимуществ беструбных систем на основе ПКН перед другими решениями устройства систем отопления:

1. Возможность гибкого центрального регулирования.
2. Возможность автоматического поддержания заданной температуры воздуха в разных помещения здания
3. Соответствие санитарно-гигиеническим требованиям.
4. Высокая теплопроизводительность (на 30%, больше, чем у известных электрических отопительных приборов).
5. Высокий (> 1) коэффициент преобразования.
6. Отсутствие рисков протечки и разморозки системы.
7. Простота и высокая скорость монтажа системы.
8. Возможность применения 2-х контурных систем.

Рассредоточение электрической нагрузки по каждому помещению здания.

9. Длительный (по информации производителя, более 10 лет) срок эксплуатации с минимальными затратами на эксплуатацию.

Список литературы

1. Энергетическая стратегия России на период до 2030 года [Электронный ресурс]: официальный сайт Министерства энергетики Российской Федерации. URL: https://minenergo.gov.ru/node/1026 (дата обращения: 23.04.2019)
2. ДенисовЮ. А., Катков Д.С. Отопительные приборы парокапельного типа [Текст]// Инновационные технологии в строительстве, теплогазоснабжении и энергообеспечении: Материалы V Международной научно-практической конференции / Под ред. Ф.К. Абдразакова. – Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2017 – с. 54 –57.– ISBN 978-5-7011-0790-6.
3. Катков Д. С., Денисов Ю.А. О результатах испытаний парокапельных отопительных приборов [Текст]// Научное обозрение: научный журнал. –Вып. 21. – Саратов: ООО «Амирит», 2017. – С. 21–23. – ISSN 1815-4972.

УДК 628.16.961.697

ПРОЕКТИРОВАНИЕ НОВЫХ ПАРОПРОВОДОВ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ И НАРОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Малая Элла Максовна, Бычкова Ирина Михайловна, Паршуто Александр Александрович

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., Россия, e-mail: bychkovaim@mail.ru

Аннотация. При определении энергетической эффективности основой является рассмотрение взаимодействия всех элементов наружных и внутренних инженерных систем на пути от потребителя до источника теплоты, реализуя в полной мере потенциал в энергосбережении.

Ключевые слова: теплоснабжение, инженерные системы, элементы инженерных систем, автоматизация работы вспомогательного оборудования узлов учета и их внедрение, системы учета автоматического регулирования и погодного регулирования.

DESIGNING NEW VAPOR TRAINS IN INDUSTRY AND NATIONAL ECONOMY

Malaya Ella Maksovna, Bychkova Irina Mikhailovna, Parshuto Alexander Alexandrovich

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Russia,
e-mail: bychkovaim@mail.ru

Annotation. In determining energy efficiency, the basis is the consideration of the interaction of all elements of external and internal engineering systems on the way from the consumer to the source of heat, realizing the full potential in energy saving.

Keywords: heat supply, engineering systems, elements of engineering systems, automation of work of auxiliary equipment of metering stations and their implementation, accounting systems of automatic regulation and weather regulation.

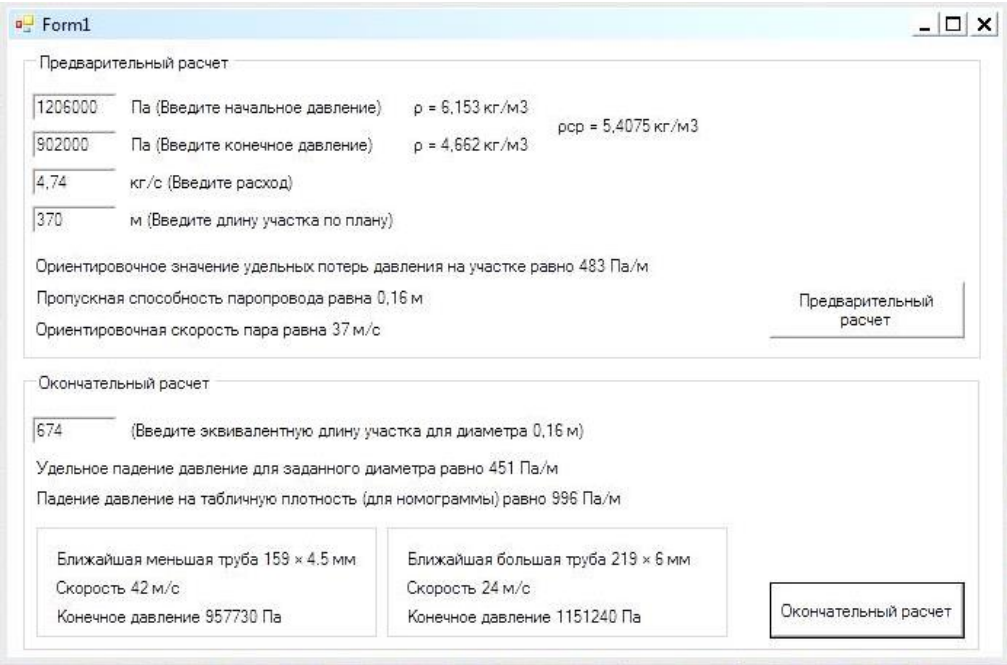
Основной задачей гидравлического расчета трубопроводов тепловых сетей является определение диаметров трубопроводов и потерь давления, отпуска тепла по скорректированному температурному графику при заданных расходах теплоносителя или определение пропускной способности трубопроводов при заданном располагаемом перепаде давления.

Определение диаметров трубопроводов производится при суммарных зимних расчетных часовых расходах теплоносителя. Независимо от результатов расчета наименьшие диаметры труб принимают: для распределительных сетей 40 мм и для ответвлений к отдельным зданиям 25 мм. При определении диаметров паропроводов удельные потери на трение вычисляют, исходя из принятого перепада давлений пара, учитывающего его начальные параметры у источника теплоты и заданные у потребителя. В паропроводах определяется также падение температуры пара, что имеет большое значение при заданной конечной температуре пара у потребителя. При выборе диаметров сборных конденсатопроводов удельные потери давления определяют на основе перепада давлений между конденсатоотводчиком и сборным баком конденсата с учетом возможности образования пароводяной смеси за счет частичного вскипания конденсата при падении давления, ниже соответствующего температуре насыщения.

Гидравлическому расчету паропроводов предшествует определение расчетных часовых расходов теплоты для различных видов потребителей.

Поэтому детально рассмотрен вопрос определения расчетных тепловых нагрузок и расчетных расходов теплоносителя для тепловых систем, использующих в качестве теплоносителя пар.

Составлена программа на ЭВМ для расчета расчетных расходов теплоносителя пар. Результаты работы программы ЭВМ представлены на рисунке 1. Программа предназначена для автоматического определения диаметра участка паропровода при известных значениях его длины, расхода пара на данном участке, а так же давления пара в начале и в конце участка.Расчет производится в два этапа. На первом этапе программа выдает предварительный диаметр паропровода на основании, которого необходимо ввести эквивалентную длину участка. На втором этапе программа по заданным параметрам высчитывает диаметр и по таблице ГОСТа выбирает ближайший к найденному меньший и больший диаметр трубы, а так же высчитывает потери давления и скорость пара для подобранных диаметров. На основании выданных данных проектировщик принимает решение в пользу того или иного диаметра.Данная программа может применяться при проектировке новых паропроводов в промышленности и народном хозяйстве, при проверке выбранных диаметров, а так же при реконструкции существующих сетей паропроводов[1].



Результаты гидравлического расчета участка паропровода, олученные на программе ЭВМ

Зимний расчетный часовой расход пара определяется, как было отмечено выше, как сумма расчетных максимальных часовых расходов пара потребителя на технологические процессы $G_п^{техн}$, отопление $G_п^о$, вентиляцию $G_п^в$ и горячее водоснабжение $G_п^{гв}$. Зимний часовой расход пара Gп, кг/ч, определяется по формуле:

$$G_п = G_п^{техн} + G_п^{о} + G_п^{в} + G_п^{гв} \quad (1)$$

Расчетный часовой расход пара для гидравлического расчета паропроводов насыщенного пара определяют, учитывая дополнительный расход пара, которыйидет на возмещение конденсирующего пара.

Расход конденсирующегося пара $G_п^к$, кг/ч на участке паропровода определяют по формуле

$$G_п^к = \frac{q_{уд}(T_{ср} - T_о)}{r} \quad (2)$$

где r – скрытая теплота парообразования в кДж/кг, соответствующая среднему давлению пара на расчетном участке длиной l, м;

$T_{ср}$ – средняя температура пара на расчетном участке, $^oК$;

$T_о$ – температура окружающей среды в $^oК$ принимается: в непроходных каналах $T_о$=273 $^oК$;

$q_{уд}$ – удельная потеря тепла изолированным паропроводом с учетом потерь тепла арматурой, компенсаторами и опорами в Вт/м·К.

Средняя температура пара в $^oК$ на расчётном участке определяется

$$T_{ср} = \frac{T_1 + T_2}{2} \quad (3)$$

где T_1, T_2 – температура пара в начале и в конце расчетного участка, $^oК$.

Список литературы

1. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2018616072 от 22 мая 2018 г. «Гидравлический расчет участка паропровода (определение диаметра паропровода при известных значениях длины участка, расхода пара, давления пара в начале и в конце участка)». Авторы: Малая Э.М., Паршуто А.А.

2. Межевов А.М. Теплоснабжение промышленных предприятий : учебное пособие для студентов теплоэнергетической специальности / А. М. Межевов ; Ленинградский технологический институт целлюлозно-бумажной промышленности. Заочный факультет, Кафедра теплосиловых установок и тепловых двигателей. Ленинград : [б. и.], 1965. 295 с.

УДК 622.692.4

ОСНОВНЫЕ КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ НАДЕЖНОСТИ СИСТЕМ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ

Медведева Оксана Николаевна

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., Россия, e-mail: medvedeva-on@mail.ru

Аннотация.В статье предлагается анализ технологической и функциональной надежности газораспределительных систем и методологические принципы по повышению эффективности и надежности газораспределительных систем, например, за счет сужения зоны экономической неопределенности.

Ключевые слова: газовая сеть, авария, риски, надежность, оптимизация

THE BASIC CRITERIA FOR THE ESTIMATION OF GAS SUPPLY SYSTEMS RELIABILITY

Medvedeva Oksana Nikolaevna

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Russia,
e-mail: medvedeva-on@mail.ru

Abstract. The article proposes an analysis of the technological and functional reliability of gas distribution systems and methodological principles to improve the efficiency and reliability of gas distribution systems, for example, by narrowing the zone of economic uncertainty.

Keywords: gas network, accident, risks, reliability, optimization

Научная оценка приоритетности реконструкции газораспределительных систем, замена части их автономными системами, выбор оптимального радиуса действия источника, реконструкция или замена газопотребляющего оборудования и газопроводов, прогнозирование затрат в газораспределительную сеть в зависимости от ее возраста, моделирование ущерба, причиненного снижением параметров надежности систем, анализ аварийности в газовом хозяйстве России, проектирование систем из условий повышения их безопасности являются главными направлениями по созданию элементной безопасности систем газоснабжения.

Многоступенчатые распределительные системы газоснабжения являются системами длительного функционирования, поэтому при обосновании надежности работы газораспределительной сети в течение расчетногопериода времени не должны выполняться работы по реконструкции системы.

Кроме экономического ущерба прекращение подачи газа отопительным котельным и местнымотопительным системам, помимо экономического, приносит ущерб социального характера, оценить который можно только качественно. Вместе с тем социальное значение отказов необходимо в обязательном порядке закладывать в оценку надежности распределительных систем газоснабжения, поскольку отказ системы приводит к непоправимым последствиям.

В таблице представлены основные показатели надежности системы газоснабжения [1, 2].

На сегодняшний деньимеется два основных пути повышения надежности систем газоснабжения:повышение надежности и качества элементов, из которых состоит система; использование методов проектирования системы из элементов, надежность которых ниже требуемой надежности системы – резервирование.

Показатели надежности системы газоснабжения

Свойства надежности	Показатели	Обозначения	Определения
Безотказность	Вероятность безотказной работы	$P(t)$	Вероятность того, что в пределах заданной наработки отказ системы газоснабжения не возникнет
	Наработка на отказ	T	Время, в течение которого система должна безотказно работать
	Интенсивность отказов	λ	Плотность распределения наработки системы до отказа, которая определяется при условии, что до рассматриваемого момента отказ системы не наступит
Ремонтопригодность	Время восстановления	τ	Время отыскания и устранения отказа
	Интенсивность восстановления	μ	Плотность вероятности момента окончания восстановлении системы, которая определяется при условии, что до данного момента восстановление не было завершено
	Вероятность восстановления	$P(\tau)$	Вероятность того, что фактическая продолжительность работ по восстановлению работоспособности системы не превысит заданное
Безотказность и ремонтопригодность	Коэффициент готовности	$K_Г$	Вероятность того, что система будет работоспособна в произвольно выбранный момент времени в процессе эксплуатации

Надежность системы дополнительно характеризуется долговечностью, представляющей собой свойство системы сохранять работоспособность до предельного состояния (с допускаемыми перерывами или без них) при техническом обслуживании и ремонтах. Для трубопроводов и оборудования сетей газоснабжения параметр«долговечность» не является основными не может служить характеристикой надежности системы газоснабжения, так как их фактический срок службы значительно меньше возможной длительности работы. Для газопроводов срок службы выбирают таким, чтобы противокоррозионная изоляция обеспечивала его достаточную защиту от коррозии.Долговечность определяет сроки между капитальными ремонтами.

Уровень надежности системы обосновывается технико-экономическими расчетамив результате сравнения ущерба от отказов системы с дополнительными затратами, которые требуются для повышения надежности.

Различные категории потребителей имеют различную надежность газоснабжения, определив которую можно получить значения вероятностей безотказной подачи газа. Диапазон полученных значений и будет характеризовать надежность системы газоснабжения.

В кольцевой сетипри отключении (отказе) любого участка газоснабжение потребителей не прекращается. К отказу может привести только одновременное отключение двух и более участков или отказ запорной арматуры.

Вероятность одновременного отказа линейной части кольца определяется выражением:

$$Q_k = C_n^2 \cdot q_1 \cdot q_2 = \frac{n!}{2!(n-2)!}\omega_г^2 \cdot t \cdot \tau_p \left(\frac{1}{n}\right)^2 = \frac{n-1}{2n}\omega_г^2 \cdot t \cdot \tau_p \cdot L^2, \qquad (1)$$

гдеL− длина кольца; n− число участков в кольце; q_i – *вероятность отказа i-го участка;* M_i, M – максимально-часовые расходы газа на i-ом участке и по всей системе.

Вероятность отказа системы, состоящей из двух дублированных веток газовой сети,определяется выражением:

$$Q_A = n \cdot q_1 \cdot q_2 = \frac{n}{2}\omega_г^2 \cdot t \cdot \tau_p \left(\frac{1}{n}\right)^2 = \frac{1}{n}\omega_г^2 \cdot t \cdot \tau_p \cdot L^2. \qquad (2)$$

Здесь длина ветки принимается равной длине полукольца. Вероятность отказа кольца будет больше в $\frac{Q_k}{Q_A} = \frac{n-1}{2}$ раз и при n= 10 в 4,5 раза. С точки зрения надежности системыучасткирассчитанной сетинеравноценны, поэтому полученное значение вероятности безотказной работы не полностью характеризует ущерб, связанный с отказом системы

газоснабжения, так каквероятность одновременного отказа двух участков составляет$q_1 \cdot q_2$.

Коэффициента отказовтупиковой распределительной газовой сети определяется выражением:

$$k_{от} = \sum_{1}^{n} q_i \frac{M_i}{M}. \qquad (3)$$

Надежность тупиковой системы определится следующим коэффициентом:

$$k_н = 1 - k_{от} = 1 - \sum_{1}^{n} q_i \frac{M_i}{M}. \qquad (4)$$

Предположим, что газовая магистраль состоит из n участков, нагрузка в каждом узле одинаковаяи равна M_0, а вероятность отказа любого участка равнаq, *тогда* коэффициент отказов определяется по выражению:

$$k_{от} = q \sum_{i=1}^{n} \frac{M_i}{M} = q\left(1 + \frac{M - M_0}{M} + \frac{M - 2M_0}{M} + \ldots + \frac{M - (n-1)M_0}{M}\right) =$$
$$= q\left(1 + \frac{n-1}{n} + \frac{n-2}{n} + \ldots + \frac{n-(n-1)}{n}\right) = q\left(\frac{n+1}{2}\right). \qquad (5)$$

В проблеме надежности вопросы о резервировании и установке запорно-регулирующей арматуры должны рассматриваться совместно. Например, для кольцевой сети среднего (высокого) давления запорная арматура обеспечивает отключение аварийных участков кольцевого газопровода и, в то же время, их количество и места размещения по трассе позволяют решить задачу резервирования пропускной способности системы газоснабжения. Следует отметить также, что для использования в случае аварии питания потребителей с противоположной работоспособной стороны газопровода, необходимо изначально проектировать газопроводы с резервом пропускной способности. При этом дополнительные затраты на секционирование и резервирование должны быть оправданы снижением величины ущерба в случае возникновения аварийных ситуаций.

Список литературы

1. Фастов Л.М., Медведева О.Н. Надежность систем газоснабжения: монография. – Саратов: СГТУ, 2012. – 148 с.

2. Ионин А.А. Надежность городских систем газоснабжения. – Москва: Стройиздат, 1980. – 232 с.

УДК 536.244

РЕЖИМЫ ТЕЧЕНИЯ ПАРОВ ПРОПАН-БУТАНА НАД ЗЕРКАЛОМ ИСПАРЕНИЯ В ПОДЗЕМНОМ РЕЗЕРВУАРЕ ПРИ АВТОНОМНОМ ГАЗОСНАБЖЕНИИ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ОБЪЕКТА

Осипова Наталия Николаевна, Бычкова Ирина Михайловна

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., Россия, e-mail: osnat75@mail.ru, bychkovaim@mail.ru

Аннотация. Представлены исследования по нахождению критериев, определяющих режим течения паровой фазы смеси пропан-бутана над зеркалом испарения при газоснабжении индивидуального жилого дома с потреблением газа на пищеприготовление, отопление и горячее водоснабжение. Установлено, что при наличии индивидуального газопотребления, в резервуаре сжиженного газа над зеркалом испарения устанавливается ламинарный вязкостно-гравитационный режим течения среды.

Ключевые слова: резервуар, паровая фаза пропан-бутана, режим течения, Рейнольдс, Прандтль, Грасгоф.

THE FLOW REGIMES OFVAPORS OF PROPAN-BUTANE OVER THE MIRROR OF EVAPORATION IN THE UNDERGROUND TANK AT AUTONOMOUS GAS SUPPLY OF INDIVIDUAL OBJECT

Osipova Natalia Nikolaevna, Bychkova Irina Mihailovna

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Russia, e-mail: osnat75@mail.ru, bychkovaim@mail.ru

Annotation. The article presents research on finding criteria that determine the flow regime of the vapor phase of propane-butane mixture over the evaporation mirror in the gas supply of an individual house with gas consumption for food preparation, heating and hot water supply. It is established that in the presence of individual gas consumption, a laminar viscous-gravitational regime of the medium flow is established in the liquefied gas tank above the evaporation mirror.

Keywords: tank, steam phase of propane-butane, flow regime, Reynolds, Prandtl, Grasgof.

Скорость перемещения паровой фазы над зеркалом испарения к горловине резервуара определяется при наличии расхода паровой фазы:

$$\vartheta = \frac{G}{3600\rho_{п}^{см} \cdot f_{п}} \qquad (1)$$

где $\rho_{п}^{см}$ - плотность паровой фазы сжиженного углеводородного газа (СУГ), кг/м^3;G – расход газа, кг/ч; $f_{п}$ - площадь поперечного сечения паровой подушки, м^2.

В свою очередь плотность смеси паров СУГ определяется в соответствии с правилом аддитивности по выражению [1]:

$$\rho_{п}^{см} = A \cdot (\rho_{T_0}^{пр} + a_{пр} \cdot 10^{-4} \cdot (T - T_0)) + B \cdot (\rho_{T_0}^{б} + a_{б} \cdot 10^{-4} \cdot (T - T_0)) \quad (2)$$

где A, B - содержание пропана и бутана в паровой фазе СУГ, мол. %; $\rho_{T_0}^{пр}$ - плотность паровой фазы пропана при 0°С; $\rho_{T_0}^{б}$ - плотность паровой фазы бутана при 0°С; $a_{пр}, a_{б}$ - эмпирические коэффициенты, зависящие от изменения молекулярного веса компонентов [2]; T, T_0– абсолютные температуры при 0°С и рассматриваемой температуры газа, К°.

Оценка режима течения среды от зеркала испарения к горловине резервуара производится по критерию Рейнольдса:

$$Re = \frac{\vartheta \cdot d_{экв}}{\nu_{см}} \quad (3)$$

где $d_{экв}$ – эквивалентный диаметр пространства, заполненный паровой фазой СУГ в резервуаре, м; $\nu_{см}$ – кинематическая вязкость паровой фазы пропан-бутана, м^2/с.

Для формирования полной картины процесса передачи тепла в паровой фазе смеси пропан-бутана необходимо провести исследование критериев подобия ГрасгофаGr и Прандтля Pr. Указанные критерии подобия учитывают влияние физических свойств пропан-бутановой смеси на теплоотдачу.

В свою очередь критерий Pr определяется:

$$Pr = \frac{\nu_{см}}{a_{см}}, \quad (4)$$

где $a_{см}$ - температуропроводность паровой смеси пропан-бутана, м^2/с.

Температуропроводность паровой фазы определяется по выражению:

$$a_{см} = \frac{\lambda_{см}}{c_{p}^{см} \cdot \rho_{п}^{см}}, \quad (5)$$

где $\lambda_{см}$ - теплопроводность паровой смеси, Вт/м·°С; $\rho_{п}^{см}$ - плотность паровой смеси пропан-бутана, кг/м^3; $c_{p}^{см}$ - теплоемкость смеси паров пропан-бутана при постоянном давлении, кДж/кг·°С.

Теплопроводность паровой фазы пропан-бутана в зависимости от состава паровой смеси и ее температуры определяется в соответствии с выражением:

$$\lambda_{см} = A \cdot \lambda_{T_0}^{пр} \cdot \left(\frac{T}{T_0}\right)^{n} + B \cdot \lambda_{T_0}^{б} \cdot \left(\frac{T}{T_0}\right)^{m}, \quad (6)$$

где A, B – содержание пропана и бутана в паровой фазе СУГ, мол. %; $\lambda_{T_0}^{пр}, \lambda_{T_0}^{б}$ - теплопроводность паров пропана и бутана при нормальных условиях, Вт/м·°С; T, T_0 – абсолютные температуры исследуемой смеси пропан-бутана и при 0 °С, К; n, m – эмпирические показатели степени[3].

Для оценки числа Грасгофа, определяющего процесс подобия теплообмена при неравномерном распределении плотности паровой фазы

газа в неоднородном поле температур и сил вязкости, воспользуемся выражением:

$$Gr = \frac{g\beta\Delta t l^3}{\nu_{см}^2}, \quad (7)$$

где β – коэффициент объемного расширения паров пропан-бутана, $К^{-1}$; g – ускорение свободного падения, м/с^2; Δt — температурный напор между поверхностью теплообмена и температурой паровой фазы пропан-бутана, °С;l - определяющий линейный размер поверхности движения паровой фазы смеси пропан-бутана, м.

Для оценки режима течения паровой смеси пропан-бутана и определения значений критериев, определяющих теплообмен паровой фазы смеси пропан-бутана с окружающим грунтовым массивом в соответствии с выражениями (1–7) были проведены расчеты. Для расчета приняты исходные данные:

- у потребителя установлено газовое оборудование:

плита газовая четырех конфорочная с необходимой подачей газа – 1,8 кг/ч;плита газовая четырех конфорочная и двухконтурный котел с необходимой подачей газа – 2,58 кг/ч;

- компонентный состав СУГ жидкой фазы:50% пропана и 50% бутана;

25% пропана и 75% бутана;10% пропана и 90% бутана;

- уровень заполнения резервуара газом: заполнение - 85%;опорожнение - 50%;остаточный уровень заполнения – 15%.

- температурный диапазон исследования СУГ от -30 ^{0}С до +30 ^{0}С.

- температура грунта на оси заложения резервуара, характерная для умеренно-холодной, холодной и очень холодной климатических зон.

Результаты расчетов по определению режимов течения среды приведены на графиках рис. 1-3.

Как показал анализ графиков (рис.1), Критерий Рейнольдса при использовании газа на нужды пищеприготовления не превышает 87,48, а при использовании газа на все коммунально-бытовые нужды (пищеприготовление, отопление, горячее водоснабжение) не превышает 212,86. Данное обстоятельство свидетельствует о ламинарном режиме течения среды от зеркала испарения к горловине резервуара.Изменение температуры сжиженного газа при неизменном уровне заполнения резервуара СУГ обуславливает изменение критерия Рейнольдса не более чем на 5,15%, что не оказывает влияние на режим течения паровой фазы СУГ.

Уменьшение скорости движения паровой фазы и критерия Рейнольдса соответственно наблюдается по мере опорожнения резервуара, однако вследствие малого газопотребления индивидуальными газоснабжаемыми объектами данное обстоятельство также не сказывается на режиме течения среды.

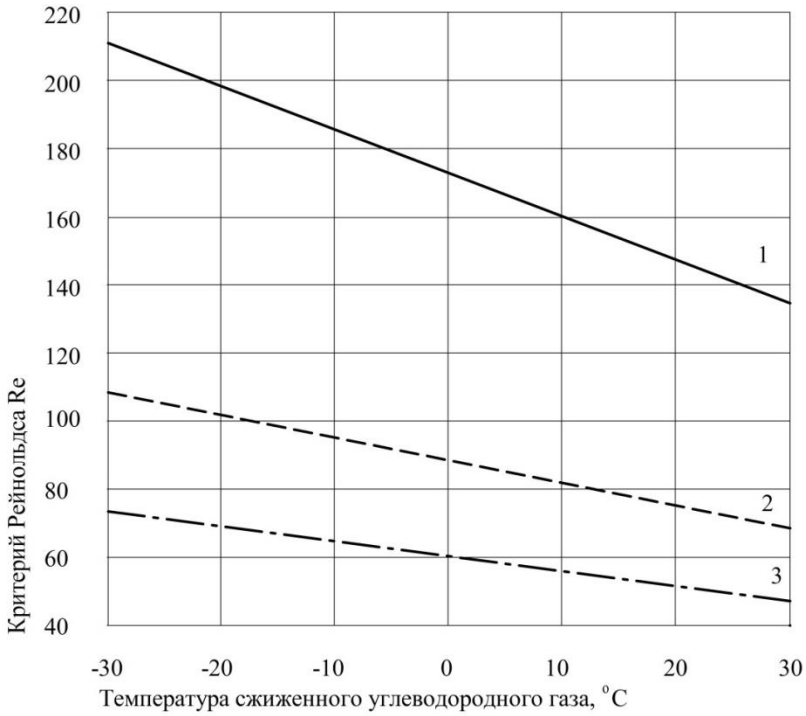


Рис. 1. Значения критерия Рейнольдсапри разном составе СУГ и уровнях заполнения резервуара: 1 - состав жидкой фазы 50% пропана и 50% бутана, уровень заполнения резервуара 85%; 2 - состав жидкой фазы 25% пропана и 75% бутана, уровень заполнения резервуара 50%; 3 - состав жидкой фазы 10% пропана и 90% бутана, уровень заполнения резервуара 15%.

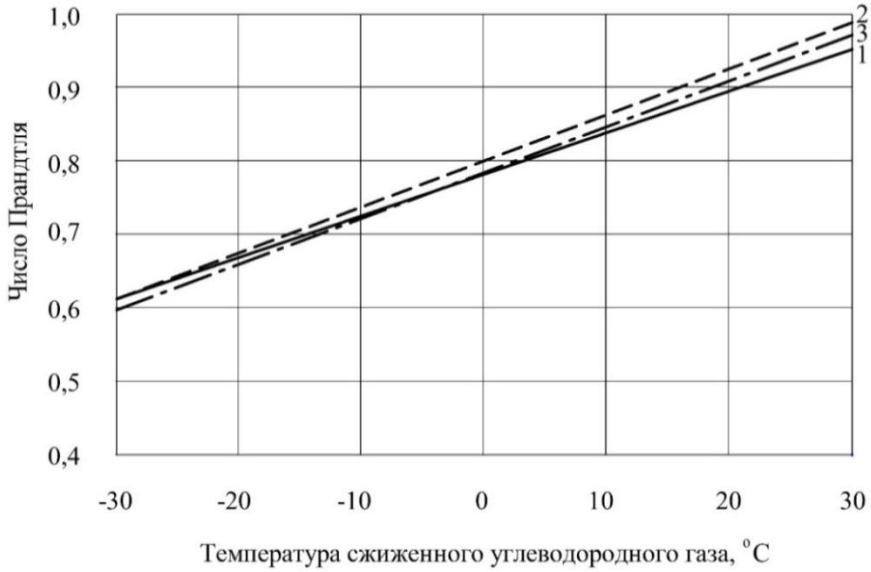


Рис.2. Значение критерия Прандтля при разном составе СУГ и уровнях заполнения резервуара: 1 - состав жидкой фазы 50% пропана и 50% бутана, уровень заполнения резервуара 85%; 2 - состав жидкой фазы 25% пропана и 75% бутана, уровень заполнения резервуара 50%; 3 - состав жидкой фазы 10% пропана и 90% бутана, уровень заполнения резервуара 15%.

Анализ графиков (рис.2) показывает, что уровень заполнения резервуара СУГ не оказывает существенного влияния на критерий Прандля. При одинаковой температуре СУГ в резервуаре и разных уровнях заполнения расхождение значений критерия не превышает 4%. Таким образом, значения

критерия возможно осреднить и принять при уровне заполнения 50%, с погрешностью не более 2%. В то же время, как показывает практика эксплуатации резервуарных систем, хранение СУГ и эксплуатация подземных резервуаров производится в диапазоне температур от -20 (при сливе сжиженного газа в резервуар в холодный период года) до +10 (режим работы подземного резервуара в теплый период года). При этом критерий Прандтля для СУГ изменяется в диапазоне от 0,67 до 0,91, что обуславливает расхождение значений более чем на 26%. Следовательно, не зависимо от уровня заполнения резервуара газом, при изменении температур в указанном диапазоне при дальнейших расчетах критерий Прандля должен приниматься дифференцированно.

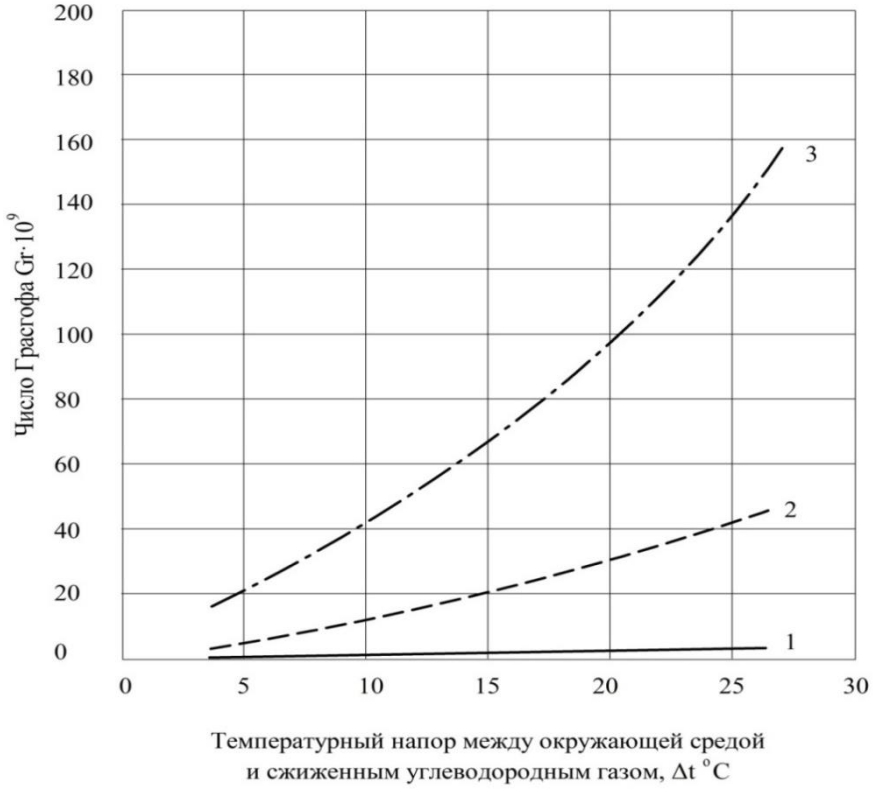


Рис.3. К определению значений критерия Грасгофа: 1 - состав жидкой фазы 50% пропана и 50% бутана, уровень заполнения резервуара 85%; 2 - состав жидкой фазы 25% пропана и 75% бутана, уровень заполнения резервуара 50%; 3 - состав жидкой фазы 10% пропана и 90% бутана, уровень заполнения резервуара 15%.

Анализ графиков (рис. 3), показывает, что критерий Грасгофа зависит от температурного напора между окружающей средой и СУГ и от уровня заполнения резервуара СУГ. Значения критерия увеличиваются с ростом перепада температуры и уменьшением уровня заполнения резервуара сжиженным газом. Таким образом, критерий Грасгофа в дальнейших расчетах необходимо принимать дифференцированно в зависимости от состава СУГ и уровня заполнения резервуара газом.

Совместное рассмотрение критериев Прандтля и Грасгофа позволяет наиболее точно определить режим движения паровой фазы смеси пропан-бутана.

Ламинарное движение паровой фазы с учетом наличия участков гидродинамической и тепловой стабилизации может осуществляться в виде ламинарного вязкостного или ламинарно-вязкостно гравитационного режима течения среды, которые определяются числом Рэлея (Ra) [4]:

$$Ra=Gr\cdot Pr, \quad (8)$$

В соответствии с [4] ламинарный вязкостный режим течения имеет место при числах Рэлея $Ra<8\cdot10^5$, а ламинарный вязкостно-гравитационный режим при числах Рэлея $Ra>8\cdot10^5$. Как показали проведенные исследования, для паровой фазы пропан-бутановой смеси с изменяющимся содержанием пропана от 80 до 35 мол.% число Рэлея находится в пределах от $1{,}3\cdot10^9$ до $9{,}26\cdot10^{10}$, следовательно, в резервуаре сжиженного газа над зеркалом испарения устанавливается ламинарный вязкостно-гравитационный режим течения среды.

Список литературы

1. Тиличеев М. Д. Основные константы углеводородов: Справочник Физико-химические свойства индивидуальных углеводородов. М.:Гостоптехиздат, 1954. Вып. 5. 413 с.
2. Тиличеев М. Д., Иогансен А.В. Плотность углеводородов в зависимости от температуры / М. :Гостоптехиздат, 1957. Вып 6. 736 с.
3. Преображенский Н.И. Сжиженные углеводородные газы. Л.:Недра, 1975. 279с.
4. Михеев М.А., Михеева И.М. Основы теплопередачи. М. :Энергия,1977. 344 с.

УДК 622

ОБОСНОВАНИЕ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ НЕФТЕПРОВОДА

Осипова Наталия Николаевна, Емельянов Николай Владимирович

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., Россия, e-mail: osnat75@mail.ru

Аннотация. Представлены результаты исследования пропускной способности нефтепровода с учетом режимов течения среды, рельефа местности, характеристик трубопроводов. Решение задачи графоаналитическим методом позволило определить оптимальную пропускную способность нефтепровода для конкретно заданных условий транспортирования.

Ключевые слова: нефтепровод, число Рейнольдса, потери давления, пропускная способность.

JUSTIFICATION OF THE CAPACITY OF THE PIPELINE

Osipova Natalia Nikolaevna, Yemelyanov Nikolai Vladimirovich

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Russia, e-mail: osnat75@mail.ru

Annotation. The results of a study of the throughput capacity of the pipeline are given, taking into account the flow regimes of the medium, the terrain relief, and the characteristics of the pipelines. Solving the problem using the graphoanalytical method allowed us to determine the optimal throughput of the pipeline for specifically specified transportation conditions.
Keywords: oil pipeline, Reynolds number, pressure loss, throughput

Для формирования оптимального режима транспортировки нефти необходимо обеспечить оптимальную пропускную способность трубопровода. На движение нефти в трубопроводе оказывают влияние многочисленные факторы: режим речения среды, диаметр трубопровода, разность отметок высот начала и конца транспортировки, перепад давления в трубопроводе [1, 2].

Потери напора на преодоление сил трения $h_{тр}$ по длине трубопровода круглого сечения определяются по формуле Дарси-Вейсбаха:

$$h_{нф} = \frac{8\lambda l Q^2}{\pi^2 d^5 g} \quad (1)$$

где $h_{нф}$ – потери напора на преодоление сил трения, м; *l* – длина трубопровода, м; d – диаметр трубопровода, м; Q – расход жидкости, м^3/с; g – ускорение свободного падения, м/с^2; λ – коэффициент гидравлического сопротивления.

В свою очередь коэффициент гидравлического сопротивления зависит от числа Рейнольдса (Re) и относительной шероховатости:

$$\lambda = f(Re;\Delta) \quad (2)$$

где Δ – абсолютная шероховатость трубопровода, мм.

В зависимости от режима течения коэффициент гидравлического сопротивления может быть определен по формулам [3, 4, 5]:

- при ламинарном течении среды (Re<2300):

$$\lambda = 64/Re\ . \quad (3)$$

В свою очередь Reопределяется по формуле:

$$Re = \frac{4Q\rho}{\pi d \mu} \quad (4)$$

где μ – динамическая вязкость нефти, Па·с.

- при турбулентном течении жидкости (Re>2800) для определения λ, принимается:

- для переходного и смешанного режима (числаРейнольдса от 2800 до 10^5) коэффициент гидравлического сопротивления определяется по формуле Блазиуса:

$$\lambda = 0{,}3164/Re^{0{,}25}. \quad (5)$$

- для квадратичного режима движения (Re>10^5) используется формула Б. Л. Шифринсона:

$$\lambda = 0{,}11\Delta^{0{,}25}. \quad (6)$$

Общий перепад давления определяется по формуле

$$P=\Delta P+\Delta z\rho g, \quad (7)$$

гдеΔP – перепад давления в сети, Мпа; Δz - разность геодезических отметок, м.

В соответствии с формулами (1-7) были проведены расчеты. Задача решалась графоаналитическим методом. Для решения задачи были приняты следующие исходные данные:

- расходы нефти в трубопроводе 0,025; 0,05; 0,075; 0,1; 0,15; 0,2; 0,25; 0,3 $м^3/с$;
- диаметр трубопровода d=250 мм;
- перепад давлений в трубопроводе ΔP=0,58Мпа;
- разность геодезических отметок Δz = +20м.

Результаты расчетов представлены на графике (рис.1)

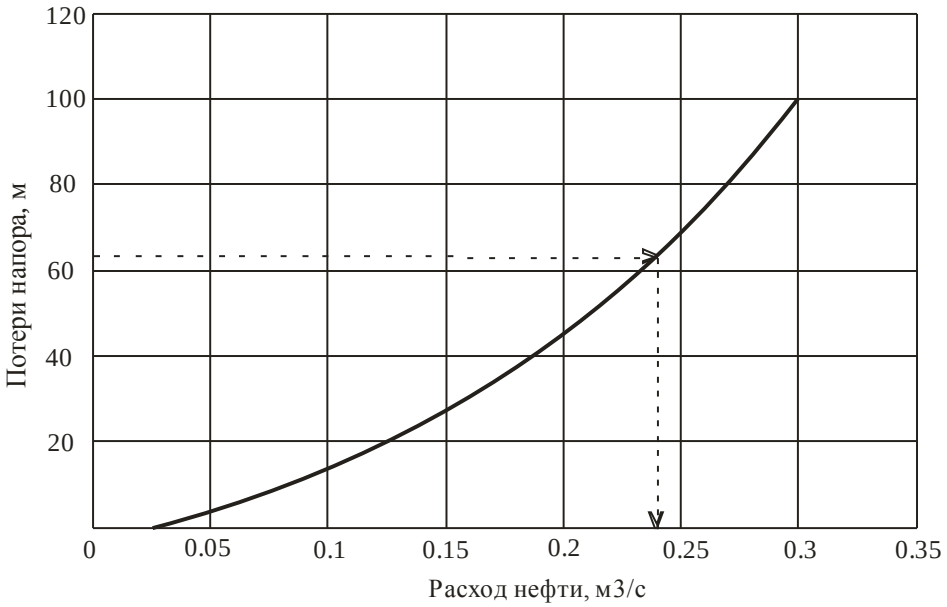


Рис.1 Обоснование оптимальной пропускной способности нефтепровода

Как показали проведенные исследования, оптимальная пропускная способность зависит от многочисленных факторов: расхода среды, диаметра трубопровода, потерь давления в трубопроводе, разности геодезических отметок начала и конца транспортирования.

Установлено, что режимы работы нефтепровода в зависимости от расхода нефти может захватывать различные режимы течения среды: ламинарный, переходный, турбулентный, турбулентный квадратичный. Число Рейнольдса на перемещение нефти по трубопроводам в турбулентном квадратичном режиме не оказывает влияния, коэффициент гидравлического сопротивления здесь зависит только от коэффициента шероховатости трубопровода.

Наличие уклона $+\Delta z$ увеличивает пропускную способность трубопровода.

Как видно из графика рис. 1, в диапазоне расходов от 0,025 до 0,3 $м^3/с$ при указанных потерях давления оптимальным вариантом является

количество перекачиваемой среды в виде 0,24 $м^3/с$, что соответствует 864 $м^3/ч$.

Таким образом, количество перекачиваемой среды по трубопроводу необходимо принимать с учетом моделирования пропускной способности и выявления наиболее оптимального варианта.

Список литературы

1. Силаш, А.П. Добыча и транспорт нефти и газа. / А.П. Силаш // Ч. 1. Пер. с англ. – М.: Недра, 1980. - 375 с.

2. Хафизов, А.Р. Сбор, подготовка нефти и газа. Технология и оборудование: учеб. пособие. / А.Р. Хафизов, Н.В. Пестрецов, В.В. Шайдакова. М.: ОАО Изд-во «Недра», 2002. - 551с.

3. Коршак, А. А.Проектирование и эксплуатация газонефтепроводов. Феникс, 2016. - 541 с.

4. Алиев, Р. А. Трубопроводный транспорт нефти и газа / Р. А. Алиев – М.: Книга по Требованию, 2013. – 368 с.

5. Гусев, А. А.Гидравлика. Теория и практика: учебник для вузов / А. А. Гусев. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва: Издательство Юрайт, 2015. - 285 с.

УДК 696.2:662.758.3

ОБОСНОВАНИЕ УРОВНЯ ЗАПОЛНЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ РЕЗЕРВУАРОВ ТЕХНИЧЕСКИМ БУТАНОМ

Осипова Наталия Николаевна, Дьяченко Ксения Владимировна

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., Россия, e-mail: osnat75@mail.ru

Аннотация. Представлены исследования по обоснованию уровня заполнения резервуаров сжиженным углеводородным газом на основе бутана. Установлено, что режимы подземного хранения бутана технического позволяют увеличить уровень заполнения резервуара в зависимости от начальной температуры от 89 до 96 % от объема, что способствует повышению эффективности систем газоснабжения.

Ключевые слова: бутан технический, уровень заполнения, подземный резервуар.

RATIONALE FOR THE LEVEL OF FILLING UNDERGROUND TANK TECHNICAL BUTANE

Osipova Natalia Nikolaevna, Dyachenko Ksenia Vladimirovna

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Russia, e-mail: osnat75@mail.ru

Annotation. Studies are presented to substantiate the level of filling reservoirs with liquefied hydrocarbon gas based on butane. It has been established that the modes of underground storage of technical butane make it possible to increase the level of filling of the

tank depending on the initial temperature from 89 to 96% of the volume, which contributes to an increase in the efficiency of gas supply systems.

Keywords: technical butane, filling level, underground tank.

В соответствии с правилами безопасной эксплуатации резервуаров сжиженного углеводородного газа рекомендуемый уровень заполнения жидкой фазой не должен превышать 85% [1]. Указанное обстоятельство обуславливается высоким коэффициентом объемного расширения при нагревании газа в емкости. При этом указанный уровень заполнения приводится в расчете на газ, имеющий больший коэффициент объемного расширения – пропан. В то же время согласно гостуГОСТ Р 52087-2018, газы углеводородные сжиженные выпускают пять основных марок с различным долевым содержанием пропана и бутана. Таким образом для газов, на основе бутана емкость при максимальном нагреве окажется не полностью заполненной. Необходимо отметить, что уровень заполнения наземных и подземных емкостей необходимо принимать дифференцировано вследствие различной максимальной температуры нагрева. Для расчета объемного расширения в наземных емкостях принимают предельную температуру плюс 55 ^{0}С, для подземных емкостей плюс 40 ^{0}С [2]. Подземные емкости в силу меньшего температурного нагрева от грунтового массива могут иметь большую степень наполнения.

Для оценки возможного уровня заполнения необходимо провести дополнительные исследования.

Для определения степени заполнения резервуара сжиженным газом воспользуемся диаграммами состояния. Удельный объем жидкости определяем по температуре жидкой фазы, при этом пересечение изотермы с кривой насыщенной жидкости соответствующей диаграммы состояния дает значение удельного объема этой жидкости в искомой точке [3].

На степень заполнения емкости жидкой фазой значительное влияние оказывает период времени года. Поэтому динамику степени заполнения резервуара газом необходимо рассматривать с учетом круглогодичного использования резервуара СУГ.

Степень заполнения наземной емкости определится из соотношения:

$$k_{пр} = \frac{\upsilon_{ж}^{t}}{\upsilon_{ж}^{t+55}}, \quad (1)$$

где $\upsilon_{ж}^{t}$ - удельный объем жидкости при реальной температуре в момент заполнения, м^3/кг; $\upsilon_{ж}^{t+55}$ - удельный объем жидкости при максимальной температуре нагрева СУГ в наземном резервуаре, м^3/кг.

Степень заполнения подземной емкости определится из соотношения:

$$k_{пр} = \frac{\upsilon_{ж}^{t}}{\upsilon_{ж}^{t+40}}, \quad (2)$$

где $\upsilon_{ж}^{t}$ - удельный объем жидкости при реальной температуре в момент заполнения, м^3/кг; $\upsilon_{ж}^{t+40}$ - удельный объем жидкости при максимальной температуре нагрева СУГ в подземном резервуаре, м^3/кг.

Согласно ГОСТ Р 52087-2018, все марки сжиженного углеводородного газа включают основные компоненты пропан и бутан, которые в соответствии с правилом аддитивности формируют удельный объем смеси жидкости в резервуаре СУГ.

В этом случае удельный объем смеси жидкости пропан-бутана при любой температуре газа в резервуаре определится по выражению:

$$\upsilon_{ж}^{t} = a\upsilon_{пр}^{t} + b\upsilon_{б}^{t}\ , \qquad (3)$$

гдеа, b – содержание в сжиженном углеводородном газе пропана и бутана, % (вес.); $\upsilon_{пр}^{t}$; $\upsilon_{б}^{t}$ - удельный объем жидкости при реальной температуре в момент заполнения занимаемый пропаном и бутаном, соответственно, м^3/кг.

В соответствии с выражениями (1-3) были проведены расчеты по обоснованию уровня заполнения резервуаров СУГ с наземным и подземным расположением емкостей.

В качестве исходных данных были приняты:

- температура СУГ в момент заполнения емкостей от минус 10 ^{0}С до максимальной при соответствующем расположении емкостей;

- состав газа бутан 100% и бутан технический согласно ГОСТ: 40% пропана, 60% бутана.

Результаты расчетов представлены на графиках (рис.1).

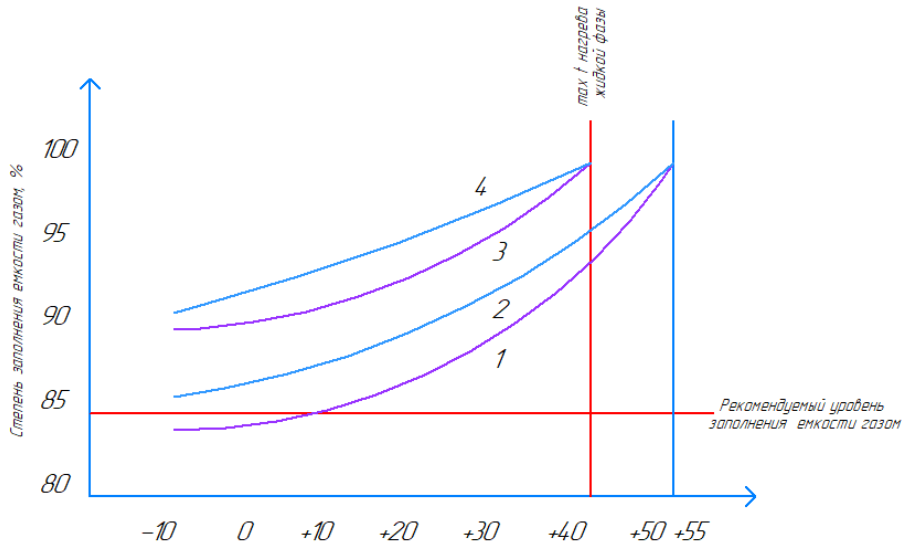


Рис.1 Обоснование уровня заполнения резервуаров: 1- наземный резервуар бутан технический (40% пропана, 60% бутана), 2– наземный резервуар бутан 100%, 3- подземный резервуар бутан технический (40% пропана, 60% бутана), 4– подземный резервуар бутан 100%.

Анализ графиков (рис. 1) показал, что независимо от состава сжиженного газа и первоначальной температуры заполнение подземной

емкости может быть увеличено по сравнению с наземной. Так, например, для наземной емкости предельный уровень заполнения при температуре сжиженного газа +20 ^{0}С равен 89%, а подземной 95%. В среднем разность уровней заполнения при различных температурах составляет 6,25%. Данное обстоятельство позволит в расчете на емкость объемом 5м^3 дополнительно вмещать от 170 кг до 203 кг бутана технического, увеличить диапазон работы емкости между соседними заправками при использовании газового топлива на нужды отопления, горячего водоснабжения и пищеприготовления до 3,5 дней в холодный период года и до 20 дней в теплый период на цели пищеприготовления и горячего водоснабжения при отсутствии отопления [4].

Таким образом, при заполнении резервуара сжиженного газа необходимо дифференцированно подходить к вопросу о степени заполнения емкости жидкой фазой. Установлено, что состав газа и способ размещения емкости оказывает значительное влияние на степень заполнения. Учет выше перечисленных факторов позволяет обеспечить повышение эффективности систем газоснабжения при использовании технического бутана, увеличивая срок газоснабжения объектов до 3-20 дней в зависимости от периода эксплуатации.

Список литературы

1. СП 62.13330.2011*. Свод правил. Газораспределительные системы. Актуализированная редакция СНиП 42-01-2002. С изменением N 2

2. Клименко, А.П. Сжиженные углеводородные газы [Текст] / А.П. Клименко. – М.: Гостехиздат, 1962. – 429 с.

3. Стаскевич, Н.Л. Справочник по сжиженным углеводородным газам [Текст] / Н.Л. Стаскевич, Д.Я. Вигдорчик. – Л.: Недра, 1986. – 543 с.

4. Бычкова И.М., Поберий А.А. К определению коэффициента теплопередачи при теплообмене горловины подземного резервуара с окружающим грунтовым массивом // Ресурсоэнергоэффективные технологии в строительном комплексе региона. 2018. № 9. С. 282-288.

УДК 621.6.036

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ СРАВНЕНИЯ ВАРИАНТОВ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ, РАБОТАЮЩИХ НА ЗЕОТРОПНЫХ СМЕСЯХ

Рулев Александр Владимирович, Усачева Елена Юрьевна

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., Россия, e-mail: nautech@inbox.ru

В статье разработаны методические положения технико-экономического обоснования теплового насоса, работающего на зеотропных смесях, содержащие: расчетную схему, целевую функцию, ограничение на управляющий параметр целевой

функции, балансовое уравнение. Предлагаемые методические положенияпозволяют определять минимальные интегральные затраты для теплового насоса в зависимости от управляющего параметра, то есть величины молярной концентрации низкокипящего компонента зеотропной смеси, с учетом временной динамики ее функционирования.

Ключевые слова: структурная схема, тепловой насос, зеотропные смеси, конкурирующие варианты, технико- экономическое обоснование.

DEVELOPMENT OF METHODOLOGY FOR COMPARISON VARIANTS OF HEAT PUMPS OPERATING ON ZEOTROPIC MIXTURE

Rulev Alexander Vladimirovich, Usacheva Elena Yurevna

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Russia,
e-mail: nautech@inbox.ru

The article developed the methodological provisions feasibility study of heat pump operating on zeotropic mixtures, which contain: the design scheme, the objective function, the limitation on the control parameter the objective function, the balance equation. The proposed methodological provisions allow determining the minimum integral costs for a heat pump depending on the control parameter, that is, the magnitude the molar concentration the low-boiling component of the zeotropic mixture, taking into account the time dynamics its operation.

Keywords: structuraldiagram, heatpump, zeotropicmixtures, competingoptions, feasibilitystudy.

Анализ параметров всех элементов теплового насоса показывает, что величина молярной концентрации низкокипящего компонента ψ_j оказывает основное и противоположно направленное влияние на величину каждой из составляющих интегральных затрат, то есть, капитальных вложений и эксплуатационных расходов по обслуживанию теплового насоса.

При повышении молярной концентрации низкокипящего компонента ψ_j от 0 до 50 мол. % или ее уменьшении от 100 до 50 мол. % увеличивается поверхнсть испарения $F_{j.y=1}$, $F_{j.y=3}$ противоточных испарителей и конденсаторов тепловых насосов, вследствие снижения интенсивности теплообмена из за уменьшения отрывного диаметра паровых пузырей, снижения средней скорости их роста, уменьшения количества действующих центров парообразования.

Также при повышении молярной концентрации низкокипящего компонента ψ_j от 0 до 50 мол. % или ее уменьшении от 100 до 50 мол. % снижаются начальная и конечная температуры кипения (см. диаграмму «температура – состав» [1-3]), а также равновесные с температурами начальное и конечное давления сжатия. Это в свою очередь приводит к увеличению начального и конечного объемов паровой фазы, поступающей в поршневую систему компрессора и как следствие к увеличению размеров,

объема и металлоемкости самой поршневой системы и компрессора в целом.

С другой стороны повышение молярной концентрации низкокипящего компонента ψ_j от 0 до 50 мол. % или ее уменьшение от 100 до 50 мол. % приводит к уменьшению средней разности температур в конденсаторе и испарителе $\left(t_{\text{с.ср}}^{\text{кд}} - t_{\text{с.ср}}^{\text{и}}\right)$ (см. диаграмму «температура – состав» [1-3]). В свою очередь снижение средней разности температур в конденсаторе и испарителе $\left(t_{\text{с.ср}}^{\text{кд}} - t_{\text{с.ср}}^{\text{и}}\right)$ приводит к уменьшению разности давлений сжатия и сокращению электрической энергии на сжатие в компрессоре. Таким образом, повышение молярной концентрации низкокипящего компонента ψ_j от 0 до 50 мол. % или ее уменьшение от 100 до 50 мол. %, оказывает противоположное влияние на капитальные затраты и эксплуатационные расходы в тепловой насос. Например, при повышении молярной концентрации низкокипящего компонента ψ_j от 0 до 50 мол. % или ее уменьшении от 100 до 50 мол. %, капитальные затраты в конденсатор и испаритель увеличиваются, а эксплуатационные расходы в оплату электроэнергии на привод компрессора наоборот, уменьшаются.

Таким образом, величина молярной концентрация низкокипящего компонента ψ_j является управляющим параметром математической модели.

Дополнительный анализ показывает, что для вариантов тепловых насосов j = 3 и j = 4, работающих на зеотропных смесях при повышении молярной концентрации низкокипящего компонента ψ_j от 0 до 50 мол. % или ее уменьшении от 100 до 50 мол. % увеличиваются поверхность испарения $F_{j=3(4).y=1}$, $F_{j=3(4).y=3}$ противоточных испарителей и конденсаторов тепловых насосов, вследствие снижения интенсивности теплообмена из-за уменьшения отрывного диаметра паровых пузырей, снижения средней скорости их роста, уменьшения количества действующих центров парообразования при таких изменениях молярной концентрации низкокипящего компонента, а для вариантов тепловых насосов j = 1 и j = 2, работающих на чистых веществах интенсивности теплообмена остается высокой и величина поверхности испарения $F_{j=1(2).y=1}$, $F_{j=1(2).y=3}$ противоточных испарителей и конденсаторов тепловых насосов не увеличивается.

Дополнительный анализ показывает также, что для вариантов тепловых насосов j = 3 и j = 4, работающих на зеотропных смесях, повышение молярной концентрации низкокипящего компонента ψ_j от 0 до 50 мол. % или ее уменьшение от 100 до 50 мол. %, приводит к уменьшению разности давлений сжатия [1-3]) и сокращению расходов на оплату электрической энергии на сжатие в компрессоре, а для вариантов тепловых насосов j = 1 и j = 2, работающих на чистых веществах, разность

давлений сжатия [1-3] и расходы на оплату электрической энергии на сжатие в компрессоре, наоборот увеличиваются.

В этих условиях не представляется возможным сделать вывод об экономическом преимуществе одного из вариантов, что требует разработки соответствующейматематической модели и проведения на этой основе их детального технико-экономического сравнения.

Технико-экономическое обоснование включает в себя: расчетные схемы (см. рисунок 1); целевую функцию (1), ограничения управляющих параметров целевой функции (2) балансовое уравнение (3), уравнения для капвложений и эксплуатационных затрат. Управляющим параметром математической моделитехнико-экономического обоснования (1) –(3) является величина молярной концентрации низкокипящего компонента, учитывая его определяющее влияние на все составляющие капвложений и эксплуатационных затрат.

В качестве критерия оптимальности целевой функции (1), согласно [4], принят минимум интегральных затрат в j – ый вариант теплового насоса, работающего на зеотропных смесях или чистом веществе:

$$З_j=\left[\sum_{y=1}^{Y} K_{jy}(\psi_{jy}) + \varphi_{y.м}\sum_{y=1}^{Y} K_{jy}(\psi_{jy})\right]+$$

$$+\sum_{t=1}^{T} a_t\left\{\sum_{m=1}^{m=3}\varphi_{ymэ}\cdot\left[\sum_{y=1}^{Y} K_{jy}(\psi_{jy}) + \varphi_{yм}\sum_{y=1}^{Y} K_{jy}(\psi_{jy})\right]+\sum_{m=4}^{M} И_{jm}(\psi_{jy})\right\}=\min; \quad (1)$$

$$a_t = (1+E)^{-t};\ y=\overline{1,Y},\ t=\overline{1,T},\ m=\overline{1,M},$$

гдеу – номер элемента капитальных вложений в тепловой насос, изменяющийся от 1 до Y; ψ_{jy} - молярная концентрация низкокипящего компонента ψ_j, возрастающая от 0 до 50 мол. % и уменьшающаяся от 100 до 50 мол. %; является управляющим параметром предлагаемой математической модели, мол. %; $K_{jy}(\psi_{jy})$– капитальные вложения в изготовление у-го элемента j – го варианта теплового насоса, руб.; $\varphi_{yм}$ – доля отчислений от $K_{j.y}(\psi_{jy})$ на монтаж у-го элемента, д.е.; t –номер года эксплуатации теплового насоса, изменяющийся от 1 до T; a_t– коэффициент, учитывающий приведение разновременных затрат к расчетному году, год; E – норма дисконта, 1/год, принимаемая равной 0,12, то есть, средней кредитной ставке банка; m – элемент эксплуатационных затрат в тепловой насос, изменяющийся от 1 до M; $\varphi_{ymэ}$ – доля годовых отчислений от $K_{jy}(\psi_{jy})$ на эксплуатацию у-го элемента, 1/год; $\sum_{m=4}^{M} И_{jm}(\psi_{jy})$– эксплуатационные расходы, связанные с затратами электроэнергии на привод j – ого варианта теплового насоса, руб/год.

Расчетная схема к определению затрат в j – ый вариант теплового насоса приведена на рисунке 1.

Система ограничений управляющих параметров целевой функции (1):

$$\psi_{jy.min} \le \psi_{jy} \le \psi_{jy.max}, \qquad (2)$$

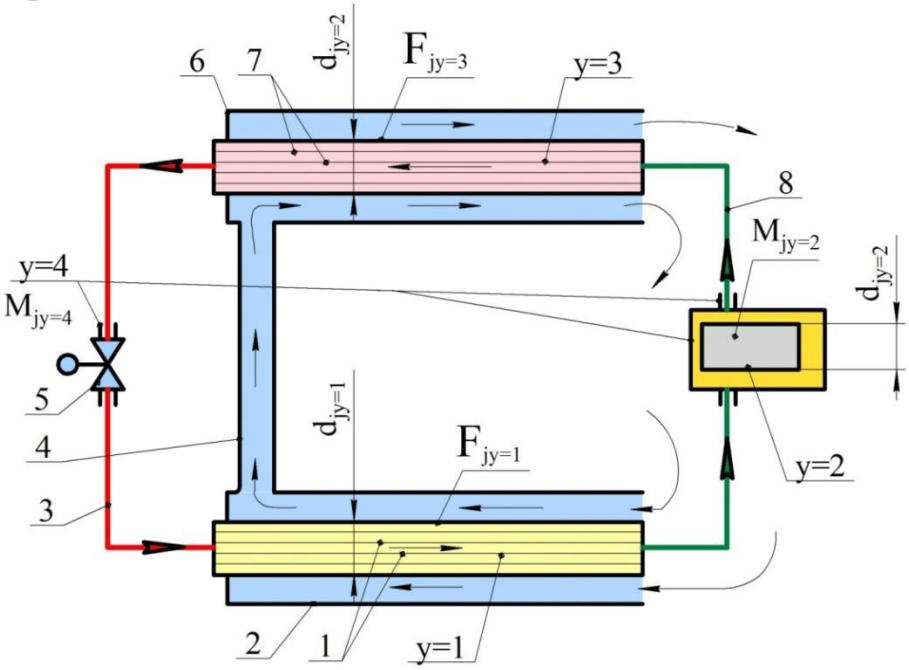
где: $\psi_{jy.min}, \psi_{jy}, \psi_{jy.max}$ – соответственно, минимальное, текущее и максимальное значения молярной концентрации низкокипящего компонента.

Уравнение баланса предлагаемой математической модели формулируется следующим образом:

Количество энергии, переданной от конденсатора y=3 для j – го вариантатеплового насоса, численно равно суммарному количеству энергии, переданной от испарителя y=1 для j – го вариантатеплового насоса и количеству энергии, переданной от привода компрессора y=2 для j – го вариантатеплового насоса, то есть:

$$Q_{jy=3}(\psi_{jy}) = Q_{jy=1}(\psi_{jy}) + W_{jy=2}(\psi_{jy}), \qquad (3)$$

где $Q_{jy=3}(\psi_{jy})$ – количество энергии, переданной от конденсатора y=3 для j – го вариантатеплового насоса, Вт; $Q_{jy=1}(\psi_{jy})$ – количество энергии, переданной от испарителя y=1 для j – го вариантатеплового насоса, Вт; $W_{jy=2}(\psi_{jy})$ – количество энергии, переданной от привода компрессора y=2 для j – го вариантатеплового насоса, Вт.



Структурная схема сравниваемых вариантов тепловых насосов, работающих на зеотропных смесях или индивидуальных веществах

1 – продольные ребра испарителя У =1; 2 – круглый канал для охлаждения в нем вентиляционного воздуха; 3 – трубопровод для соединения испарителя У =1 через термовентиль 5 с конденсатором У =3; 4 – рециркуляционный канал для подачи охлажденного и осушенного воздуха из канала 2 в канал 6; 5– термовентиль для снижения давления и, как следствие, температуры насыщенной жидкой фазы; 6– круглый канал для нагревания в нем вентиляционного воздуха ; 7 – продольные ребра конденсатора У =3; 8 трубопровод для соединения конденсатора У =3 с испарителем У =1.

Таким образом, в качестве управляющего параметра математической модели может быть принята величина молярной концентрации низкокипящего компонента (ψ_{jy}) зеотропной смеси поскольку она оказывает основное противоположно направленное влияние на величину каждой из составляющих интегральных затрат, то есть, капитальных вложений и эксплуатационных расходов по обслуживанию теплового насоса. Так, при повышении молярной концентрации низкокипящего компонента (ψ_{jy}) от 0 до 50 мол. % и уменьшении от 100 до 50 мол. % увеличиваются поверхности $F_{j.y=1}$, $F_{j.y=3}$ и капитальные вложения в противоточные испарители и конденсаторы тепловых насосов, вследствие снижения интенсивности теплообмена из-за уменьшения отрывного диаметра паровых пузырей, снижения средней скорости их роста, уменьшения количества действующих центров парообразования и наоборот снижается начальная и конечная температуры кипения и конденсации, уменьшается средняя разность температур в конденсаторе и испарителе $\left(t_{\text{с.ср}}^{\text{кд}} - t_{\text{с.ср}}^{\text{и}}\right)$, снижается разность давлений сжатия, сокращается расход электрической энергии на сжатие в компрессоре, и связанные с этим эксплуатационные расходы.

Список литературы

1. Определение температурных условий кипения и конденсации в тепловом насосе, использующем в качестве рабочего вещества неазеотропные углеводородные смеси / А.П. Усачев, А.В. Рулев,Е.Ю. Усачева и др. // Тенденции развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы международной научно-практической конференции. – Саратов: ООО «Амирит» 2016. – С. 262-265.

2. Рулев А.В. Оценка энергетической эффективности теплового насоса, использующего в качестве рабочего вещества неазеотропныеулеводородные смеси / А.В. Рулев, Е.Ю. Усачева, Д.Д. Новичков // Тенденции развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы международной научно-практической конференции. – Саратов: ООО «Амирит» 2016. – С. 218-222.

3. Shurayts A.L. Assessing Energy Efficiency of Compression Heat Pumps in Drying Processes when Zeotropic Hydrocarbon Mixtures are Used as Working Agents // A.L. Shurayts, A.V. Rulev, E.Yu. Usacheva // MATEC Web Conf. Volume 73, (2016) 02015 XV International Conference “Topical Problems of Architecture, Civil Engineering, Energy Efficiency and Ecology – 2016”. P. 1-9.http://dx.doi.org/10.1051/matecconf/20167302015.

4. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов: утв. Госкомитетом РФ по строительной, архитектурной и жилищной политике № ВК447 от 21.06.99. – М.: Информэлектро, 1999. – 201 с.

УДК 628.16

К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ПОТЕРЬ В МЕСТНЫХ СОПРОТИВЛЕНИЯХ СЛОЖНОЙ КОНСТРУКЦИИ

Чеснокова Елена Вадимовна, Сауткина Татьяна Николаевна, Нанаджанов Джавад Рагифович

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., Россия, e-mail: adamas.elena@gmail.com, angelanddiman@mail.ru, ndzavad462@gmail.com

Аннотация. В данной работе рассматривается омагничивающая установка сложной конструкции. Приведен расчет потери напора в местном сопротивлении сложной конструкции.

Ключевые слова: местные сопротивления, омагничивание жидкости, потери напора.

FOR DETERMINE THE HEAD LOSS IN LOCAL RESISTANCES OF COMPLEX CONSTRUCTIONS

Chesnokova Elena Vadimovna, Sautkina Tatyana Nikolaevna, Nanadzhanov Dzhavad Ragifovich

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Russia, e-mail: adamas.elena@gmail.com, angelanddiman@mail.ru, ndzavad462@gmail.com

Annotation. This paper discusses the magnetizing installation of a complex structure. The calculation of the pressure loss in the local resistance of a complex structure is given.

Keywords: local resistance, liquid magnetization, pressure loss.

При создании устройств и установок, связанных с течением жидкостей, часто необходимо определить потери энергии в местных сопротивлениях сложной конструкции. К настоящему времени узлы некоторых гидравлических установок настолько усложнились, что в справочной литературе информация о потерях напора в них отсутствует. Авторам местные сопротивления сложного вида встретились при создании новых омагничивающих воду устройств.

В данной работе рассматривается омагничивающая установка следующей конструкции[1]: вода, входя в трубу 1, рис. 1 и двигаясь по ней вытекает из отверстий 2, проделанных в стенках трубы, а затем проходит по кольцевому зазору между трубой и системой кольцевых постоянных магнитов 3, плотно скрепленных между собой.

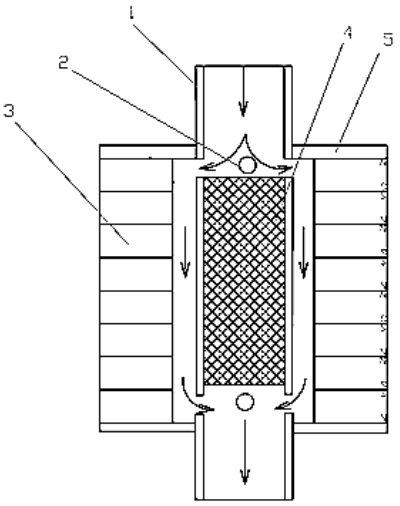


Рис. 1. Установка для омагничивания жидкостей
1 – стальная труба, 2 – отверстие в трубке, 3 – кольцевые магниты,
4 – заглушка, 5 – шайба из мягкого железа

В дальнейшем вода из кольцевого зазора через отверстия снова попадает в трубу и выходит из установки (местного сопротивления сложной конструкции).

В центральной (по длине) части трубы существует сплошная заглушка из металла, препятствующая протеканию воды по трубе.

Введем следующие обозначения: Q – расход, поступающий в установку; D – диаметр трубы; d – диаметр отверстий; K – ширина кольцевой щели (по радиусу) между трубой и кольцевыми магнитами; l – длина щели.

Задача данной работы состояла в выводе зависимости потерь напора от расхода воды [2,3].

Для дальнейших расчетов представим весь поток, состоящий из нескольких одинаковых струек, взаимодействие между которыми учитывать не будем (его возможно учесть числовым коэффициентом после экспериментальной проверки).

Условно расчленим поток перед выходом из трубы T_1 на nструек (по числу отверстий). Каждая струйка перед течением в кольцевой щели преодолевает такие местные сопротивления:

1. Поворот на 90º перед отверстием;
2. Сужение перед отверстием;
3. Расширение после отверстия;
4. Поворот на 90º перед входом в круговую щель;
5. Течение в щели.

Перед поворотом разделим поток в трубе на nсекторов (рис. 2) и среднюю скорость струйки в каждом секторе будем считать равной средней скорости в трубе.

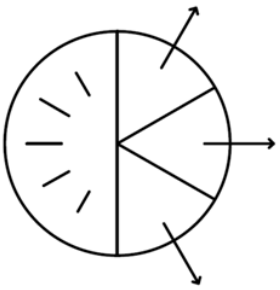


Рис. 2. Деление потока в трубе перед течением через отверстия

Примем коэффициент местного сопротивления при повороте на 90º ξ=0,11, тогда потери равны

$$h_1 = 0{,}11 \cdot \frac{1}{2g} \cdot \left(\frac{4Q}{\pi n D^2} \right)^2 \qquad (1)$$

гдеn – количество секторов, условно разделяющих поток.

Далее рассчитаем потери. Условная площадь, занятая перед сужением (после поворота на 90º) одной струйкой равна

$$S_1 = \frac{1}{n} \cdot H \pi D, \qquad (2)$$

Высота слоя расширения H перед отверстием условно равна $3d$.

Потери на сужение равны ξ и зависят от отношения узкой части потока S_2 к широкой части потока S_1(S_2/S_1), где S_2 – площадь отверстия.

В данном случае скорость берется за местным сопротивлением, т.е. она равна

$$V = \frac{4Q}{\pi n d^2} \qquad (3)$$

Коэффициент местного сопротивления может быть определен из таблицы.

Таблица – Коэффициенты местных сопротивлений

S_2/S_1	0,01	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8
ξ_c	0,5	0,47	0,45	0,34	0,25	0,15

Потери в данном местном сопротивлении могут быть подсчитаны по формуле Вейсбаха

$$h_2 = \xi_c \cdot \left(\frac{4Q}{\pi n d^2} \right)^2 \cdot \frac{1}{2g}. \qquad (4)$$

Расчет потерь по пункту 3 может быть сделан по формуле

$$h_3 = \frac{(V_1 - V_2)^2}{2g}, \qquad (5)$$

гдеV_1 определяется по зависимости

$$V_1 = \frac{4Q}{\pi n d^2}, \qquad (6)$$

иV_2 по формуле

$$V_2 = \frac{4Q}{\pi n D^2} \tag{7}$$

Потери напора по пункту 4 определяются также, как по 1.

Применяя зависимость для потерь в щели как при ламинарном режиме [4], получаем

$$h = \frac{64}{\mathrm{Re}} \cdot \frac{l}{d_0} \cdot \frac{V^2}{2g}, \tag{8}$$

гдеd_0 определяется по формуле

$$d_0 = \frac{d_2^{\,2} + d_1^{\,2}}{d_2 - d_1} + \frac{d_2 + d_1}{\ln \dfrac{d_2}{d_1}}. \tag{9}$$

В последней зависимости d_2– внешний диаметр щели, d_1– внутренний диаметр.

Потери при выходе из кольцевой щели в трубу возможно приближенно принять потерям при входе в кольцевую щель.

В результате, суммируя все потери получим следующее выражение

$$h_1 = \left\{ 0{,}11 \cdot \frac{1}{2g} \cdot \left(\frac{4Q}{\pi n D^2} \right)^2 + \xi_c \cdot \left(\frac{4Q}{\pi n d^2} \right)^2 \cdot \frac{1}{2g} + \frac{1}{2g} \cdot \left[\frac{4Q}{\pi n d^2} - \frac{4Q}{\pi n D^2} \right]^2 \right\} \times 2n + \frac{64}{\mathrm{Re}} \cdot \frac{l}{d_0} \cdot \frac{V^2}{2g}. \tag{10}$$

В последней зависимости d_0 определяется по формуле (3), величина V находится из

$$V = \frac{2Q}{(d_2 - d_1)\pi d_1}. \tag{11}$$

Число Re определяется так

$$\mathrm{Re} = \frac{Q}{V \pi d_1}. \tag{12}$$

Зависимость (4) для h_Σ с учетом (5) и (6) преобразуется к виду

$$h_\Sigma = \frac{8Q^2}{\pi^2 n^2 g} \left(C_0 + \frac{1}{\mathrm{Re}} C_1 \right), \tag{13}$$

где

$$C_0 = 2n \cdot \left\{ 0{,}11 \cdot \frac{1}{D^4} + \xi_c \cdot \frac{1}{d^4} + \left[\frac{1}{d^4} - \frac{2}{D^2 \cdot d^2} + \frac{1}{D^4} \right] \right\},$$

$$C_1 = \frac{16 \cdot n^2 \cdot l}{d_0 (d_2 - d_1)^2 d_1^{\,2}}$$

Список литературы

1. Омагничивающее устройство с продольным кольцевым каналом. Гидравлическая характеристика / А.М. Калякин, Е.В. Чеснокова, Д.В. Ружинский // Роль опорного вуза в развитии транспортно-энергетического комплекса Саратовской области (ТРАНСЭНЕРГОКОМ-2018): сб. науч. тр. по материалам всерос. науч.-практ. конф., г. Саратов, 16-17 мая 2018 г. - Саратов, 2018. - Т. 1. - С. 43-46.

2. Патент на полезную модель RUS 170333 30.05.2016 Устройство для интенсификации осаждения взвешенных частиц в жидкости / Калякин А.М., Чеснокова Е.В., Семенов А.П.

3. Гидравлический расчет спирального змеевика / Е.В. Чеснокова, А.М. Калякин // Ресурсоэнергоэффективные технологии в строительном комплексе: сб. науч. тр. по материалам IV междунар. науч.-практ. конф., г. Саратов, 11 мая 2016 г. / СГТУ. - Саратов, 2016. - С. 312-315.

4. Новый подход к определению коэффициента гидравлического трения в переходной зоне / А.М. Калякин, Е.В. Чеснокова, Е.И. Кожаева // Совершенствование методов гидравлических расчетов водопропускных и очистных сооружений :межвуз. науч. сб. / СГТУ. - Саратов, 2010. - С. 80-84.

УДК 625.7

АНАЛИЗ УЧАСТКОВ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ДИСПЕРСНОГО АНАЛИЗА И ТЕОРИИ РИСКА

Акулова Надежда Евгеньевна, Щеголева Наталья Вячеславовна

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., Россия, e-mail: Nadezhda.Akulowa4691@gmail.com, shegoleva123@mail.ru

Аннотация. Обследование участков автомобильной дороги Р208, камеральная обработка данных, результаты проведения дисперсионного анализа и определение риска и критического радиуса на кривой в плане.

Ключевые слова: безопасность дорожного движения, риск, диагностика автомобильной дороги, дисперсионный анализ, нормальное распределение

ANALYSIS OF ROADS WITH THE USE OF DISPERSE ANALYSIS AND RISK THEORY

Akulova Nadezhda Evgenevna, Shegoleva Natalia Vyacheslavovna

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Russia, e-mail: Nadezhda.Akulowa4691@gmail.com, shegoleva123@mail.ru

Abstract. Road survey, off-site data processing, results of analysis of variance and determination of risk and critical radius on the curve in the plan.

Keywords:road safety, risk, road diagnostics, dispersion analysis, normal distribution

Решением конкурсной комиссии «Фонда содействия малых форм предприятий в научно-технической сфере» (Фонд содействия инновациям) на основании конкурсного отбора по программе «УМНИК» от 8 февраля 2018 г. была определена тематика научно-исследовательской работы «Разработка системы анализа и ликвидирования опасных участков автомобильной дороги», в рамках которой одной из задач было выполнение обследования участка автомобильной дороги.

Выбрана автомобильная дорога Р208, участок, расположенный вАткарском районе Саратовской области.

6 декабря 2018 года была проведена диагностика автомобильной дороги. Обследование проводилось при помощи дорожной лаборатории с применением программного комплекса RDT-Line. В ходе обследования была получена информация, необходимая для дальнейшей камеральной обработки полученной информации (GPS-данные).

Всего было зафиксировано 9 кривых в плане, каждому участку были даны названия (Поворот 1, Поворот 2, Поворот 3, Поворот 4, Поворот 5.1, Поворот 5.2, Поворот 6.1, Поворот 6.2, Поворот 6.3). В приоритете стояла съемка каждого поворота отдельно (ввиду большого количества обрабатываемой программой информации), однако, для последних 5 поворотов пришлось провести единую съемку (объединить повороты 5.1 с 5.2, а также 6.1, 6.2 и 6.3).

В дальнейшем была проведена камеральная обработка данных. На этом этапе были определены следующие параметры: длина хорды окружности, измеренные от хорды ординаты, а по ним был найден статистический набор радиусов, по которому, используя мультипликативный метод и метод суммирования, были определены значения радиусов кривых в плане и их среднеквадратические отклонения (Таблица 2).

В данной работе использована методика, разработанная доктором технических наук, профессором кафедры ТСТ СТГУ им. Гагарина Ю.А. Виктором Васильевичем Столяровым для геометрических элементов плана дороги с применением теории риска [1].

Формулы теории риска изменяются с изменением закона распределения исследуемого параметра (в данном случае исследуемый параметр – это радиус кривой в плане).

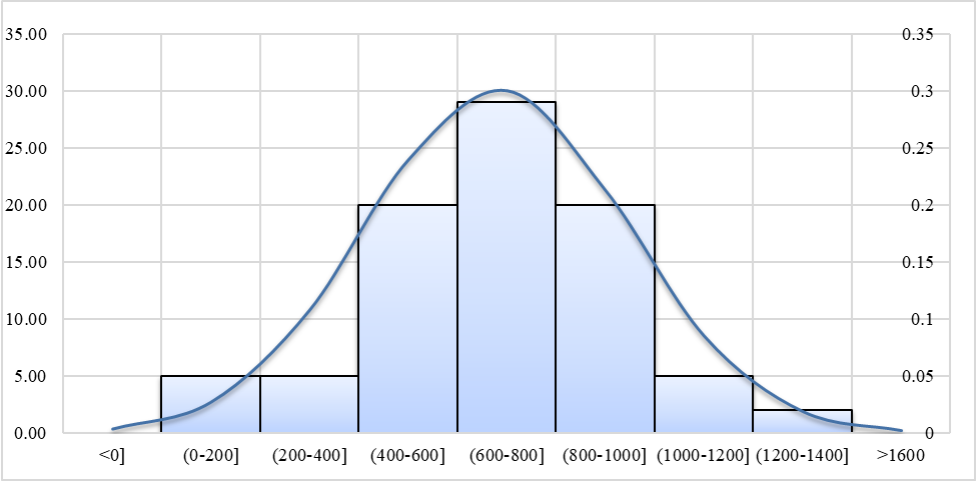


Рис. 1. Гистограмма величины радиусов кривой в плане и плотность нормального распределения при $R_{ср}$ = 879,07 м и б = 258,56 м

Установлено на основе критерия Пирсона соответствие гистограммы распределения величин радиусов нормальному распределению, так как чаще всего данное распределение соответствует многим строительным параметрам. Данная экспертиза необходима для того, чтобы убедиться в том, что исследуемые параметры распределены по нормальному закону. Подобно Рис. 1., на котором изображена гистограмма величины радиусов кривой в плане и плотность нормального распределения при Rср = 879,07 м и б = 258,56 м (Поворот №1), на всех поворотах выполняется закон

нормального распределения, также это подтверждено соответствием критерию Романовского, который во всех случаях не превышает 3.

По методике В.В. Столярова [2] определен фактический риск потери устойчивости автомобиля на кривой в плане, а также критическое значение радиуса, при котором будет происходить занос или опрокидывание автомобиля. В Таблице 1 показаны риски, полученные в ходе проведения экспертизы. Нетрудно заметить, что они достаточно малы.

Таблица 1 – Риски, полученные в ходе проведения экспертизы

№ поворота	Риск
1	0,0013
2	0
3	$4\cdot^{-7}$
4	0,0031
5.1	0
5.2	0
6.1	0,0058
6.2	0,0025
6.3	0,0053

Проследим за значениями рисков и среднеквадратических отклонений при фактических рисках и риску, равному 1·10-3 (графы 2, 3. 4, 5) Таблицы 2.

Согласно социально значимым показателям, на существующих автомобильных дорогах риск $1\cdot10^{-3}$ является допустимым, в то время как на автомобильных дорогах, находящихся в стадии проектирования допустимым является риск $1\cdot10^{-4}$. В данной работе рассматривается существующая автомобильная дорога.

По данным камеральной обработки, все полученные средние радиусы соответствуют допустимому уровню риска. В графе 6 Таблицы 2 показаны критические значения радиусов, при которых будет происходить занос или опрокидывание транспортного средства, полученные при определении риска потери устойчивости автомобиля на кривой в плане. В сравнении со средними радиусами, значения критических получились довольно небольшими.

Таблица 2 – Сводная таблица результатов обследования

№ поворота	$R_{ср}$	$б_{ср}$	$R_{1\cdot10\text{-}3}$	$б_{1\cdot10\text{-}3}$	$R_{кр}$
1	2	3	4	5	6
1	879,07	258,56	879,07	254	99,99
2	2837,179	509,4838	2837,179	900	100,74
3	805,77	141,7	805,77	227	103,48
4	5598,684	2010,01	5598,684	1777	102,43
5.1	2978,92	501,83	2978,92	935	100,71
5.2	3105,13	454,67	3105,13	970	101
6.1	1814,5	678,08	1814,5	555	101,89
6.2	996,84	317,78	996,84	290	102,25
6.3	619,1	202,43	619,1	167	100,21

По итогам проделанной работы, можно сделать вывод, что полученные средние радиусы соответствуют допустимому уровню риска, изменять их не имеет смысла, поэтому следует изменить среднеквадратические отклонения. Но сделать это нужно не на всех поворотах, потому что на поворотах № 2, 3, 5.1, 5.2 нужно будет увеличить среднеквадратическое отклонение, а не уменьшить. В данном случае это приведет к понижению качества автомобильной дороги и увеличению риска заноса или опрокидывания транспортного средства на кривой в плане.

Список литературы

1. Столяров В.В., Мохнев В.А. Реконструкция геометрических элементов плана дороги с применением теории риска: метод. указ., Саратов: СГТУ, 1997, р.30.

2. Столяров В.В. Проектирование автомобильных дорог с использованием теории риска: в ч 2, Саратов: СГТУ, 1994, рр. Ч.1. – 193 с.; Ч.2. – 232 с.

УДК 669.051

ОПТИМИЗАЦИЯ НАКЛОННОЙ ПЛОЩАДКИ С РАСЧЕТОМ КАРТОГРАММЫ ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ

Бондаренко Александр Михайлович

г. Саратов, Россия, e-mail: bam54@list.ru

Аннотация. Дано описание автоматизированного расчета данных для картограммы земляных работ наклонной площадки к проекту вертикальной планировки. Площадка может быть любой конфигурации при заданных проектных уклонах по двум взаимно перпендикулярным направлениям. Решена задача поиска оптимального положения наклонной площадки, которое обеспечивает соблюдение заданного баланса земляных работ.

Ключевые слова: объемы земляных масс, наклонная площадка, оптимизация.

OPTIMIZATION OF SLOPING SITE WITH CALCULATION OF EARTH MASS CARTOGRAM

Bondarenko Alexander Mikhailovich

Saratov, Russia, e-mail: bam54@list.ru

Abstract. An algorithm is proposed for the automated calculation of data for the earthworks cartogram of a sloping site of any configuration with specified design gradients in two mutually perpendicular directions. The problem of finding the optimal position of the sloping site has been solved, which ensures adherence to the given balance of earthworks.

Keywords: volumes of earth masses, sloping site, optimization.

Проект вертикальной планировки территории включает план организации рельефа и картограмму земляных масс часто с соблюдением

баланса земляных работ, обеспечивающего с заданной погрешностью равенство объемов насыпи и выемки на площадке в виде смыкающихся квадратов [1]. При этом проектная отметка горизонтальной площадки определяется просто, как средневзвешенное значение фактических отметок земной поверхности в узлах квадратов. Проектирование наклонной площадки различной конфигурации при условии нулевого баланса значительно более трудоемко и не всегда позволяет установить точный баланс. Здесь предлагается описание алгоритма автоматизированного расчета наклонной площадки, который решает задачу поиска оптимального положения в пространстве наклонной площадки любой конфигурации при постоянных проектных уклонах (i_x, i_y) в двух взаимно перпендикулярных направлениях. Оптимальное положение означает такое размещение наклонной площадки, при котором будем соблюдаться равенство суммарных объемов насыпи (V_H) и выемки (V_B) при заданном допустимом относительном расхождении $\Delta_{доп}$ (обычно от 1 до 3%):

$$\Delta_{доп} = \pm \frac{V_H - |V_B|}{V_H + |V_B|} 100\% \qquad (1)$$

Объемы V_H и V_B – суммы объемов земляных масс по всем фигурам в пределах квадратов площадки.

Если не требуется получения оптимального положения наклонной пло-щадки с учетом нулевого баланса земляных работ, то расчет проектных отметок (H_{npi}) наклонной площадки ведется от начальной точки с заданной отметкой H_0 по известной формуле:

$$H_{npi} = H_0 + h_x + h_y = H_0 + i_x d_x + i_y d_y , \qquad (2)$$

где d_x *и* d_y – горизонтальные расстояния между начальной точкой и текущей точкой по направлениям осей X и Y. Если же решается задача поиска оптимального положения площадки, то нужно определить такое значение отметки начальной точки $H_{0опт}$, при котором выполнялось бы равенство объемов V_H и V_B. Оно и будет оптимальным, обеспечивающим соответствую-щий расчет по формуле (2). Наглядное представление об этой величине дает рис.1, на котором схематически показано профильное изображение земной поверхности и двух воображаемых плоскостей P_1 и P_2, проходящих с заданными проектными уклонами касательно к экстремумам физической поверхности H_{min} и H_{max}. Понятно, что значение $H_{0опт}$ следует искать в определенном диапазоне между значениями H_{0min} *и* H_{0max} , отсекаемыми на оси отметок H этими двумя плоскостями.

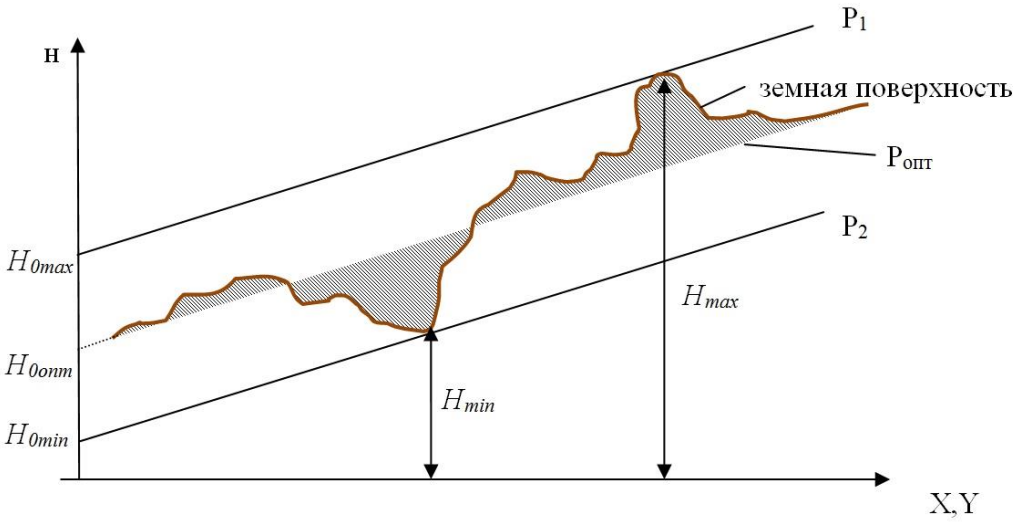


Рис. 1. Профильная схема оптимального положения площадки

Проектируемая наклонная плоскость $P_{опт}$, оптимизируемая с учетом заданного баланса земляных работ, займет промежуточное положение, а значения H_{0min} и H_{0max}, необходимые для ее расчета, можно вычислить, используя формулу (3):

$$H_{0min} = H_{min} - i_x d'_x - i_y d'_y \;; \quad H_{0max} = H_{max} - i_x d''_x - i_y d''_y \,, \qquad (3)$$

где d'_x *и* d'_y – горизонтальные расстояния между начальной точкой и точкой с минимальной отметкой по направлению осей X и Y; d''_x *и* d''_y – горизонтальные расстояния между начальной точкой и точкой с максимальной отметкой по направлению осей X и Y. В формулы (2) и (3) уклоны входят с учетом знака (« + » либо « - »).

Приведем пример расчета H_{0min} и H_{0max} по формулам (3) применительно к проектированию наклонной площадки с исходными данными на рис. 2:

$$H_{0min} = 151{,}07 - (-\,0{,}007)*25 - 0{,}025*50 = 150{,}00 \text{ (м)},$$
$$H_{0max} = 152{,}75 - (-0{,}007)*0 - 0{,}025*25 = 152{,}12 \text{ (м)}.$$

Эти величины вычисляются автоматически после того, как в программе найдены H_{max} и H_{min} в исходном массиве фактических отметок.

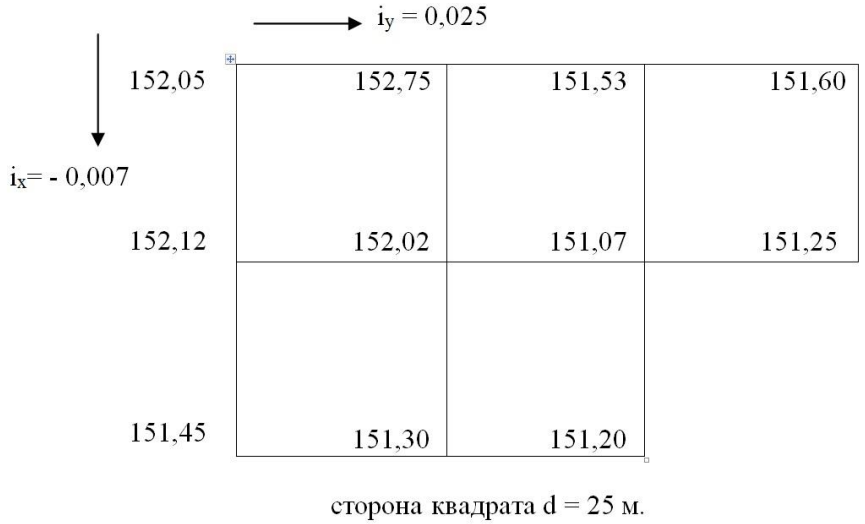


Рис. 2. Схема площадки с отметками земной поверхности и уклонами

Поиск начальной отметки $H_{0опт}$, необходимой для расчета проектных отметок оптимальной наклонной плоскости в каждом из узлов квадратов, реализован путем многократного последовательного расчета виртуальной картограммы земляных работ с заданным шагом в диапазоне (H_{0max} - H_{0min}). Каждый раз вычисляются объемы земляных масс, и выполняется проверка условия $|\Delta_{факт}| \le |\Delta_{доп}|$, приближаясь к оптимальным значениям. Вычисления прекращаются, когда модуль фактической относительной погрешности $\Delta_{факт}$ достигает величины, меньшей или равной допустимой относительной погрешности $\Delta_{доп}$. Шаг последовательного приближения рекомендуется принимать равным 0,01м, поскольку рабочие отметки (насыпи и выемки) в каждой точке обычно вычисляют с точностью до 1см.

Рекомендуемая программа вычислений составлена на языке программирования VBA [2] для работы на компьютере, оснащенном табличным процессором Excel.

Ввод исходных данных выполняется с листа книги Excel. В определенные ячейки листа заносят проектные уклоны по двум направлениям, исходный двумерный массив фактических отметок земли, полученных в ходе нивелирования по квадратам или снятых интерполированием по сетке квадратов на топографическом плане, а также величина допустимой погреш-ности баланса земляных работ и шага приближения.

Результаты автоматизированного расчета с выводом в таблицу Excel:

– двумерный массив проектных отметок площадки;
– двумерный массив рабочих отметок площадки;
– суммарный объем насыпи и суммарный объем выемки,
– суммарный объем земляных работ по всей площадке, суммарная площадь;
– фактическая относительная погрешность баланса земляных работ;
– объемы земляных работ по всем фигурам каждого из квадратов;

– расстояния до точек нулевых работ в каждом из квадратов, где проходит линия нулевых работ.

Список литературы

1. Клюшин Е.Б. Инженерная геодезия / Клюшин Е.Б., Михелев Д.Ш. – М.: ИЦ «Академия»,2008.
2. Гарбер Г.З. Основы программирования на VBA Excel и численных методов. – М.: ПРИНТКОМ, 2009.

УДК 69.059.22

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛЗУЧЕСТИ КЛЕЕВОГО СОСТАВА ПРИ УСИЛЕНИИ ИЗГИБАЕМЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПРЕДНАПРЯЖЕННЫМИ КОМПОЗИТАМИ

Ящук Максим Олегович[1], Смердов Дмитрий Николаевич[2]

[1]Ростовский государственный университет путей сообщения, Ростов-на-Дону,
[2]Сибирский государственный университет путей сообщения, Новосибирск, Россия
e-mail: maxum1986@gmail.com, dnsmerdov@mail.ru

Аннотация. Представлены данные о результатах проведенного лабораторного эксперимента, по изучению железобетонных изгибаемых элементом, усиленных преднапряженными композиционными материалами. Приведено исследование потерь преднапряжения, вследствие ползучести клеевого состава, при усилении железобетонных образцов композитами. Выявлена величина потерь преднапряжения и их временной промежуток. Сделан вывод о необходимости применения коэффициента потерь преднапряжения, при корректировки инженерной методики расчета.

Ключевые слова: преднапряженные полимерные композиционные материалы, мосты, усиление, железобетонные балки, повышение и восстановление несущей способности.

THE STUDY OF THE CREEP OF THE ADHESIVE COMPOSITION, WITH THE STRENGTHENING OF FLEXIBLE CONCRETE ELEMENTS, PRESTRESSED COMPOSITES

Yashchuk Maxim Olegovich[1], Smerdov Dmitry Nikolaevich[2]
[1]Rostov State Transport University, Rostov-on-Don, Russia,
[2]Siberian State University of Communications, Novosibirsk, Russia,
e-mail: maxum1986@gmail.com, dnsmerdov@mail.ru

Abstract. The data on the results of a laboratory experiment on the study of reinforced concrete elements bent reinforced with prestressed composite materials are presented. The study of the loss of prestress due to the creep of the adhesive composition, with the reinforcement of reinforced concrete samples composites. The magnitude of the loss of prestress and their time period. The conclusion is made about the need to use the prestress loss factor when adjusting the engineering calculation method.

Keywords: prestressed polymer composite materials, bridges, reinforcement, reinforced concrete beams, increase and restoration of bearing capacity.

В настоящее время на сети автомобильных дорог общего пользования эксплуатируется значительное количество пролетных строений мостов (более 70%) требующих принятий мер по повышению их эксплуатационных качеств. Многие из них имеют различного рода дефекты и повреждения, которые могут снижать их срок эксплуатации, а в критическом случае и их несущую способность. Причины образования повреждений и дефектов могут быть различными, например: агрессивное воздействие окружающей среды на мостовые балки, силовые удары от негабаритных транспортных средств по нижней грани пролетного строения моста, нарушение технологии изготовления типовых пролетных строений. Для увеличения срока эксплуатации и восстановления несущей способности пролетных строений мостов должны выполняться работы, связанные с усилением мостовых конструкций материалами улучшающие и восстанавливающие вышеприведенные характеристики. Все большее применение в сфере научных исследований, получают, инновационные технологии усиления композиционными материалами железобетонных конструкций пролетных строений [1-2].

Проведенные экспериментальные исследования в НИЛ «МОСТЫ» СГУПС г. Новосибирск, показали, что усиление железобетонных элементов преднапряженными композиционными материалами, повышает несущую способность, на 55 %, и увеличивает трещиностойкость на 49 %, по сравнению с контрольными образцами без усиления (Рисунок 1). В ходе исследования выявлены факторы, влияющие на потери преднапряжения лабораторных образцов:

1. Релаксация композиционных материалов или уменьшение напряжений в ПКМ материале при постоянной длине с течением времени. Процесс релаксации образуется, с помощью перестройки кристаллической структуры ПКМ, при длительном воздействии приложенного усилия.

2.Деформации жестких зажимов на концах композиционной пластины, при натяжении ПКМ пластины. Напряжения в пластине ПКМ уменьшаются в результате деформации жестких зажимов.

3. Деформации анкеров осуществляющих закрепление, ПКМ пластины на концевых зажимах.

4. Ползучесть бетона приводит к уменьшению линейных размеров элемента железобетонного элемента, в связи с этим происходят потери, в предварительно напряженных ПКМ пластинах.

5. Ползучесть клеевого соединения, пластины ПКМ с железобетонной балкой. Рассмотрим подробно, данный вид потерь преднапряжения.

а) б)

Рис.1. Лабораторные образцы:
а) Образец после преднапряжения; б) Образец после испытания

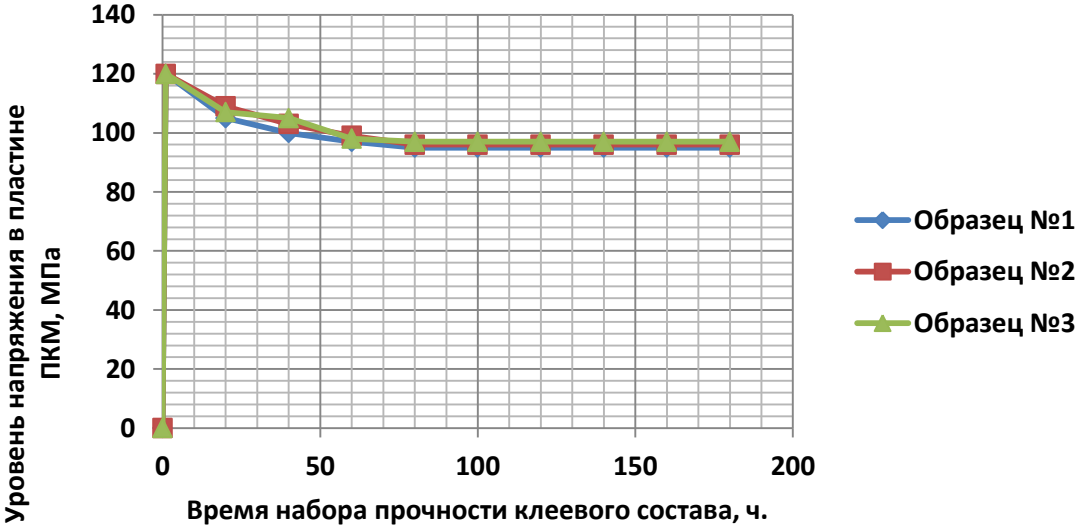


Рис.2. Диаграмма потерь преднапряжения усиленных образцов

Скорость деформаций клеевого соединения, была изучена в рамках экспериментального исследования. Было рассмотрено три образца с усилением 6 кН, возникающее расчетное напряжение пластине ПКМ, должно составить 95 МПа. По графику деформирования, приведенному на рисунке 2, отображено затухание деформаций, которое происходит в среднем на третьи сутки. Среднее фактическое значение напряжения составляет 96 МПа.

По результатам исследования потерь преднапряжения, допустимо ввести понижающий коэффициент, в инженерную методику расчета несущей способности изгибаемых железобетонных элементов, усиленных преднапряженными ПКМ пластинами. Так же целесообразно уточнить, потери преднапряжения, путем создания модели в программных комплексах на основе метода конечных элементов, таких как Ansys.

Список литературы

1 Бокарев С.А. Обеспечение пропускной способности мостов опорной сети Новосибирской области / С.А. Бокарев, К.Г. Громенко, В.А. Слепец // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. ИрГУПС. 2013. № 1. С. 210-217.

2 Бокарев С.А. Вопросы подобия усиленных железобетонных балок при экспериментах на уменьшенных масштабных моделях / С.А. Бокарев, С.В. Ефимов // Науковедение. – 2014. – № 5. – С. 1–9

УДК 378.147

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИНТЕРАКТИВНОГО ОБУЧЕНИЯ В ПРОЦЕССЕ ПРЕПОДАВАНИЯ ДИСЦИПЛИН ГЕОМЕТРО-ГРАФИЧЕСКОГО ЦИКЛА

Антропова Татьяна Владимировна

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., Россия, e-mail: fitagad@mail.ru

Аннотация. Рассматриваются методика внедрения в образовательный процесс современных информационно-компьютерных технологий, основные достоинства и недостатки использования мультимедийного обеспечения в процессе преподавания дисциплин графического цикла.

Ключевые слова: компьютерные технологии, графические дисциплины, мультимедийное обеспечение учебного процесса, визуализация лекционного материала, электронные презентации

APPLICATION OF INTERACTIVE LEARNING TECHNOLOGIES IN THE PROCESS TEACHING GEOMETRIC-GRAPHIC SERIES

Antropova Tatiana Vladimirovna

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Russia, e-mail: fitagad@mail.ru

Abstract. The method of introduction of modern information and computer technologies into the educational process, the main advantages and disadvantages of using multimedia software in the teaching of graphic cycle disciplines are considered.

Keywords: computer technologies, graphic disciplines, multimedia support of educational process, visualization of lecture material, electronic presentations

Одним из актуальных приоритетных направлений развития современного высшего образования как следствие глобальной компьютеризации всех сфер человеческой деятельности стала его повсеместная информатизация. Одним из основных актуальных инновационных процессов в высшей школе можно считать внедрение информационных технологий в процесс преподавания большинства дисциплин. Многочисленные исследования, проводимые в этой сфере, как правило, рассматривают информатизацию образования как посыл для разработки новых методических приемов обучения и возможность оптимального приложения современных компьютерных технологий дл реализации образовательных и воспитательных задач, решаемых высшей

школой. Скорее всего, такая позиция и в дальнейшем будет актуальна. Необходимо отметить, что использование новых технологий обучения (наряду с проверенными традиционными), связанных с внедрением информатизации, приводит к необходимости использования новых методик вследствие некоторого изменения самих способов подачи учебного материала. Предполагается, что системное использование на занятиях компьютерных средств организации учебного процесса и информационных технологий в процессе обучения студентов, должно повысить мотивационную составляющую образовательного характера, обеспечить повышение качества усвоения изучаемых информационных потоков, расширить диапазон теоретических знаний и профессиональных навыков, достичь максимальных результатов в развитии компетенций обучаемых [1].

Одной из наиболее распространенных и часто используемых форм подготовки и представления учебного материала можно назвать создание мультимедийных презентаций (они же – компьютерные, они же – электронные презентации). Компьютерные презентации, созданные с помощью программы Microsoft PowerPoint, которые упрощенно могут быть рассмотрены видеоряд, состоящий из логической последовательности слайдов, объединенных одной тематикой и созданных в единой стилевой направленности, уже заняли свое место в процессе преподавания различных учебных дисциплин. Можно считать, что презентации являются одним из дидактических средств обучения, их применение позволяет обеспечить наглядность образовательного процесса и выполняет все присущие ему функции, в том числе, информативную, мотивирующую, развивающую. Визуализация курсов дисциплин графического цикла путем применения современных программных продуктов в некоторой мере позволяет решать педагогические задачи. Ранее методика преподавания начертательной геометрии и инженерной графики предполагала использование плакатов, пособий, моделей и учебных фильмов, что повышало наглядность и пространственное понимание разделов курса. В настоящее время такое материальное обеспечение постепенно заменяется на презентации и другие элементы мультимедийных технологий, что не снижает качества обучения и позволяет в достаточной мере решать задачи визуализации изучаемого материала [2]. Необходимо учитывать, что компьютерные технологии являются хотя и более современным и, возможно, более наглядным, но лишь инструментом в учебном процессе. Методика преподавания, безусловно, должна совершенствоваться, но обязательно базироваться на опыте учебной деятельности, накопленном высшей школой ранее. Некорректно безоговорочно считать только средства визуализации единственно возможными. Для начала рассмотрим явные преимущества этого вида представления материала, которые «продвигают» использование мультимедийных технологий в учебный процесс.

1. *Объем представляемой информации* – любая мультимедийная презентация вмещает в себя значительно больший объем представляемой информации любого типа (текстовой, графической и т.д.), нежели лекционный материал с использованием классических методов обучения.

2. *Наглядность* - современные графические программные продукты и видеотехнологии, используемые при создании презентаций, позволяют максимально объемно, наглядно и наиболее реалистично пояснить рассматриваемые разделы читаемых дисциплин.

3. *Визуальная и эстетическая привлекательность* - информация может быть представлена не только в последовательности, удобной для ее восприятия, но и привлекать слушателя дизайном, оформлением, цветовыми решениями, яркими визуальными образами.

4. *Интерактивность* – непосредственная связь с аудиторией позволяет непосредственно и оперативно откликаться на ее реакцию, менять ход и/или последовательность демонстрации (при условии достаточного количества накопленного материала).

5. *Компактность* – любую, даже самую «тяжелую» электронную презентацию можно хранить на любых типах носителей, а также при необходимости быстро копировать и/или передавать.

6. *Возможность использования в различных формах учебной деятельности* – разработанная однажды презентация может быть использована в процессе чтения лекций (основное назначение мультимедиаконтента), частично продемонстрирована на практических и лабораторных занятиях, а также во время организации самостоятельной работы студентов (как дублирующий или пояснительный материал), в качестве визуализации рассматриваемых тем на семинарах и конференциях [1, 3, 4]. Однако многие исследователи отмечают и некоторые отрицательные стороны использования презентаций, причем, практически к каждому положительному моменту, рассмотренному выше, можно подобрать соответствующий негативный аспект. Рассмотрим «минусы» презентаций в той же последовательности, что и их «плюсы».

1. *Первый недостаток, как ни странно, – большой объем представляемой информации*. Электронная суть презентации, как было сказано выше, позволяет бесконечно увеличить объем передаваемой информации. Преподаватель, владеющий большим объёмом знаний по данной учебной дисциплине, естественно хочет максимально поделиться им со слушателями. Эти благие намерения приводят к тому, что студенты, не обладая достаточной теоретической базой, не смогут уяснить и запомнить излагаемый материал. К такому же результату приведет и то, что электронная форма подачи изучаемой темы способствует высокой скорости изложения, большому количеству используемых слайдов, а внутри них – графиков, таблиц, рисунков, текстового сопровождения.

2. *Второй недостаток* связан с большими *визуализационными* возможностями презентаций: количеством рисунков, фотографий, диаграмм, которые могут быть в нее включены. Казалось бы, это – положительный момент, но он влечет за собой и некоторые особенности как, например, практические сложности воспроизведения студентами в тетрадь «картинки» или даже части видеофрагмента с экрана. В частности, если приводить в качестве

примера презентации по инженерной графике, то использование мультимедиатехнологий позволяет представлять сколь угодно насыщенные и графически трудоемкие чертежи, скопировать которые в тетрадь студенты физически не смогут, следовательно, в лекционном материале слушателя останется лишь текстовая часть, не подтвержденная графикой, что не улучшает восприятие и запоминание материала, а, наоборот, обедняет его.

3. *Третий недостаток* описывает *эмоциональную* составляющую презентаций. Сомнительно, что эффективность усвоения изучаемого материала будет возрастать, если в процессе обучения уделять внимание развлекательной, эмоционально эффектной, а не теоретической, сущностной составляющей дисциплины. А ведь технические возможности, используемые при создании презентаций, «провоцируют» насыщение материала зачастую ненужными картинками и фотографиями, уводя процесс обучения в сторону развлекательности. Согласитесь, визуализация – это замечательно, но нельзя же изучать базовые теоретические дисциплины при помощи «мультипликационных фильмов». Если рационально оценивать эффективность от использования презентаций с точки зрения повышения уровня усвоения материала, успеваемости и качества знаний, то многие из исследователи не только не оценивают положительно результативность презентаций, но и говорят о некотором негативном влиянии данной методики [5].

4. *Четвертый недостаток – антимотивационный.* Часто, использование презентаций влечет за собой отсутствие инициативы к самостоятельной работе, которая должна быть одним из обязательных элементов процесса обучения. Таким образом, подобная методика часто формирует пассивность обучаемых, ведет к простому прослушиванию лекций, к чисто техническому запоминанию материала, но не позволяет активно участвовать в обсуждении, анализировать (а не просто перезаписывать информацию), творчески ее отбирать, обобщать, сравнивать, что, в свою очередь, приводит к отсутствию мыслительной работы студентов.

5. *Пятый недостаток - информационно-ограничительный*. Высшая школа должна ориентироваться не только и не столько на «загрузку» умов студентов определенным количеством знаний, но и обязана, в первую очередь, научить их самостоятельной работе с информацией, умению ее находить и анализировать, применять в своей профессиональной деятельности, развивать их способности к самообразованию. Бывает, что мультимедийная форма подачи учебного материала формирует нежелание (или отсутствие необходимых навыков у студента) использовать дополнительные источники информации (учебники, учебные пособия, методические указания, справочники, сборники государственных стандартов).

6. *Увеличение предполагаемого объема изучаемого материала* тоже можно рассматривать как один из спорных моментов в практике использования презентаций. Хотя во многих исследованиях презентация рассматривается как некая техническая возможность, позволяющая значительно увеличить объем усваиваемого материала [1], [3], [4].], однако, нельзя не отметить следующее:

размещение на слайдах большого количества информации автоматически напрямую не обеспечивает ее запоминание.

Надо отметить, что процесс изучения дисциплин графического цикла имеет свои особенности. Что касается наглядности, предоставляемой компьютерной презентацией, то этот постулат не подлежит сомнению. Так, при рассмотрении большинства изучаемых тем используемые в презентациях трехмерные модели безусловно облегчают процесс усвоения и понимания материала. Использование мультимедиатехнологий при изучении инженерной графики позволяет представлять сколь угодно насыщенные и графически трудоемкие чертежи. Однако скопировать представленные сложные материалы в тетрадь студенты физически не могут, следовательно, в конспекте слушателя останется лишь текстовая часть, не подтвержденная графикой, что, безусловно, обедняет изучаемую тему.

Необходимо рассмотреть и еще один немаловажный момент: «Начертательная геометрия» - дисциплина, в процессе изучения которой многие задачи решаются динамически. Здесь важна направленная последовательность построений, каждое последующее из которых базируется на предыдущем, и алгоритм решения той или иной задачи должен быть отображен в движении. В связи с этим возникают вопросы о разработке наиболее оптимальной методики преподавания графических дисциплин, которые находятся лишь на начальных этапах решения. Все вышесказанное ни в коей мере не умаляет достоинства информационно-коммуникационных технологий и мультимедийного обеспечения учебного процесса и, тем более, не предполагает отказ традиционных классических схем обучения, но позволяет сделать выводы о необходимости разработки таких методик, где сбалансированно сочетались бы достоинства и того и другого.

Список литературы

1. Грибан, О.Н. Использование новых информационных технологий в процессе обучения: опыт и перспективы / О. Н. Грибан // Педагогическое образование в России. - 2014. - № 4. - С. 185-189.

2. Антропова Т.В., Антропова А.П. Элементы визуализации лекционного курса «Начертательная геометрия» /Т.В. Антропова // Современная наука и образование: инновационный аспект: сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции, часть II. - М.: «АР-Консалт, 2013. – С. 103-104.

3. Москаленко, О. В. Использование презентаций в преподавании учебных дисциплин в высшей школе/ О. В. Москаленко // Образовательные технологии. - 2015. - №2. - С. 112-118.

4. Яргаева, В. А. Мультимедийное представление учебного материала как способ повышения эффективности вузовской лекции / В. А. Яргаева. // Проблемы высшего образования. - 2013. - № 1. - С. 228-230.

5. Полянин, А. Р. Методика использования презентации на лекции в вузе: современный дискурс / А. Р. Полянин, С. Н. Коротун // Отечественная и зарубежная педагогика. - 2017. - Т. 1, - № 4 (41). - С. 172–184.

УДК 004.02

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ КРИВЫХ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Данилова Елена Александровна

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., Россия, e-mail: lenochka240766@rambler.ru

Аннотация. На этапе разработки эскизного проекта изделия дизайнеры ориентируются на свое зрительное восприятие формы. При анализе формы объектов с точки зрения координат может оказаться, что форма объекта близка к геометрической поверхности, описываемой уравнениями различной степени сложности. Если заранее определить необходимые свойства проектируемого объекта, то можно подобрать аналитически описываемую кривую или поверхность, которая позволит усилить требуемые свойства или достичь их высокого уровня минимальными средствами. Для построения разного рода кривых, которые могут быть или не могут быть описаны аналитически, в графических пакетах используют «Сплайн» или «Кривая Безье». Для этого можно график из MathCAD как картинку в нередактируемом формате импортировать в программу 3D-моделирования (AutoCAD или КОМПАС3D). Используя полученное изображение в качестве шаблона, построить кривую Безье. Полученная кривая Безье будет играть роль образующей для операции трехмерного моделирования.

Ключевые слова: коника, кубика, поверхность, моделирование, КОМПАС3D, AutoCAD.

USING MATHEMATICAL CURVES FOR MODELING OF COMPLEX SURFACES

Danilova Elena Aleksandrovna

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Russia, e-mail: lenochka240766@rambler.ru

Abstract. At the stage of developing a preliminary design project, designers focus on their visual perception of the form. When analyzing the shape of objects from the coordinates' viewpoint, it may happen that their shapes are close to geometric surfaces described by equations of various degree of complexity. Setting necessary properties of projected object in advance, it is possible to fit analytically described curve or surface, which enables to strengthen required properties or achieve the best result at a minimum cost. To build various kinds of curves that can or cannot be described analytically, the graphics packages use Spline or Bezier Curve commands. To do this, MathCAD graph as an image in the uneditable format can imported into 3D-modeling program (AutoCAD or KOMPAS3D). Using the resulting image as a template, it is possible to build a Bezier curve. The resulting Bezier curve plays the role of a generatrix for three-dimensional modeling operation.

Keywords: conic, cubic, surface, modeling, KOMPAS3D, AutoCAD.

Проектирование пространственных форм и/или поверхностей начинается с некоей дизайнерской идеи, несвязанной напрямую с расчетами. Как правило, первые эскизы проекта создаются на основании интуитивного восприятия дизайнером поставленной задачи. При этом не анализируются никакие технические или эргономические показатели, которыми обладает данная форма [1]. При более детальном разборе формы объекта в целом и/или ее элементов возникает множество причин, требующих пересмотра конструктивного решения, формы объекта для достижения цели, поставленной заказчиком перед проектировщиком.

При анализе формы объектов с точки зрения координат может оказаться, что форма объекта близка к геометрической кривой или поверхности, описываемой уравнениями различной степени сложности.

Наглядной иллюстрацией такой ситуации может служить монумент «Покорителям космоса», установленный в 1964 году около ВДНХ в г. Москва.

Монумент "Покорителям космоса"

Авторы проекта архитекторы М.О.Барщ и А.Н.Колчин и скульптор А.П.Файдыш-Крандиевский долго подбирали наиболее «упругую» линию подъема монумента (рисунок). «... Образующая кривая монумента была сначала нарисована "на глаз": путем выбора линии изгиба линейки находили наиболее упругую и красивую линию. В дальнейшей эта кривая была выражена формулой, подобранной на электронной машине. Благодаря этому стало возможным использовать электронную машину

для расчета размеров каждой панели... «[2]. Образующаяся кривая монумента выражается 6-параметрическим уравнением (1):

$$0{,}314734960x^2-2\times1{,}28758238xy - y^2 +2\times30{,}3598432x+2\times89{,}9827254y - 6528{,}19181875=0$$

Если заранее определить необходимые свойства проектируемого объекта, то можно подобрать аналитически описываемую кривую или поверхность, которая позволит усилить требуемые свойства или достичь их высокого уровня минимальными средствами.

Например, при конструировании светильников различного назначения можно взять за основу параболоид вращения или фрагмент эллипсоида вращения. Это позволит экономить электроэнергию, сохраняя уровень освещенности участка поверхности. Аналогично световым волнам будут распределяться и звуковые волны. Поэтому данным приемом можно воспользоваться при формировании поверхностей с необходимыми акустическими свойствами.

Коники (кривые второго порядка) в общем виде описывают 5-параметрическим уравнением (2):

$$x^2+a_1y^2+a_2xy+a_3x+a_4y+a_5=0. \quad (2)$$

Таким образом, для построения участка такой кривой необходимо задать 7 параметров.

Сложность заключается в том, что в программах трехмерного моделирования типа AutoCAD или КОМПАС3D коники представлены лишь окружностью (или дугой окружности) и эллипсом. Такие кривые как парабола и гипербола по точным координатам не строятся, но есть возможность приближенного построения.

Кубики (кривые третьего порядка), такие как кубическая и полукубическая параболы, Декартов лист, некоторые виды спиралей и т.п. в общем виде описывают 9-параметрическим уравнением (3):

$$x^3+a_1y^3+a_2x^2y+a_3xy^2+a_4x^2++a_5y^2+a_6xy+a_7x+a_8y+a_9=0. \quad (3)$$

Таким образом, для построения участка такой кривой необходимо задать 11 параметров.

В графических комплексах 3D-моделирования, подобных AutoCAD или КОМПАС3D, кубики и кривые более высоких порядков отсутствуют вообще, т.к. для их построения требуется задать слишком много параметров. Это значительно повысит требования к аппаратным средствам и усложнит задачу их построения, при том, что эти кривые бывают востребованы довольно редко.

Для построения разного рода кривых, которые могут быть или не могут быть описаны аналитически, в графических пакетах используют

«Сплайн» или «Кривая Безье» [3]. Кривая Безье представляет собой упрощенный вид кубики, для построения участка которой требуется задать всего 8 параметров.

Используя кривую Безье, можно достаточно точно воспроизвести форму необходимой кривой. Но у кривой Безье есть особенность – на форму кривой влияет каждая (!) задаваемая точка. Изменение положения одной точки (или добавление новой) приводит к изменению формы всех сегментов кривой. Чем ближе к измененной точке находится сегмент, тем сильнее будут искажения.

Это обстоятельство порождает дилемму:

во-первых, необходимо определить величину допустимой погрешности при воспроизведении формы кривой, т.к. сплайн позволяет получить лишь приближенное повторение линии;

во-вторых, скорость построений зависит от количества определяемых точек.

С одной стороны, чем их больше – тем меньше погрешность. С другой – есть некое оптимальное значение, начиная с которого, увеличение количества точек не повышает точность построений, а лишь удлиняет процесс моделирования.

Одним из возможных вариантов решения этой проблемы может быть использование графиков функций, построенных в MathCAD. Изображение графика как картинку в нередактируемом формате импортировать в программу трехмерного моделирования типа AutoCAD или КОМПАС3D. Используя полученное изображение в качестве шаблона, построить кривую Безье. При этом узлами кривой будут точки, нанесенные поверх нередактируемого шаблона. Оптимальное количество точек в каждом случае определяется визуально или эмпирически. Полученная кривая Безье будет играть роль образующей для операции трехмерного моделирования. Шаблон впоследствии удалить.

Таким способом может быть построена практически любая поверхность или плоская кривая, имеющая аналитическое выражение, с необходимой степенью точности.

Список литературы:

1. Данилова, Е.А., Приказчиков, С.Я. Геометрия эстетики в промышленном дизайне / «Эволюция современной науки» Сб. статей Междунар. науч.-практ. конф. Уфа, 15 июня 2015 г. – Уфа: «АЭТЕРНА», 2015. С. 260-262.

2. Монумент Покорителям космоса. «Наука и жизнь», 1965. №1. С. 19.

3. Кудрявцев, Е. М. КОМПАС-3D. Проектирование в архитектуре и строительстве [Электронный ресурс] / Е. М. Кудрявцев. - Электрон. текстовые дан. - М. : ДМК Пресс, 2010. - on-line. - (Проектирование). - Систем. требования: 128 MB RAM оперативной памяти. - Режим доступа : https://sstu.bibliotech.ru/Reader/Book/7296.

УДК 624.04:624.954

ПРИМЕНЕНИЕ АНАЛИЗА РАЗМЕРНОСТИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ КРИТЕРИЕВ ПОДОБИЯ МОДЕЛИ ЗЕРНОВОГО СИЛОСА

Кузнецов Игорь Михайлович

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., Россия, e-mail: kuznecov73@inbox.ru

Аннотация. В настоящей статье с помощью анализа размерности получены критерии подобия расчетной модели зернового силоса натуральному силосу, при этом использованы уравнения связи для цилиндрической гибкой оболочки в условиях несимметричного загружения.

Ключевые слова: теория подобия, модель зернового силоса, цилиндрическая оболочка, гибкая оболочка, круглый силос, горизонтальное давление зерна.

THE APPLICATION OF DIMENSION ANALYSIS TO OBTAIN SIMILARITY CRITERIA OF THE MODEL GRAIN SILOS

Kuznetsov Igor Mihailovich

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Russia, e-mail: kuznecov73@inbox.ru

Abstract. In this paper, using the dimensionality analysis, the criteria for the similarity of the calculated model of grain silo to the natural silo are obtained, and the coupling equations for the cylindrical flexible shell under asymmetric loading are used.

Keywords: similarity theory, the model of a grain silo, a cylindrical shell, flexible shell, round silos, the horizontal pressure of the grain.

В процессе проведения научных исследований часто возникает необходимость в проведении экспериментов на моделях реальных объектов. При испытания моделей, значительно отличающиеся от реальных объектов: размеры модели, материал и условия загружения должны быть приняты с соблюдением требований теории подобия и моделирования [1, 2].

Получим критерии подобия для силосов с помощью анализа размерностей. Расчётно-конструктивная схема силоса определяется системой математических зависимостей и ограничений, связывающих конструктивные и эксплуатационные параметры, которые позволяют получить технико-экономические показатели конструкции и разработать её чертежи.

Математическое описание конструкции силоса должно включать в себя:

граничные условия; уравнения связи с действующими нагрузками; уравнение напряжённого состояния; уравнения, определяющие эффективность как целевую функцию рациональных параметров объекта.

Предположим, что уравнения связи отсутствуют. Тогда взаимодействие конструкции может быть определено рядом параметров:

Разделим все параметры на две группы, характеризующие сыпучий материал. В целом расход материала будет являться функцией всех выше перечисленных величин, то есть:

$$P = \Phi\ (H,D,h,d,E,\nu,\delta,\rho,g,E_c,\ \nu_c,\ f,\ \varphi) \qquad (1)$$

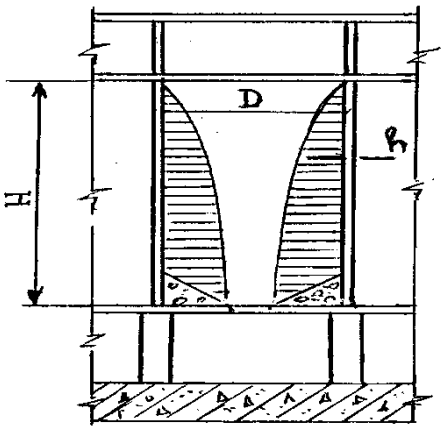


Рис. 1. Обозначения основных размеров силоса.

где H – высота силоса; D - диаметр или характерный размер ячейки; h – толщина стенки силоса; d – диаметр выпускного отверстия; δ –характерный размер сыпучего; ρ – плотность сыпучего материала; g - ускорение свободного падения; E – модуль упругости материала стен; E_c – модуль деформации зерна; f – коэффициент трения зерна об стенку; ν – коэффициент Пуассона материала стен; ν_c – коэффициент Пуассона зерна; φ – угол внутреннего трения зерна.

Получить строгую математическую зависимость от всех, входящих в условие (1) величин, не представляется возможным. Эту задачу можно несколько упростить, получив критерии подобия, из которых можно, согласно второй теореме подобия, составить функциональные зависимости. Для этой цели будем использовать анализ размерности.

Параметры оригинала возможно определить через соответствующие параметры модели [3].

Для гибкой оболочки, под воздействием несимметричного загружения и давления ветра, примем систему уравнений связи в виде нелинейных уравнений:

$$D\cdot\left(\nabla^2\nabla^2 w+\nabla^2 w\right)=R\cdot\frac{\partial^2\Phi}{\partial\alpha^2}+\left(\frac{\partial^2\Phi}{\partial\beta^2}\cdot\frac{\partial^2 w}{\partial\alpha^2}+\frac{\partial^2\Phi}{\partial\alpha^2}\cdot\frac{\partial^2 w}{\partial\beta^2}-\frac{2\cdot\partial^2\Phi}{\partial\alpha\partial\beta}\cdot\frac{\partial^2 w}{\partial\alpha\partial\beta}\right)+q_n$$

$$\frac{1}{E\cdot t}\cdot\nabla^2\nabla^2\Phi=-\frac{1}{2}\cdot\left(\left(\frac{\partial^2 w}{\partial\alpha\partial\beta}\right)^2-\frac{\partial^2 w}{\partial\alpha^2}\cdot\frac{\partial^2 w}{\partial\beta^2}\right)-R\cdot\frac{\partial^2 w}{\partial\alpha^2}, \qquad (2)$$

где $$D = \frac{E \cdot t^3}{12 \cdot (1 - \nu^2)}. \qquad (3)$$

Система из двух уравнений содержит две неизвестные величины w и Ф, и является полной. Условия однозначности включают в себя:

а) величины: h – высота оболочки силоса, R – радиус оболочки силоса, t – толщина оболочки силоса, E – модуль упругости, ν – коэффициент Пуассона, q – нагрузка.

б) граничные условия:

$$N_1 = \frac{1}{R^2} \cdot \frac{\partial^2 \Phi}{\partial \beta^2}; \qquad N_2 = \frac{1}{R^2} \cdot \frac{\partial^2 \Phi}{\partial \alpha^2}; \qquad S = -\frac{1}{R^2} \cdot \frac{\partial^2 \Phi}{\partial \alpha \cdot \partial \beta};$$

$$M_1 = -\frac{D}{R^2} \cdot \left(\frac{\partial^2 w}{\partial \alpha^2} + \nu \cdot \frac{\partial^2 w}{\partial \beta^2} \right); \qquad M_2 = -\frac{D}{R^2} \cdot \left(\frac{\partial^2 w}{\partial \beta^2} + \nu \cdot \frac{\partial^2 w}{\partial \alpha^2} \right);$$

$$M_{12} = -\frac{E \cdot h^3}{12 \cdot (1 + \nu) \cdot R^2} \cdot \frac{\partial^2 w}{\partial \alpha \partial \beta}.$$

Для системы уравнений (2), характерным является условие: $w > 0.5\ t$ и $h > 3\ R$. В случае, если модель подобна натуре, то выполняются следующие зависимости:

$w_н = C_w \cdot w_м$, $E_н = C_E \cdot E_м$, $h_н = C_h \cdot h_м$,

$t_н = C_t \cdot t_м$, $R_н = C_R \cdot R_м$, $Ф_н = C_Ф \cdot Ф_м$, $q_н = C_q \cdot q_м$.

Запишем систему уравнений (2) в виде:

$$-\frac{1}{R^4} \cdot \frac{E \cdot t^3}{12 \cdot (1 - \nu^2)} \left(\frac{\partial^4 w}{\partial \alpha^4} + 2 \cdot \frac{\partial^4 w}{\partial \alpha^2 \partial \beta^2} + \frac{\partial^4 w}{\partial \beta^4} \right) =$$

$$= \frac{1}{R^3} \cdot \frac{\partial^2 \Phi}{\partial \alpha^2} + \frac{1}{R^4} \cdot \left(\frac{\partial^2 \Phi}{\partial \beta^2} \cdot \frac{\partial^2 w}{\partial \alpha^2} + \frac{\partial^2 \Phi}{\partial \alpha^2} \cdot \frac{\partial^2 w}{\partial \beta^2} - \frac{2 \cdot \partial^2 \Phi}{\partial \alpha \partial \beta} \cdot \frac{\partial^2 w}{\partial \alpha \partial \beta} \right) + q_n \qquad (4)$$

$$\frac{1}{R^4} \cdot \frac{1}{E \cdot t} \cdot \left(\frac{\partial^4 \Phi}{\partial \alpha^4} + 2 \cdot \frac{\partial^4 \Phi}{\partial \alpha^2 \partial \beta^2} + \frac{\partial^4 \Phi}{\partial \beta^4} \right) =$$

$$= -\frac{1}{2R^4} \cdot \left(\left(\frac{\partial^2 w}{\partial \alpha \partial \beta} \right)^2 - \frac{\partial^2 w}{\partial \alpha^2} \cdot \frac{\partial^2 w}{\partial \beta^2} \right) - \frac{1}{R^3} \cdot \frac{\partial^2 w}{\partial \alpha^2} \qquad (5)$$

После подстановки величин E, h, t, w, R, Ф, q с масштабными коэффициентами в систему (3) и упрощения ее, были получены следующие критерии подобия:

$$\frac{C_w \cdot C_E \cdot C_t^3}{12 \cdot C_R^4 \cdot C_\nu} = 1, \qquad \frac{C_w \cdot C_E}{6 \cdot C_R^4 \cdot C_\nu} = 1, \qquad \frac{-C_Ф}{C_R^3 \cdot C_\nu} = 1,$$

$$\frac{C_w \cdot C_\Phi}{C_R^4 \cdot C_\nu} = 1, \qquad \frac{C_w \cdot C_\Phi}{C_R^4 \cdot C_\nu} = 1, \qquad \frac{-C_q}{C_\nu} = 1,$$

$$\frac{C_\Phi}{C_R^4 \cdot C_E \cdot C_t} = 1, \qquad \frac{C_w^2}{2 \cdot C_R^4} = 1. \qquad C_\nu = \frac{(-1+\nu_м^2)}{(-1+\nu_н^2)}$$

Так как из анализа уравнений получены довольно сложные критерии подобия, то ограничим задачу по определению перемещений стен модели силоса следующими параметрами оболочки: h – высота оболочки силоса (м), D – диаметр оболочки силоса (м), t – толщина оболочки силоса (м), E – модуль упругости (Н/м^2), q – поверхностная нагрузка (Н/м^2), g – ускорение свободного падения (м/сек^2).

Тогда перемещения будут являться функцией:

$$W = f(h, D, t, E, q, g) \tag{6}$$

Примем анализ размерностей и составим таблицу показателей степеней размерностей: длины – [L], массы – [M] и времени – [T] для принятых величин.

Таблица – Показатели степеней принятых размерностей

Размерности Параметры	$[L]^\lambda$, (м)	$[M]^\mu$, (кг)	$[T]^\tau$, (сек)
h	$\lambda_1 = 1$	$\mu_1 = 0$	$\tau_1 = 0$
D	$\lambda_2 = 1$	$\mu_2 = 0$	$\tau_2 = 0$
t	$\lambda_3 = 1$	$\mu_3 = 0$	$\tau_3 = 0$
E	$\lambda_4 = -1$	$\mu_4 = 1$	$\tau_4 = -2$
q	$\lambda_5 = -1$	$\mu_5 = 1$	$\tau_5 = -2$
g	$\lambda_6 = 1$	$\mu_6 = 0$	$\tau_6 = -2$

Основными единицами измерения примем величины D, q, g. Требование их линейной независимости является главным, то есть определитель составленный из показателей степеней размерностей должен быть не равен нулю.

В нашем случае:

$$\Delta = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 \\ -1 & 1 & -2 \\ 1 & 0 & -2 \end{vmatrix} \neq 0$$

Найдем критерии подобия, записав условие (4) в безразмерном виде:

$$\frac{w}{D^{\alpha w}\cdot q^{\beta w}\cdot g^{\gamma w}}=f\left(\begin{array}{l}\frac{h}{D^{\alpha h}\cdot q^{\beta h}\cdot g^{\gamma h}};\frac{D}{D^{\alpha D}\cdot q^{\beta D}\cdot g^{\gamma D}};\frac{t}{D^{\alpha t}\cdot q^{\beta t}\cdot g^{\gamma t}};\\ \frac{E}{D^{\alpha E}\cdot q^{\beta E}\cdot g^{\gamma E}};\frac{q}{D^{\alpha q}\cdot q^{\beta q}\cdot g^{\gamma q}}\end{array}\right) \quad (7)$$

Значения α, β и γ определяются из условия, что в выражении (7) комплексы безразмерны, тогда:

$$\frac{w}{D^{\alpha w}\cdot q^{\beta w}\cdot g^{\gamma w}}=\frac{[L]^{-1}}{[L]^{\alpha w}\cdot\left([L]^{-1}\cdot[M]^{1}\cdot[T]^{-2}\right)^{\beta w}\cdot\left([L]^{1}\cdot[T]^{-2}\right)^{\gamma w}}=$$
$$=[L]^{(1-\alpha w+\beta w-\gamma w)}\cdot[M]^{-\beta w}\cdot[L]^{(2\beta w+2\gamma w)}=1$$

откуда

$1-\alpha\cdot w+\beta\cdot w-\gamma\cdot w=0;$

$-\beta\cdot w=0;$

$2\cdot\beta\cdot w+2\gamma\cdot w=0,$

или $\beta\cdot w=0;$ $\gamma\cdot w=0,$ $\alpha\cdot w=1;$

тогда первый критерий подобия будет равен $\Pi_1=\frac{w}{D}$.

Поступая аналогично, получим:

$\Pi_2=\frac{h}{D}$; $\Pi_3=1$; $\Pi_4=\frac{t}{D}$; $\Pi_5=\frac{E}{q}$; $\Pi_6=1$.

Для подобных систем критерии подобия одинаковы. $\Pi_1,\ldots\Pi_5\rightarrow \text{idem}$.

Следовательно, изготавливая модель, необходимо соблюсти геометрическое подобие натуральному силосу, при этом учесть соотношение критериев $\Pi_4\cdot\Pi_5$, то есть:

$$\frac{E_м\cdot t_м}{q_м\cdot D_м}=\frac{E_н\cdot t_н}{q_н\cdot D_н},$$

откуда $q_м=\frac{E_м\cdot D_н\cdot q_н}{E_н\cdot t_н}\cdot\frac{t_м}{D_м}=0.058q_н$

Таким образом, уровень нагрузки на модель должен быть определен как доля от действительной нагрузки, с учетом соотношения толщины оболочки модели к ее диаметру.

Список литературы:

1. Седов, Л.И. Методы подобия и размерности в механике /Л.И. Седов. М. : Наука, 1967. – 428 с.
2. Алабужев, П.Н. Теория подобия и размерностей. Моделирование / П.Н. Алабужев, В.Б. Геронимус.– М.: Высшая школа, 1968. –205 с.
3. Кузнецов, И.М. Пространственная работа гибкого металлического силоса с наружным стержневым каркасом : дис.....канд. техн. наук: 05.23.01 / Кузнецов Игорь Михайлович. – Москва, 2000. – 181 с.

УДК 621.0

ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГРАВИТАЦИОННОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Скотникова Алла Александровна

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., Россия, e-mail: perepelkinaalla@mail.ru

Аннотация. В статье приведен вывод дифференциальных уравнений движения частицы по криволинейной гравитационной поверхности.

Ключевые слова: криволинейная гравитационная поверхность, дифференциальные уравнения, естественная система координат.

GEOMETRIC MODELING OF THE GRAVITATIONAL SURFACE

Skotnikova Alla Aleksandrovna

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Russia, e-mail: perepelkinaalla@mail.ru

Abstract. The article presents the derivation of differential equations of particle motion along a curvilinear gravitational surface.

Keywords: curvilinear gravitational surface, differential equations, natural coordinate system.

Рассмотрим перемещение частицы по криволинейной гравитационной поверхности в продольной и в поперечной плоскостях. Перемещение в поперечной плоскости описывается дифференциальными уравнениями (1) и (2) движения частицы по криволинейной гравитационной поверхности с профилем, представляющим кривую состоящую двух из дуг $\cup$AB и $\cup$BC, с вероятностью падения под углом от 0^0 до 180^0 (рис. 1):

$$dv/dt = q \cdot \sin\alpha - f \cdot (v^2/R_п - q \cdot \cos\alpha) - k_п \cdot v^2. \quad (1)$$

$$dv/dt = q \cdot (\sin\alpha - f \cdot \cos\alpha) - f \cdot v^2/R_п - k_п \cdot v^2. \quad (2)$$

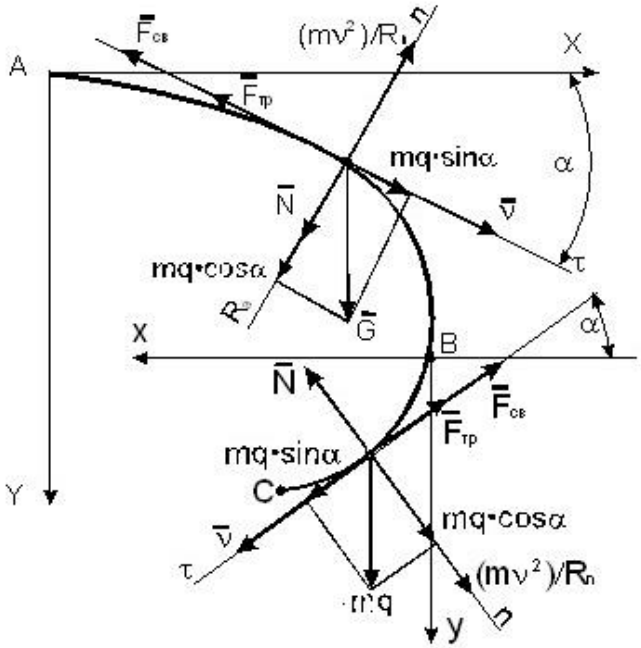


Рис. 1. Схема сил, действующих на частицу расположенной на участке АВ, ВС гравитационной кривой.

При движении в продольной плоскости для составления дифференциальных уравнений необходимо учитывать угол поворота [1].

Для этого обозначим первоначальное положение частицы на гравитационной кривой АВС, расположенной в вертикальной плоскости Axy (рис. 2). За промежуток времени dt плоскость Axy повернется на угол β вокруг оси Ax, следовательно, частица будет двигаться вдоль кривой $A_1B_1C_1$ расположенной в плоскости $A_1x_1y_1$ (рис. 3).

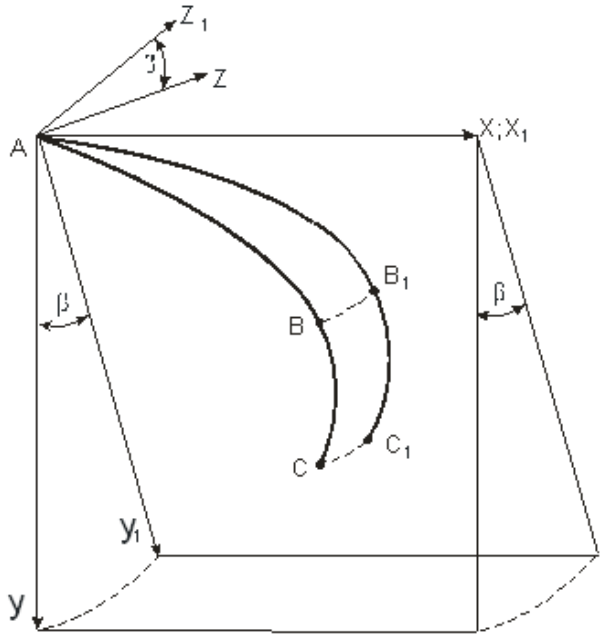


Рис. 2. Схема поворота гравитационной кривой АВС.

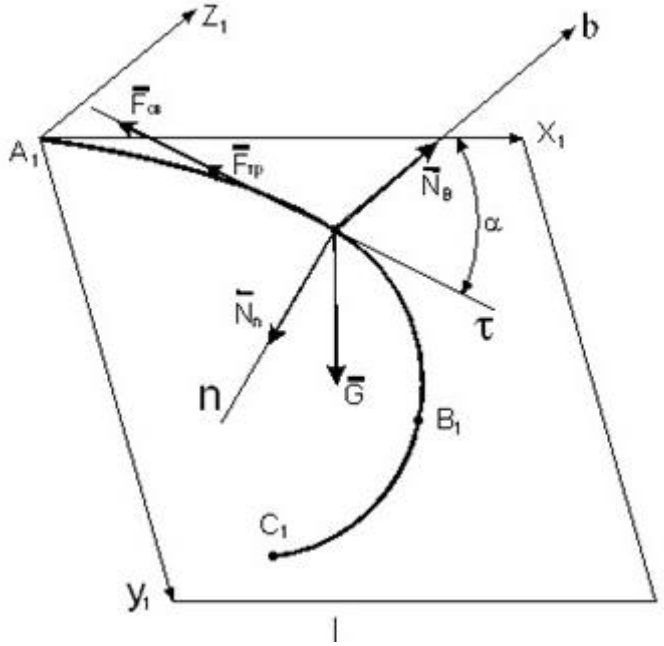


Рис. 3. Схема сил, действующих на частицу расположенную на участке АВ гравитационной кривой.

Запишем дифференциальные уравнения движения частицы на участке $\cup A_1B_1$ при повороте. На неё будут действовать силы: сила тяжести $\overline{G}$, нормальная реакция $\overline{N}$, сила трения $\overline{F_{тр}}$ и сила сопротивления воздуха $\overline{F_{св.}}$. Так как сила $\overline{G}$ направлена вертикально вниз, то в системе координат Axyz она имеет проекции:

$$G_x = 0;\ G_y = G = mq; G_z = 0. \qquad (3)$$

Найдем проекции этой силы в системе координат $A_1x_1y_1z_1$. Для чего воспользуемся известными зависимостями [2]:

$$\grave{a}_{x_H} = \grave{a}_{x_c}\cos\varphi + \grave{a}_{y_c}\sin\varphi,$$
$$\grave{a}_{y_H} = -\grave{a}_{x_c}\sin\varphi + \grave{a}_{y_c}\cos\varphi, \qquad (4)$$

Заменим: $a \to G$, $x_н \to y_1$, $y_н \to z_1$, $x_c \to y$, $y_c \to z$, $\varphi \to \beta$, в результате чего получим проекции силы G:

$$G_{x_1} = G_x = 0, G_{y_1} = G_y\cos\beta + G_z\sin\beta = mq\cos\beta,$$
$$G_{z_1} = -G_y\sin\beta + G_z\cos\beta = -mq\sin\beta. \qquad (5)$$

Введем естественную систему координат τ (касательная к траектории), n (главная нормаль (оси лежат в плоскости $A_1x_1y_1$)), b (бинормаль (ось

параллельна оси z_1)). Обозначим α – угол наклона касательной τ к оси Ax_1. Найдем проекции силы $\overline{G}$ на оси естественной системы координат τ, n, b. Для чего воспользуемся зависимостями (4), где заменим, а → G, $x_н$ → τ, $y_н$ → n, x_c → x_1, y_c → y_1, φ → α, в результате чего получим:

$$G_\tau = G_{x_1}\cos\alpha + G_{y_1}\sin\alpha = mq\cos\beta\sin\alpha,$$
$$G_n = -G_{x_1}\sin\alpha + G_{y_1}\cos\alpha = mq\cos\beta\cos\alpha, \qquad (6)$$
$$G_b = G_{z_1} = -mq\sin\beta.$$

Сила трения $\overline{F_{тр}}$ и сила сопротивления воздуха $\overline{F_{св.}}$ параллельны оси τ и направлены в сторону, противоположную скорости $\overline{\nu}$. Нормальная реакция $\overline{N}$ располагается в плоскости, нормальной к кривой A_1B_1 и имеет составляющие $\overline{N}_n$ и $\overline{N}_b$.

Запишем дифференциальное уравнение движения в векторной форме:

$$m\cdot d\overline{v}/dt = \overline{G} + \overline{N} + \overline{F}_{тр} + \overline{F}_{св.}. \qquad (7)$$

Проецируя это уравнение на оси естественной системы координат τ, n, b получим:

$$m\cdot d\nu/dt = mq\cos\beta\sin\alpha - f\cdot N - m\cdot k_п\cdot\nu^2, \qquad (8)$$
$$m\cdot\nu^2/R_п = mq\cos\beta\cos\alpha + N_n, \qquad (9)$$
$$0 = -mq\sin\beta + N_b \qquad (10)$$

Из уравнений (9) и (10) определим проекции нормальной реакции:

$$N_n = m(\nu^2/R_п - q\cos\beta\cos\alpha), \qquad (11)$$
$$N_b = mq\sin\beta, \qquad (12)$$

а также найдем модуль силы N:

$$N = (N_n^2 + N_b^2)^{1/2} = m[(\nu^2/R_п - q\cos\beta\cos\alpha)^2 + q^2\sin^2\beta]^{1/2}. \qquad (13)$$

Подставляя в уравнение (8) и сокращая массу m, получим дифференциальное уравнение, описывающее движение на участке $\cup A_1B_1$ гравитационной кривой при повороте:

$$dv/dt = q\cos\beta\sin\alpha - f\,[(v^2/R_п - q\cos\beta\cos\alpha)^2 + q^2\sin^2\beta]^{1/2} - k_п v^2. \qquad (14)$$

Рассмотрим участок $\cup$ B_1C_1 гравитационной кривой (рис. 4). Проекции силы $\overline{G}$ тяжести на оси системы координат $B_2x_2y_2z_2$ имеют вид:

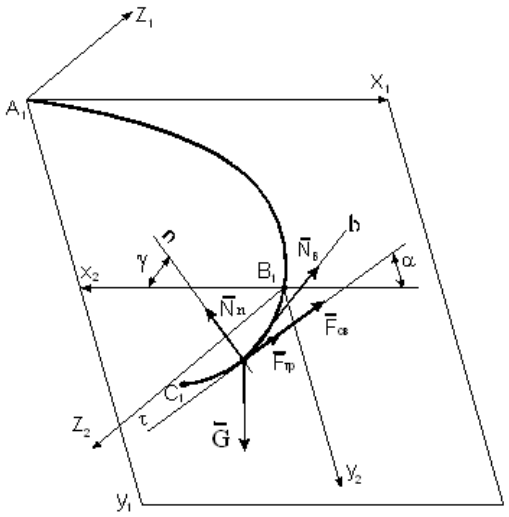


Рис. 4. Схема сил, действующих на частицу расположенную на участке B_1C_1 гравитационной кривой.

$$G_{x_2} = -G_{x_1} = 0, G_{y_2} = G_{y_1} = mq\cos\beta,$$

$$G_{z_2} = -G_{z_1} = mq\sin\beta. \qquad (15)$$

Введем естественную систему координат τ, n, b. Угол наклона касательной τ к оси B_1x_2 обозначим α, а угол наклона главной нормали n к этой же оси обозначим γ, следовательно:

$$\gamma = \alpha - 90^\circ, \qquad (16)$$

Для нахождения проекции силы тяжести $\overline{G}$ на оси используем выражение (4), для чего проведем замену $a \to G$, $x_н \to n$, $x_c \to x_2$, $\varphi \to \gamma$, $y_н \to \tau$, $y_c \to y_2$. Итогом преобразования будут выражения:

$$G_n = G_{x_2}\cos\gamma + G_{y_2}\sin\gamma = mq\cos\beta\sin(\alpha - 90^\circ) = -mq\cos\beta\cos\alpha, \qquad (17)$$

$$G_\tau = -G_{x_2}\sin\gamma + G_{y_2}\cos\gamma = mq\cos\beta\cos(\alpha - 90^\circ) = mq\cos\beta\sin\alpha. \qquad (18)$$

Так как ось B_1z_2 и бинормаль b параллельны и противоположно направлены, то:

$$G_b = -G_{z_2} = -mq\sin\beta. \qquad (19)$$

Проецируя дифференциальное уравнение (7) на оси τ, n, b, получим:

$$m \cdot dv/dt = mq \cos\beta \sin\alpha - f \cdot N - m \cdot k_п \cdot v^2, \quad (20)$$

$$m \cdot v^2/R_п = - mq \cos\beta \cos\alpha + N_n, \quad (21)$$

$$0 = - mq \sin\beta + N_b. \quad (22)$$

Из выражений (21) и (22) найдем проекции нормальной реакции $\overline{N}$, а затем ее модуль:

$$N = m[(v^2/R_п + mq \cos\beta \cos\alpha)^2 + q^2 \sin^2\beta]^{1/2}. \quad (23)$$

Подставим выражение (23) в (20) и сократим массу m. Итогом преобразования будет являться дифференциальное уравнение движения частицы на участке B_1C_1 гравитационной кривой:

$$dv/dt = q \cos\beta \sin\alpha - f\,[(v^2/R_п + q \cos\beta \cos\alpha)^2 + q^2 \sin^2\beta]^{1/2} - k_п v^2. \quad (24)$$

Полученные дифференциальные уравнения (14) и (24) описывают не свободное движение частицы по криволинейной гравитационной поверхности, с профилем, представляющим кривую состоящую двух из дуг $\cup A_1B_1$ и $\cup B_1C_1$, с учетом поворота и возможностью схода под углом от 0^0 до 180^0.

Список литературы

1. Василенко П.М. Теория движения частицы по шероховатым поверхностям сельскохозяйственных машин. [Текст] / П.М.Василенко. – Киев: Сельхозгиз, 1957. –283с.

2. Бронштейн И.Н. Справочник по математике: учеб. Пособие / И.Н.Бронштейн, К.А.Семендяев: – Изд. 2–е., стереотип. – М. – Наука, 1967. – 227с.

УДК 519.65, 514

ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПОВЕРХНОСТИ АРХИТЕКТУРНОГО ПОКРЫТИЯ НА ОСНОВЕ НЕОДНОРОДНОЙ ИНТЕРПОЛЯЦИИ

Чекалин Андрей Александрович, Решетников Михаил Константинович, Шалунов Вячеслав Викторович

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., Россия, e-mail: cooperloop@mail.ru

Аннотация. Для моделирования сложных технических поверхностей в инженерной геометрии и проектировании широко применяются интерполяционные

сплайны. В статье предлагается расширение метода сплайн-функций добавлением новых видов сплайнов. Сплайны с интегральными параметрами позволяют эффективнее решать такие задачи, возникающие при конструировании архитектурных поверхностей как аппроксимация, интерполяция, интерполяция со сглаживанием.

Ключевые слова. Покрытие, поверхность, геометрическая модель, сплайн

GEOMETRIC MODEL OF SURFACE OF ROOF BASED ON HETEROGENEOUS INTERPOLATION

Chekalin Andrey Alexandrovich, Reshetnikov Mikhail Konstantinovich, Shalunov Vyacheslav Victorovich

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Russia
e-mail: cooperloop@mail.ru

Abstract. Interpolation splines are widely used to model complex technical surfaces in engineering geometry, engineering. The article proposes the expansion of the spline function method by adding new types of splines. Splines with integral parameters make it possible to more effectively solve such problems arising in the design of architectural surfaces such as approximation, interpolation, interpolation with smoothing.

Keywords. Roof, surface, geometric model, spline

Сплайн-функция применяется для моделирования кривых линий и криволинейных поверхностей в тех отраслях техники, где форма поверхности традиционно является сложной и часто не может быть описана единым уравнением.

Для решения геометрических задач интерполяции и аппроксимации практически всегда применяют кубический сплайн, описанный впервые И. Шонбергом в 1946 г. Разработанные в дальнейшем другие виды слайнов являются частными случаями того же кубического сплайна.

Скалярная сплайн-функция третьей степени на области определения параметра x $[x_i, x_{i+1}]$ описывается формулой

$$S(u) = S_i\varphi_1(u) + S_{i+1}\varphi_2(u) + \left(S_i'\varphi_3(u) + S_{i+1}'\varphi_4(u)\right)h_i, \qquad (1)$$

где $\varphi_j(u)$, $j = 1..4$ – базисные функции, $S_i\varphi_3(u), S_{i+1}\varphi_4(u)$ - значения сплайн-функции на концах участка $S_i'\varphi_3(u), S_{i+1}'\varphi_4(u)$ – первые производные сплайна, то есть тангенсы углов наклона касательных на концах сплайна, $h_i = x_{i+1} - x_i$ - шаг параметра сплайна $u = \dfrac{t - t_i}{t_{i+1} - t_i}$, $h_i = t_{i+1} - t_i$. u изменяется в пределах $0 \le u \le 1$.

Функция описывает на плоскости кривую третьего порядка с одной точкой перегиба в общем случае. Дуга кривой однозначно задается четырьмя параметрами: координатами точек начальной и конечной точки и углами наклона касательных к кривой в этих точках. У всех сплайнов нечетных степеней количество параметров на одном конце дуги равно количеству параметров на другом конце. Поэтому дуги легко стыкуются

друг с другом. Пользователь может составить кривую любой формы из конечного числа дуг [1-4]. Сплайн первой степени представляет собой отрезок прямой. Для конструирования криволинейных поверхностей он не используется. Сплайн пятой степени имеет дополнительные коэффициенты, геометрический смысл которых трудно уяснить при переходе к функции двух переменных [3].

В работах [5] для моделирования кривых предложены сплайны второй и четвертой степени, названные авторами интегродифференциальными.

Квадратичный сплайн имеет вид

$$S(u) = S_i\psi_1(u) + S_{i+1}\psi_2(u) + I_i^{i+1}\psi_3(u)/h_i, \qquad (2)$$

где I_i^{i+1} - площадь плоскости под графиком функции определяется численным интегрированием, $\psi(u)$ - базисные функции второго порядка $\psi_1(u) = (1-u)(1-3u)$, $\psi_2(u) = (3u-2)u$, $\psi_3(u) = 6u(1-u)$

Участок сплайна задается тремя параметрами. Два коэффициента - начало и конец дуги. Третий параметр - интегральный коэффициент I – площадь плоской фигуры, ограниченной графиком функции. Этот коэффициент не принадлежит ни правому, ни левому краю функции. При конструировании составной кривой I рассчитываются для каждого участка при помощи систем линейных алгебраических уравнений исходя их условий непрерывности первых производных в узлах кусочно-гладкой кривой. Матрица системы имеет диагональное преобладание. Но в отличие от кубического сплайна имеет две диагонали, что снижает вычислительны затраты.

Сплайн четвертой степени имеет пять коэффициентов.

$$S_4(t) = S_i\varphi_1(t) + S_{i+1}\varphi_2(t) + \left[S_i'\varphi_3(t) + S_{i+1}'\varphi_4(t)\right]h_{i+1} + \frac{I_i^{i+1}}{h_{i+1}}\varphi_5(t), \qquad (3)$$

где $\varphi_1(u) = (1+5u)(1-3u)(1-u)^2$, $\varphi_2(u) = (3u-2)(6-5u)u^2$,

$\varphi_3(u) = u(2-5u)(1-u)^2/2$, $\varphi_4(u) = (1-u)(3-5u)u^2/2$, $\varphi_1(u) = 30u^2(1-u)^2$

Четыре из пяти коэффициентов - дифференциальные как у кубического сплайна, а четвертый интегральный, описанный выше. В отличие от квадратичного сплайна, здесь интегральный коэффициент не вычисляется, а задается. Он может быть получен методом численного интегрирования при постановке задачи аппроксимации поверхности реальной модели, например, после дополнительных обмеров этой модели. Далее в процессе конструирования, именно этот коэффициент позволяет интерактивно локально изменять форму кривой.

Традиционный бикубический сплайн двух переменных, применяющийся для моделирования кусочно-гладкой поверхности имеет вид

$$S_{33} = \varphi(u)S\varphi^T(v), \text{ где} \qquad (4)$$

$$S=\begin{pmatrix} S_{ij} & S_{i+1j} & D_{ij}^{10} & D_{i+1j}^{10} \\ S_{ij+1} & S_{i+1j+1} & D_{ij+1}^{10} & D_{i+1j+1}^{10} \\ D_{ij}^{01} & D_{i+1j}^{01} & D_{ij}^{11} & D_{i+1j}^{11} \\ D_{ij+1}^{01} & D_{i+1j+1}^{01} & D_{ij+1}^{11} & D_{i+1j+1}^{11} \end{pmatrix},\ \varphi(u)=(\varphi_1(u),\varphi_2(u),\varphi_3(u)h_i,\varphi_4(u)h_i),$$

$$\varphi(v)=(\varphi_1(v),\varphi_2(v),\varphi_3(v)l_j,\varphi_4(v)l_j),\quad u=\frac{x-x_i}{x_{i+1}-x_i}\ v=\frac{y-y_j}{y_{j+1}-y_j},$$

D – частные производные $D^{11}=\dfrac{\partial^2 S}{\partial x\partial y}, D^{01}=\dfrac{\partial S}{\partial y}\ \ D^{10}=\dfrac{\partial\ S}{\partial x}$.

Ячейка сплайна определяется шестнадцатью коэффициентами, из которых двенадцать должны быть вычислены.

Биквадратичный сплайн имеет вид

$$S_{2,2}=\varphi(v)G\varphi^T(u),\ \text{здесь} \tag{5}$$

$$G=\begin{pmatrix} S_{ij} & S_{i+1j} & I_i^{i+1}(y_j) \\ S_{ij+1} & S_{i+1j+1} & I_i^{i+1}(y_{j+1}) \\ I_j^{j+1}(x_i) & I_j^{j+1}(x_{i+1}) & I_i^{i+1}I_j^{j+1} \end{pmatrix},$$

базисные функции $\varphi(u)$ и $\varphi(v)$ квадратичного сплайна определены выше,

$$I_i^{i+1}(y_j)=\int_{x_i}^{x_{i+1}}S(x,y_j)dx,.\ I_j^{j+1}(x_i)=\int_{y_j}^{y_{j+1}}S(x_i,y)dy,\ I_i^{i+1}I_j^{j+1}=\int_{x_i}^{x_{i+1}}\int_{x_j}^{y_{j+1}}S(x,y)dxdy$$

Ячейка этого сплайна определяется девятью коэффициентами, пять из которых вычисляются.

Двумерный сплайн четвертой степени имеет вид

$$S(x,y)=\varphi^T(u)\overline{F}\varphi(v),\ \text{где} \tag{6}$$

$$S=\begin{pmatrix} S_{i.j} & S_{i,j+1} & D_{i,j}^{01} & D_{i,j+1}^{01} & I_j^{j+1}y(x_i) \\ S_{i+1,j} & S_{i+1,j+1} & D_{i+1,j}^{01} & D_{i+1,j+1}^{01} & I_j^{j+1}y(x_{i+1}) \\ D_{i.j}^{10} & D_{i,j+1}^{10} & D_{i.j}^{11} & D_{i,j+1}^{11} & dI_j^{j+1}y(x_i) \\ D_{i+1,j}^{10} & D_{i+1,j+1}^{10} & D_{i+1,j}^{11} & D_{i+,j+1}^{11} & dI_j^{j+1}y(x_{i+1}) \\ I_i^{i+1}x(s_i) & I_i^{i+1}x(y_{i+1Б}) & dI_i^{i+1}x(y_i) & dI_i^{i+1}x(y_{i+1}) & I_i^{i+1}I_j^{j+1} \end{pmatrix},$$

$\varphi(u)$ и $\varphi(v)$ - матрицы весовых функций (3).

Ячейка сплайна задается двадцатью пятью коэффициентами. Из них девять задаются при постановке задачи интерполяции, а шестнадцать – вычисляются.

Все сплайны двух переменных являются однородными в том смысле, что для каждого из них частичные сплайны имеют одинаковые степени.

В инженерной практике часто к сечениям одной поверхности в различных направлениях предъявляют различные требования. Рассмотрим

возможность конструирования поверхности покрытия архитектурного сооружения – крытого футбольного стадиона (рис.1).

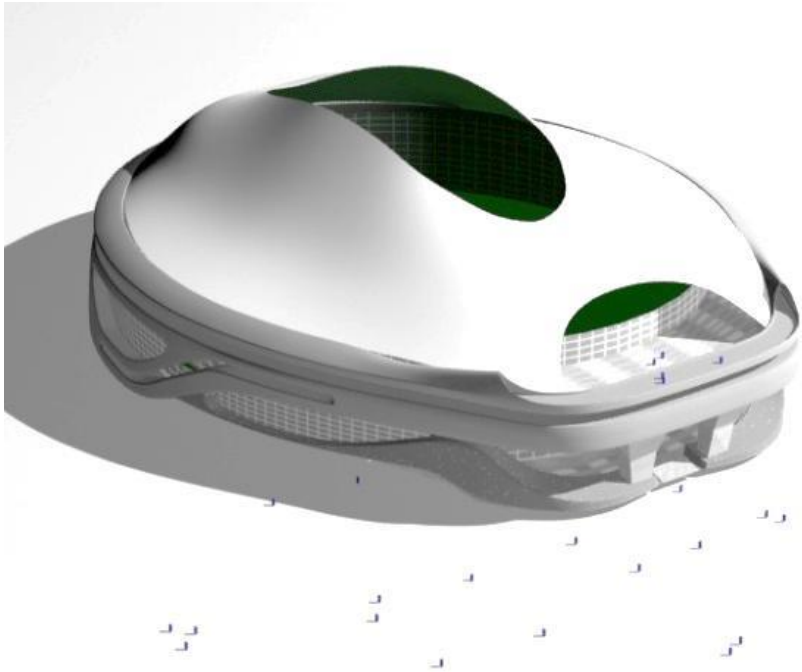


Рис. 1. Сооружение с криволинейным покрытием

Поверхность топологически представляет собой кольцо. Семейство замкнутых кривых, расположенных вдоль периметра сооружения является наиболее сложным в данном случае. Для их конструирования применим кубический сплайн. Линии второго семейства на первый взгляд кажутся более простыми. Хотя они не имеют точек перегиба, для конструирования этих лини применим сплайн четвертой степени как более гибкий и дающий возможность управлять формой поверхности в процессе конструирования.

Для моделирования поверхности предлагается использовать сплайн, названный автором неоднородным. Частичные сплайны в двух взаимно перпендикулярных направлениях будут иметь различные степени (в данном конкретном случае третью и четвертую). Таким образом, двумерная сплайн-функция им имеет вид

$$S_{3,4} = \varphi(u) G \psi^T(v), \text{ где} \qquad (7)$$

$$G = \begin{pmatrix} S_{ij} & S_{i+1j} & D^y{}_{ij} & D^y{}_{i+1j} & I_i^{i+1}(y_j) \\ S_{ij+1} & S_{i+1j+1} & D^y{}_{ij+1} & D^y{}_{i+1j+1} & I_i^{i+1}(y_{j+1}) \\ D^x{}_{ij} & D^x{}_{i+1j} & D^{xy}{}_{ij} & D^{xy}{}_{i+1j} & DI_i^{i+1}(y_i) \\ D^x{}_{ij+1} & D^x{}_{i+1j+1} & D^{xy}{}_{ij+1} & D^{xy}{}_{i+1j+1} & DI_i^{i+1}(y_{j+1}) \end{pmatrix},$$

$\varphi(u)$ и $\psi(v)$ - матрицы базисных функций 3 и 4 порядка соответственно.

Здесь мы обозначили D_{ij}^x- первая частная производная от сплайн-функции по параметру *x*, D_{ij}^y- по параметру *y*, D_{ij}^{xy}- вторая производная.

$DI_i^{i+1}(y_j)$ - первая частная производная по параметру x от интергал-функции по параметру y.

Следует заметить, что для обеспечения гладкости поверхности, моделируемой $S_{2,3}$ в направлении частичного квадратичного сплайна интегральные параметры должны быть найдены путем решения систем уравнений. При использовании $S_{3,4}$ изменение $I_i^{i+1}(y_j)$ после решения СЛАУ приведет к разрыву вторых производных но сохранит первые производные. Второй порядок гладкости обеспечивается заданием $I_i^{i+1}(y_j)$ до решения СЛАУ. При необходимости можно обеспечить третий порядок гладкости. В этом случае $I_i^{i+1}(y_j)$ должны быть рассчитаны системой уравнений, полученной из условия непрерывности третьих производных сплайна S_4.

Для моделирования поверхности следует перейти к параметрическому вектор-сплайну $\overline{W}_{34}$, для которого скалярные сплайны S_{34}^x S_{34}^y и S_{34}^z являются компонентами [2].

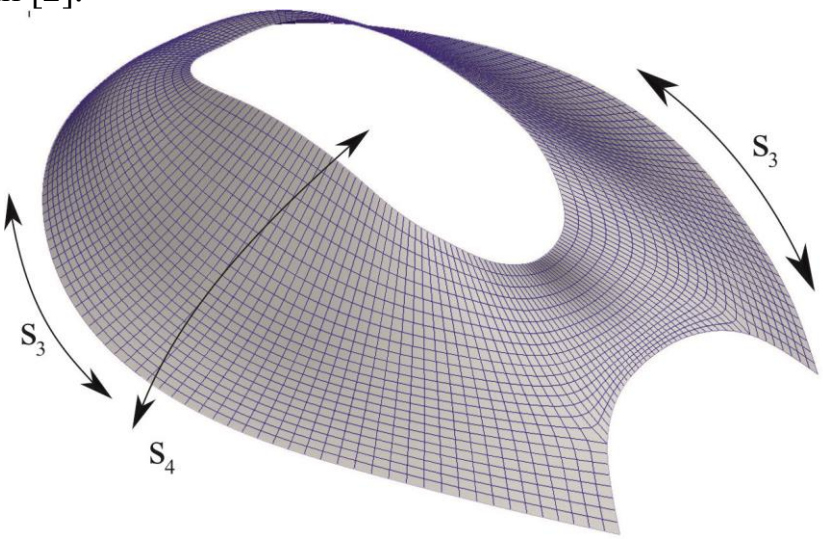


Рис. 2. Модель покрытия, описанная неоднородным сплайном $\overline{W}_{34}$

Первое преимущество этого сплайна перед классическим бикубическим, это то, что при помощи дополнительных интегральных и интегродифференциальных коэффициентов удобнее управлять формой поверхности в процессе конструирования. Второе преимущество то, что существенно удается уменьшить кусочность составной поверхности. При замене кубического полинома на сплайн четвертой степени в этом направлении кусочность уменьшается до трех раз. Это дает в свою очередь упрощает расчеты производных характеристик покрытия, а так же технологическую проработку конструкций.

Список литературы:

1. Шишкин Е.В., Плис А.Е. Кривые и поверхности на экране компьютера. Руководство по сплайнам для пользователей. – М.:ДИАЛОГ-МИФИ, 1996. 240 с.

2. Фокс А., Пратт М. Вычислительная геометрия. Применение в проектировании и на производстве: Пер. с англ. – М.: Мир. 1982. – 304с.

3. Алберг Дж., Нильсон Э., Уолш Дж. Теория сплайнов и ее приложения.- М.: Мир, 1972. – 316с.

4. Завьялов Ю.С., Квасов Ю.И., Мирошниченко В.Л. метод сплайн-функций– М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1980. – 350с.

5. Чекалин А.А. Моделирование поверхности сложных технических поверхностей на основе интегродифференциальных сплайнов: автореф дисс. … канд. тех. наук. М., 1998. 23с.

УДК 69.059.7

СУДЕБНАЯ СТРОИТЕЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА

Постюшков Андрей Владимирович, Котов Дмитрий Андреевич

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., Россия, e-mail: avpsar@yandex.ru

Аннотация. Рассматриваются задачи судебной строительно-технической экспертизы.

Ключевые слова: судебная строительно-техническая экспертиза, строительство, стоимость зданий, стоимость сооружений.

JUDICIAL CONSTRUCTION AND TECHNICAL EXPERTISE

Postushkov Andrey Vladimirovich, Kotov Dmitriy Andreyevich

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Russia, e-mail: avpsar@yandex.ru

Abstract. The tasks of judicial construction and technical expertise are considered.

Keywords: judicial construction and technical expertise, construction, cost of buildings, cost of facilities.

Судебная строительно-техническая экспертиза как род судебных инженерно-технических экспертиз играет важную, иногда решающую роль:

– в расследовании и судебном разбирательстве уголовных дел о несчастных случаях, авариях и разрушениях в строительстве;

– при рассмотрении в судах общей юрисдикции и арбитражных судах гражданских споров о праве собственности на недвижимость, качестве и стоимости зданий, строений, сооружений и выполненных строительных работ;

– в расследовании дел об административных правонарушениях, связанных с установлением правильности и правомерности строительства, эксплуатации строительных объектов.

Задачи судебной строительно-технической экспертизы классифицируются следующим образом:

1. Стоимостные задачи
2. Диагностические задачи
3. Нормативистские задачи
4. Каузальные задачи

5. Преобразовательные задачи

Таким образом, предмет судебного разбирательства при разделе имущества, включающего жилой дом, хозяйственные постройки и сооружения, составляет возможность:

а) раздела внутренних помещений (жилых и нежилых) путем переоборудования, достроек, перестроек ("техническая" возможность раздела);

б) выдела соответствующих по размерам и свойствам долям в праве собственности изолированных помещений (квартир), отвечающих требованиям жилых, и присуждения их спорящим сторонам в индивидуальную собственность с учетом интересов сторон, фактически сложившегося порядка пользования и др.

В судебном решении должны быть установлены: способ исполнения раздела – путем перепланировок, перестроек или без них; порядок исполнения на кого будут возложены обязанности по реализации перестроек и переоборудования; стоимость работ. Может быть предложено несколько вариантов переоборудования и перестройки (в пределах заданных судом условий), в таких случаях речь также идет о вариантах раздела.

Учитывая изложенное, мы приходим к следующему выводу:

1). Предмет судебной строительно-технической экспертизы - это устанавливаемые на основе специальных знаний в области строительства фактические данные по уголовным, гражданским делам, рассматриваемым как в судах общей юрисдикции, так и в арбитражных судах, а также по делам об административных правонарушениях.

2). Задачи судебной строительно-технической экспертизы – это установление свойств исследуемого объекта или фактических данных объекта строительства в рамках уголовного, гражданского дела или по делам об административных правонарушениях.

Все задачи делятся на общие и частные (подзадачи). К общим задачам относятся: классификационные, диагностические, каузальные, нормативистские, преобразовательные и стоимостные. К подзадачам относятся: экзистенциальные, атрибутивные и ситуалогические. Для решения общих задач необходимо решить частные задачи (подзадачи).

Список литературы

1. Методика расчета цилиндрической оболочки, взаимодействующей с нелинейно деформируемым слоистым основанием/ Ф. С. Селиванов, Н. А. Чекурков // Известия Орловского государственного технического университета. Строительство и транспорт, 2008,N N 3.-С.83-86.

2. Математическое моделирование процесса деформирования плиты, взаимодействующей с нелинейно-деформируемой неоднородной средой основания/Н. Ф. Синева, Ф. С. Селиванов // Вестник Саратовского государственного технического университета, 2011,N № 60.-С.7-15.

3. Расчет цилиндрической оболочки переменной жесткости, взаимодействующей с нелинейно-деформируемым основанием/Н. Ф. Синева, Ф. С. Селиванов, Д. В. Никитюк // Вестник Саратовского государственного технического университета, 2011,N № 60.-С.15-21.

УДК 69.059.7

НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРУЕМОЕ СОСТОЯНИЕ КОНСТРУКЦИИ, ВЗАИМОДЕЙСТВУЮЩЕЙ С НЕЛИНЕЙНО-ДЕФОРМИРУЕМЫМ ОСНОВАНИЕМ

Селиванов Филипп Сергеевич, Батраев Ринат Равильевич

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., Россия, e-mail: selivanovphs@mail.ru

Аннотация. Предложена методика расчета конструкций, взаимодействующей с многослойным основанием. Математическая модель для материала слоев основания строится на основе деформационной теории пластичности. Построен алгоритм численных исследований и приводятся результаты расчета деформации конструкции, взаимодействующей с двухслойным основанием.

Ключевые слова: конструктивный элемент, основание, воздействие агрессивных сред на материал, неоднородные сплошные среды, упругопластическое деформирование, наведенная неоднородность.

STRESSED-DEFORMABLE STATE OF A CONSTRUCTION, INTERACTING WITH A NONLINEAR DEFORMABLE BASE

Selivanov Filipp Sergeevich, Batraev Rinat Ravilievich

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Russia, e-mail: selivanovphs@mail.ru

Abstract. A method for calculating structures interacting with a multilayer base is proposed. The mathematical model for the material of the base layers is based on the deformation theory of plasticity. An algorithm for numerical studies is constructed and the results of the calculation of the deformation of a structure interacting with a two-layer base are given..

Keywords: structural elementbase, effect of corrosive media on the material, inhomogeneous medium, elasto-plastic deformation induced by the heterogenity.

В процессе эксплуатации в грунтовом основании происходят изменения деформационных свойств, вызванные воздействием различных факторов. Воздействия подземных вод, агрессивных сред, изменения температурно-влажностного режима, краткосрочные или длительные механические воздействия на грунт приводят к развитию наведенной неоднородности физико-механических свойств среды основания. Наведенную неоднородность сложно предсказать на начальных стадиях строительства, так как она развивается в процессе эксплуатации и часто является следствием многих факторов. Целью работы является разработка математической модели и анализ напряженно-деформированного состояния конструктивных элементов, взаимодействующих с грунтовым основанием в

условиях наведенной неоднородности его физико-механических свойств с локальными областями закрепления основания.

Рассмотрим плоскую задачу изгиба упругой длинной в направлении у плиты, лежащей на основании, в приращениях:

$$EJ \cdot \Delta W_1^{IV} = \Delta p(x) - \Delta q(x),$$

где $\Delta W_1(x)$ – приращение прогиба балки; $\Delta p(x)$ – приращение внешней заданной нагрузки; $\Delta q(x)$ – приращение реакции основания, $EJ = E \cdot h_b^3 \cdot b / \left(12 \cdot (1 - \nu^2)\right)$ – изгибная жесткость.

Рассматривая совместную работу балки и основания, используя идеи модели основания В.З.Власова и гипотезы деформационной теории пластичности в приращениях, как в [1], бала получена система дифференциальных уравнений краевой задачи, выражающей зависимость между нагрузкой на балку и её прогибом (осадкой), в приращениях:

$$EJ \cdot \int_0^H \psi_1 dz \cdot \Delta W_1^{IV} - \sum_{k=1}^{n} \left[\int_0^H E_{33} \psi_k \psi_1 dz \right] \cdot \Delta W_k'' -$$

$$- \sum_{k=1}^{n} \left[\int_0^H \frac{\partial E_{33}}{\partial x} \psi_k \psi_1 dz + \int_0^H E_{32} \psi_k' \psi_1 dz - \int_0^H \frac{\partial E_{23}}{\partial z} \psi_k \psi_1' dz - \int_0^H E_{23} \psi_k' \psi_1' dz \right] \cdot \Delta W_k' -$$

$$- \sum_{k=1}^{n} \left[\int_0^H \frac{\partial E_{32}}{\partial x} \psi_k' \psi_1 dz - \int_0^H \frac{\partial E_{22}}{\partial z} \psi_k' \psi_1' dz - \int_0^H E_{22} \psi_k'' \psi_1' dz \right] \cdot \Delta W_k = \Delta p \cdot \int \cdot \psi_1 dz$$

и

$$\sum_{k=1}^{n} \left[\int_0^H E_{33} \psi_k \psi_h dz \right] \cdot \Delta W_k'' +$$

$$+ \sum_{k=1}^{n} \left[\int_0^H \frac{\partial E_{33}}{\partial x} \psi_k \psi_h dz + \int_0^H E_{32} \psi_k' \psi_h dz - \int_0^H \frac{\partial E_{23}}{\partial z} \psi_k \psi_h' dz - \int_0^H E_{23} \psi_k' \psi_h' dz \right] \cdot \Delta W_k' +$$

$$+ \sum_{k=1}^{n} \left[\int_0^H \frac{\partial E_{32}}{\partial x} \psi_k' \psi_h dz - \int_0^H \frac{\partial E_{22}}{\partial z} \psi_k' \psi_h' dz - \int_0^H E_{22} \psi_k'' \psi_h' dz \right] \cdot \Delta W_k = 0$$

где $h = 2,...,n$.

Здесь E_{ij} элементы матрицы физико-механических параметров (переменных жесткостей), ψ_I система выбираемых из условий деформирования координатных функций, W_i вертикальные перемещения на линии контакта слоев.

При этом в зависимости от условий задачи на краях плиты должны быть заданы различные граничные условия на W_i.

Список литературы

1. Методика расчета цилиндрической оболочки, взаимодействующей с нелинейно деформируемым слоистым основанием/ Ф. С. Селиванов, Н. А. Чекурков // Известия Орловского государственного технического университета. Строительство и транспорт, 2008,N N 3.-С.83-86.
2. Математическое моделирование процесса деформирования плиты, взаимодействующей с нелинейно-деформируемой неоднородной средой основания/Н. Ф. Синева, Ф. С. Селиванов // Вестник Саратовского государственного технического университета, 2011,N № 60.-С.7-15.
3. Расчет цилиндрической оболочки переменной жесткости, взаимодействующей с нелинейно-деформируемым основанием/Н. Ф. Синева, Ф. С. Селиванов, Д. В. Никитюк // Вестник Саратовского государственного технического университета, 2011,N № 60.-С.15-21.

УДК 69.059.7

ОПИСАНИЕ НЕОДНОРОДНОСТИ ЖЕСТКОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК

Селиванов Филипп Сергеевич, Батраев Ринат Равильевич

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., Россия, e-mail: selivanovphs@mail.ru

Аннотация. Предложена методика расчета конструкций с неоднородностью. Математическая модель для конструкции с зонами с непрерывно меняющимися параметрами. Построен алгоритм исследований.

Ключевые слова: конструктивный элемент, основание, неоднородные сплошные среды

DESCRIPTION OF THE INHOMOGENEITY OF THE HARDNESS CHARACTERISTICS

Selivanov Filipp Sergeevich, Batraev Rinat Ravilievich

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Russia, e-mail: selivanovphs@mail.ru

Abstract. A method for calculating structures with heterogeneity is proposed. Mathematical model for construction with zones with continuously changing parameters. Built research algorithm.

Keywords: structural element, base, inhomogeneous medium.

Расчет пластин, лежащих на основании, при наличии в основании ребер, складок и других причин разрывов однородности связан с большими трудностями. Приходится для каждой зоны с непрерывно меняющимися параметрами составлять отдельные системы дифференциальных уравнений и заботиться не только о соблюдении условий на контуре всей системы, но и удовлетворять условиям контакта на границах отдельных областей, где могут быть разрывы того или иного типа.

В механике, разрывность параметров, описывающих физико-механические или геометрические характеристики слоистых сред, обусловливается различными факторами, например разрывы в функциях изменения физико-механических свойств материала слоистой среды (армирование, неоднородность структуры), точечных источников внешнего воздействия природного и техногенного характера и многие другие.

Одним из путей преодоления трудностей, связанных с рассмотрением разрывов в функциях изменения физико-механических свойств материала слоистой среды связан с применением операционного исчисления на основе интегральных преобразований.

В теории и на практике часто приходится встречаться с процессами и состояниями, при описании которых возникает необходимость работать с величинами, имеющими разрывы, различными по своему физическому содержанию. Для описания разрыва мы будем использовать единичную функцию Хевисайда (от одной переменной):

$$\Omega_0(x-x_1)=\begin{cases}0, & при\ x<x_1,\\ 1, & при\ x>x_1,\end{cases} \qquad (1)$$

которую называют еще импульсной функцией нулевого порядка.

А для описания разрыва в плоскости (две переменных) будем использовать функцию Хевисайда от двух переменных:

$$\Omega_0(x-x_1;y-y_1)=\Omega_0(x-x_1)\cdot\Omega_0(y-y_1) \qquad (2)$$

Рассмотрим случай, когда модуль деформации слоистой среды терпит вертикальный разрыв (рис. 1).

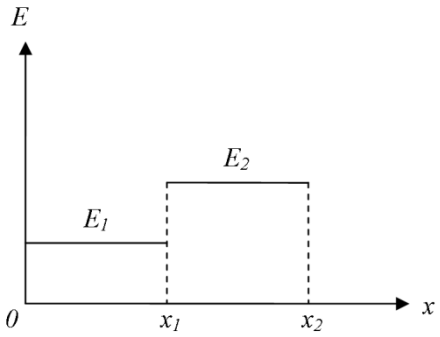


Рис.1. Преобразование модуля деформации (вертикальный разрыв)

Функция $E(x)$ может быть записана с использованием функции Хевисайда:

$$\begin{aligned}E(x)&=E_1\cdot(1-\Omega_0(x-x_1))+E_2\cdot\Omega_0(x-x_1)=\\&=E_1-E_1\cdot\Omega_0(x-x_1)+E_2\cdot\Omega_0(x-x_1)=\\&=E_1\cdot\left(1-\left(1-\frac{E_2}{E_1}\right)\cdot\Omega_0(x-x_1)\right).\end{aligned} \qquad (3)$$

В случае, когда разрывов несколько зависимость (3) можно записать в следующем виде:

$$E(x) = E_1 \cdot \left(1 - \sum_{i=2}^{s}\left(1 - \frac{E_i}{E_{i-1}}\right) \cdot \Omega_0(x - x_i)\right), \qquad (4)$$

где E_i – модуль деформации слоистой среды на i-ом участке, то есть на участке $[x_{i-1}; x_i]$, при этом $x_0 = 0$.

На практике очень часто приходится иметь дело с модулем деформации, зависящим от двух переменных, x и y (рис. 2).

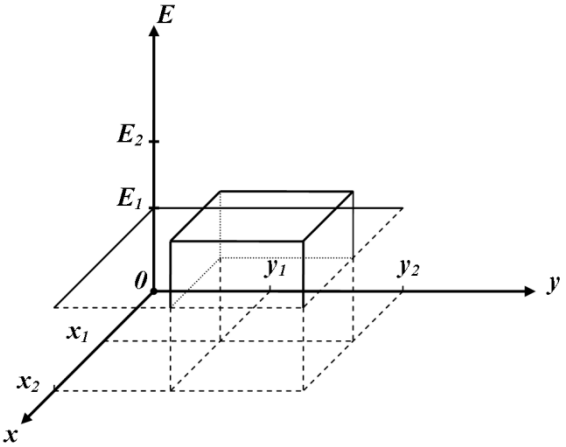


Рис. 2. Модуль деформации, зависящий от переменых

Функция $E(x, y)$ может быть записана с использованием функции Хевисайда от двух переменных в следующем виде:

$$\begin{aligned} E(x, y) &= E_1 \cdot (1 - \Omega_0(x - x_1; y - y_1)) + E_2 \cdot \Omega_0(x - x_1; y - y_1) = \\ &= E_1 - E_1 \cdot \Omega_0(x - x_1; y - y_1) + E_2 \cdot \Omega_0(x - x_1; y - y_1) = \\ &= E_1 \cdot \left(1 - \left(1 - \frac{E_2}{E_1}\right) \cdot \Omega_0(x - x_1; y - y_1)\right). \end{aligned} \qquad (5)$$

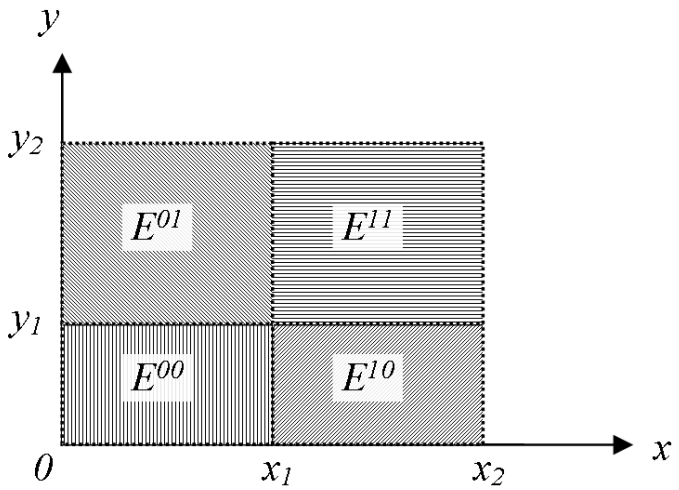


Рис.3. Изополя модуля деформаций слоистой среды

Очень часто среда состоит разномодульная, например имеется один разрыв по Ох и один разрыв по Оу, тогда зависимость (5) можно записать следующим образом:

$$E(x,y)=E^{00}\cdot\left[1-\left(1-\frac{E^{10}}{E^{00}}\right)\cdot\Omega_0(x-x_1)-\left(1-\frac{E^{01}}{E^{00}}\right)\cdot\Omega_0(y-y_1)+\right.$$
$$\left.+\left(1-\frac{E^{10}}{E^{00}}-\frac{E^{01}}{E^{00}}+\frac{E^{11}}{E^{00}}\right)\cdot\Omega_0(x-x_1;y-y_1)\right] \qquad (6)$$

В случае если имеется n точек разрыва по оси Ох и m точек разрыва по оси Оу, тогда зависимость (6)(6) имеет следующий вид:

$$E(x,y)=E^{00}-\sum_{i=0}^{n-1}\left(E^{i,0}-E^{i+1,0}\right)\cdot\Omega_0(x-x_{i+1})-$$
$$-\sum_{j=0}^{m-1}\left(E^{0,j}-E^{0,j+1}\right)\cdot\Omega_0(y-y_{j+1})+ \qquad (7)$$
$$+\sum_{i=0}^{n-1}\sum_{j=0}^{m-1}\left(E^{i,j}-E^{i+1,j}-E^{i,j+1}+E^{i+1,j+1}\right)\cdot\Omega_0(x-x_{i+1};y-y_{j+1})$$

Рассмотрение функций Хевисайда для учета разрывов в параметрах деформируемой слоистой среды позволяет замоделировать сложную структуру основания, что распространяет построенную модель на более широкий класс задач.

Список литературы

1. Методика расчета цилиндрической оболочки, взаимодействующей с нелинейно деформируемым слоистым основанием/ Ф. С. Селиванов, Н. А. Чекурков // Известия Орловского государственного технического университета. Строительство и транспорт, 2008,N N 3.-С.83-86.

2. Математическое моделирование процесса деформирования плиты, взаимодействующей с нелинейно-деформируемой неоднородной средой основания/Н. Ф. Синева, Ф. С. Селиванов // Вестник Саратовского государственного технического университета, 2011,N № 60.-С.7-15.

3. Расчет цилиндрической оболочки переменной жесткости, взаимодействующей с нелинейно-деформируемым основанием/Н. Ф. Синева, Ф. С. Селиванов, Д. В. Никитюк // Вестник Саратовского государственного технического университета, 2011,N № 60.-С.15-21.

УДК 69.059.7

ДЕФОРМИРОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ И ПОДСТИЛАЮЩЕГО ОСНОВАНИЯ С ЛОКАЛЬНОЙ НЕОДНОРОДНОСТЬЮ

Селиванов Филипп Сергеевич, Воронков Роман Андреевич

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., Россия, e-mail: selivanovphs@mail.ru

Аннотация. Предложена методика расчета конструкций с неоднородностью. Математическая модель для конструкции с зонами с непрерывно меняющимися параметрами. Построен алгоритм исследований.

Ключевые слова: конструктивный элемент, основание, неоднородные сплошные среды.

DEFORMATION OF THE DESIGN AND THE SUBSTRATE BASE WITH LOCAL INHOMOGENEITY

Selivanov Filipp Sergeevich, Voronkov Roman Andreevich

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Russia, e-mail: selivanovphs@mail.ru

Abstract. A method for calculating structures with heterogeneity is proposed. Mathematical model for construction with zones with continuously changing parameters. Built research algorithm.

Keywords: structural element, base, inhomogeneous medium.

Известно, что застроенные территории подвергаются подтоплению в результате подъема грунтовых вод. При увлажнении оснований сооружений снижаются их прочностные характеристики. Одной из возможных мер по продлению срока эксплуатации сооружений является введение локальных закреплений оснований по прерывистой (столбчатой) схеме. После этого конструкция начинает работать по новой расчетной схеме и требуется моделировать ее деформирование. Покажем расчетную модель такой системы.

Рассмотрим упругую длинную в одном направлении плиту, опирающуюся на двухслойное основание (плоская задача). Допустим, что верхний просадочный слой основания подвергается столбчатому усилению под средней частью балки на некоторых участках ее длины. Второй слой основания опирается на твердый (мало деформируемый) нижний слой. Примем следующее условие работы этих зон: зоны закрепленного грунта при увлажнении верхнего слоя не меняют своих характеристик, вне этих зон деформативность верхнего слоя повышается.

Изменение модуля деформаций обусловлено не только увеличением влажности, но и наличием дискретных (по длине плиты) зон укрепленного грунта основания. Для учета переменности модуля воспользуемся фильтруюсвойствами функции Хевиссайда $\Omega(x-x_0)$.

Обозначим E_1^* - модуль деформаций грунта верхнего слоя основания в его естественном состоянии, E_1^{**} - модуль деформаций закрепленного грунта верхнего слоя основания. Зависимость модуля деформаций незакрепленной зоны грунта основания от влажности C: $E_C^*(C) = E_1^* \Phi(C)$, где $\Phi(C) = C/(bC-d)$ - деградационная функция, b,d коэффициенты, $E_1^* E_1^{**}$. Тогда для модуля деформации:

$$E_1(x) = E_1^{**}\{1-(1-\frac{E_1^*}{E_1^{**}})\Omega(x-x_0)\}$$

С учетом коэффициента закрепления грунта основания и дискретного распределения нескольких зон j закрепления грунта по длине слоя под плитой

$$E_1(x) = E_1^{**}\{1-\sum_i^j(1-\xi\Phi(C))\Omega(x-x_i)\}$$

Дифференциальные уравнения краевой задачи изгиба плит на неоднородном упругом двухслойном основании модели В.З.Власова

$$EJ\cdot\Delta W_1^{IV} - \frac{E_1}{3\cdot(1+\nu_1)}\cdot\Delta W_1'' - \frac{E_1}{6\cdot(1+\nu_1)}\cdot\Delta W_2'' -$$

$$-\frac{dE_1}{dx}\cdot\frac{1}{3\cdot(1+\nu_1)}\cdot\Delta W_1' - \frac{dE_1}{dx}\cdot\frac{1}{6\cdot(1+\nu_1)}\cdot\Delta W_2' +$$

$$+\frac{E_1}{1-\nu_1^2}\cdot\frac{2}{h_1^2}\cdot\Delta W_1 - \frac{E_1}{1-\nu_1^2}\cdot\frac{2}{h_1^2}\cdot\Delta W_2 = \Delta p;$$

$$\frac{E_1}{2\cdot(1+\nu_1)}\cdot\frac{h_1}{6}\cdot\Delta W_1'' + \left(\frac{E_1}{2\cdot(1+\nu_1)}\cdot\frac{h_1}{3} + \frac{E_2}{2\cdot(1+\nu_2)}\cdot\frac{h_2}{3}\right)\cdot\Delta W_2'' +$$

$$+\frac{dE_1}{dx}\cdot\frac{1}{2\cdot(1+\nu_1)}\cdot\frac{h_1}{6}\cdot\Delta W_1' + \frac{dE_1}{dx}\cdot\frac{1}{2\cdot(1+\nu_1)}\cdot\frac{h_1}{3}\cdot\Delta W_2' +$$

$$+\frac{E_1}{1-\nu_1^2}\cdot\frac{1}{h_1}\cdot\Delta W_1 - \left(\frac{E_1}{1-\nu_1^2}\cdot\frac{1}{h_1} + \frac{E_2}{1-\nu_2^2}\cdot\frac{1}{h_2}\right)\cdot\Delta W_2 = 0$$

Здесь W_1, W_2 вертикальные перемещения по поверхностям контакта слоев, h1, h2 - толщины слоя, Δp - приращение нагрузки, ν1, ν1 коэффициент Пуассона. E,J модуль упругости и момент инерции плиты Незакрепленные зоны верхнего слоя изменяют свою деформативность за счет изменения влажности C.

Список литературы

1. Методика расчета цилиндрической оболочки, взаимодействующей с нелинейно деформируемым слоистым основанием/ Ф. С. Селиванов, Н. А. Чекурков // Известия Орловского государственного технического университета. Строительство и транспорт, 2008,N N 3.-С.83-86.

2. Математическое моделирование процесса деформирования плиты, взаимодействующей с нелинейно-деформируемой неоднородной средой основания/Н. Ф. Синева, Ф. С. Селиванов // Вестник Саратовского государственного технического университета, 2011,N № 60.-С.7-15.

3. Расчет цилиндрической оболочки переменной жесткости, взаимодействующей с нелинейно-деформируемым основанием/Н. Ф. Синева, Ф. С. Селиванов, Д. В. Никитюк // Вестник Саратовского государственного технического университета, 2011,N № 60.-С.15-21.

УДК 69.059.7

РАСЧЕТ НЕОДНОРОДНОЙ ОБОЛОЧКИ С НЕЛИНЕЙНО-ДЕФОРМИРУЕМЫМ ОСНОВАНИЕМ

Селиванов Филипп Сергеевич, Котов Дмитрий Андреевич

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., Россия, e-mail: selivanovphs@mail.ru

Аннотация. Предложена методика расчета конструкций с неоднородностью. Математическая модель для конструкции с зонами с непрерывно меняющимися параметрами. Построен алгоритм исследований.

Ключевые слова: конструктивный элемент, основание, неоднородные сплошные среды.

CALCULATION OF INHOMOGENEOUS SHELL WITH NONLINEAR DEFORMABLE BASE

Selivanov Filipp Sergeevich, Kotov Dmitriy Andreyevich

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Russia, e-mail: selivanovphs@mail.ru

Abstract. A method for calculating structures with heterogeneity is proposed. Mathematical model for construction with zones with continuously changing parameters. Built research algorithm.

Keywords: structural element, base, inhomogeneous medium.

Рассмотрим расчет деформаций цилиндрической оболочки, взаимодействующей со слоистой средой основания с учетом увлажнения второго слоя.

Модельная задача: шарнирно опертая цилиндрическая оболочка изотропная по координате θ (в цилиндрической системе координат), нагруженная равномерно-распределенной силой интенсивности $p = 300\,\text{кН/м}$ (с шагом $10 кН/м$). Длина оболочки $L = 6 м$, толщина стенки $H_O = 0{,}5 м$, радиус оболочки $R = 4 м$. Модуль деформации материала оболочки $E_O = 18000 МПа$. Коэффициент Пуассона материала оболочки $\nu_O = 0{,}35$, основания $\nu = 0{,}35$. Толщина 1-го слоя основания $h_1 = 1 м$, 2-го слоя основания $h_2 = 3 м$. Модуль деформации 1-го слоя основания $E_1 = 9845 кПа$, 2-го слоя – $E_2 = 9845 кПа$. При этом зависимость модуля деформации 2 слоя от влажности:

$$E_2(C) = E_2 \cdot \frac{C}{b \cdot C - d}$$

где $b = 20{,}500817$ и $d = 502{,}95232$. Параметр влажности C изменяется от начального значения влажности $C_0 = 25{,}8$ до полного водонасыщения $C_B = 32{,}8$.

Оболочка неоднородная по координате x. Неоднородность оболочки связана с разрывом в модуле упругости, так как оболочка изготовлена из разномодульного материала. Для описания разрыва мы будем использовать единичную функцию Хевисайда. Разрывный модуль упругости оболочки $E_{Ob}(x)$ может быть записан с использованием функции Хевисайда:

$$E_{Ob}(x) = E_{Ob1} \cdot (1 - \Omega_0(x - x_1)) + E_{Ob2} \cdot \Omega_0(x - x_1) = E_{Ob1} - E_{Ob1} \cdot \Omega_0(x - x_1) +$$
$$+ E_{Ob2} \cdot \Omega_0(x - x_1) = E_{Ob1} \cdot (1 - (1 - E_{Ob2} / E_{Ob1}) \cdot \Omega_0(x - x_1))$$

где x_1 – точка разрыва модуля упругости оболочки $E_{Ob}(x)$, в которой происходит его изменение с E_{Ob1} на E_{Ob2}.

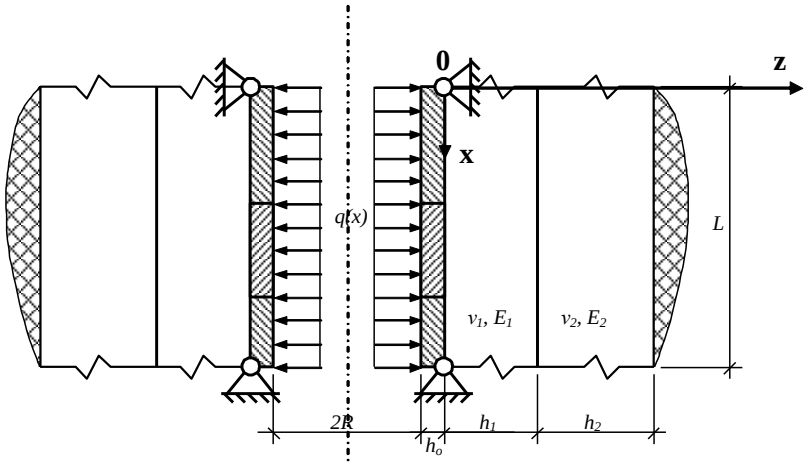
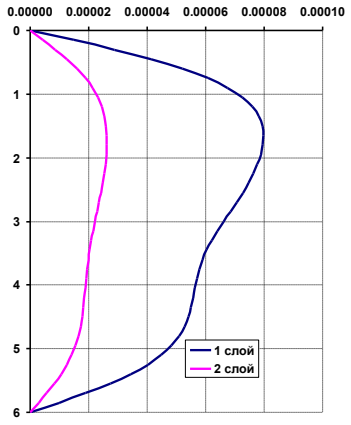
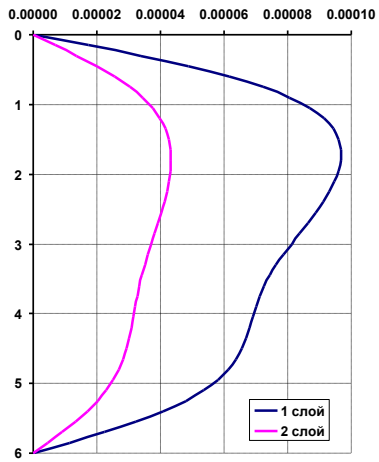


Рис. 1

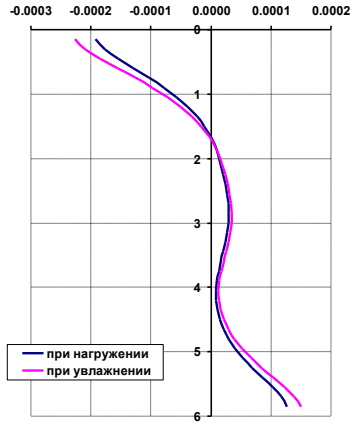
Графики перемещений серединной поверхности оболочки и поверхности, угол поворота и изгибающий момент приведены на рисунке 2.



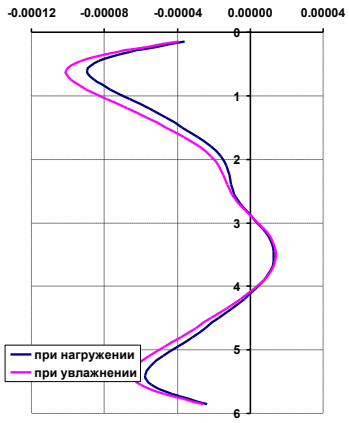
перемещения при нагружении



перемещения при дальнейшем увлажнении



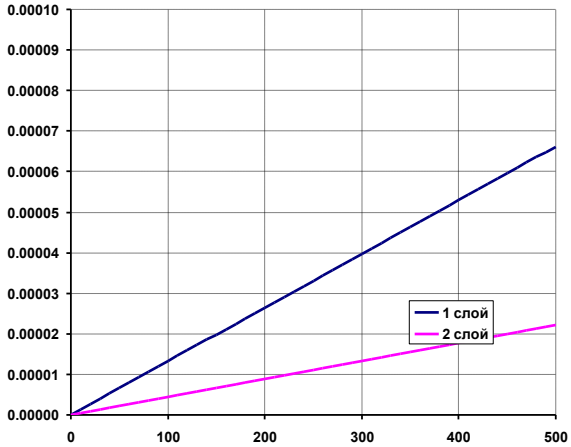
угол поворота



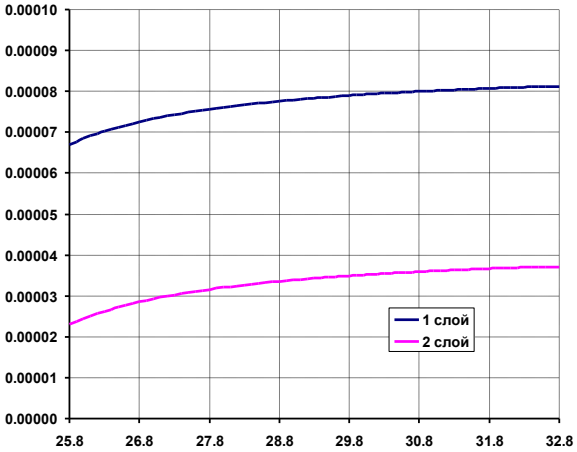
приведенный изгибающий момент

Рис. 2 Графики перемещений серединной поверхности оболочки и поверхности, угол поворота и изгибающий момент

На рисунке 3 приведен график изменения точки x=L/2 при нагружении и последующем увлажнении второго слоя



при нагружении



при дальнейшем увлажнении

Рис.3. График изменения точки x=L/2 при нагружении и последующем увлажнении второго слоя

Список литературы

1. Методика расчета цилиндрической оболочки, взаимодействующей с нелинейно деформируемым слоистым основанием/ Ф. С. Селиванов, Н. А. Чекурков // Известия Орловского государственного технического университета. Строительство и транспорт, 2008,N N 3.-С.83-86.

2. Математическое моделирование процесса деформирования плиты, взаимодействующей с нелинейно-деформируемой неоднородной средой основания/Н. Ф. Синева, Ф. С. Селиванов // Вестник Саратовского государственного технического университета, 2011,N № 60.-С.7-15.

3. Расчет цилиндрической оболочки переменной жесткости, взаимодействующей с нелинейно-деформируемым основанием/Н. Ф. Синева, Ф. С. Селиванов, Д. В. Никитюк // Вестник Саратовского государственного технического университета, 2011,N № 60.-С.15-21.

УДК 69.059.7

БИФУРКАЦИИ РАВНОВЕСИЯ ОБОЛОЧЕК С НИЗКОЙ СДВИГОВОЙ ЖЕСТКОСТЬЮ

Селиванов Филипп Сергеевич, Синева Нина Федоровна, Воронков Роман Андреевич

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., Россия, e-mail: selivanovphs@mail.ru

Аннотация. Предложена методика расчета конструкций с неоднородностью. Математическая модель для конструкции с зонами с непрерывно меняющимися параметрами. Построен алгоритм исследований.

Ключевые слова: конструктивный элемент, основание, неоднородные сплошные среды.

BIFURCATION OF EQUILIBRIUM SHELLS WITH LOW SHIFT HARDNESS

Selivanov Filipp Sergeevich, Sineva Nina Fedorovna, Voronkov Roman Andreevich

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Russia, e-mail: selivanovphs@mail.ru

Abstract. A method for calculating structures with heterogeneity is proposed. Mathematical model for construction with zones with continuously changing parameters. Built research algorithm.

Keywords: structural element, base, inhomogeneous medium.

Рассмотрена задача исследования бифуркаций упругих пологих прямоугольных в плане тонких оболочек с низкой сдвиговой жесткостью в поперечном направлении. Исходное равновесное состояние описывается краевой задачей в смешанной форме относительно функции усилий F(x,y),

прогиба W(x,y) и двух сдвиговых функций γ_x(x,y) и γ_y(x,y). Эта кинематическая модель аппроксимирует деформации в эквидистантной поверхности кубическими параболами по третьей переменной z.

Геометрически нелинейная краевая задача в смешанной форме записывается относительно четырех неизвестных функций, нелинейные уравнения равновесия и совместности деформаций, которые имеют четвертый порядок, содержат дополнительные дифференциальные операторы третьего порядка относительно сдвиговых функций, два дополнительных уравнения относительно сдвиговых функций второго порядка, но содержат операторы третьего порядка относительно прогиба. Общее число граничных условий 12 по каждому направлению.

$$\mathrm{A}_1(\mathrm{F},\mathrm{W},\gamma_x,\gamma_y)+\mathrm{L}(\mathrm{F},\mathrm{W})+\mathrm{q}(x,y)=0\ ,$$

$$\mathrm{A}_2(\mathrm{F},\mathrm{W},\gamma_x,\gamma_y)=0$$

$$\mathrm{A}_3(\mathrm{F},\mathrm{W},\gamma_x,\gamma_y)=0$$

$$\mathrm{A}_4(\mathrm{F},\mathrm{W},\gamma_x,\gamma_y)+\frac{1}{2}\cdot\mathrm{L}(\mathrm{W},\mathrm{W})=0$$

$\mathrm{L}(\mathrm{F},\mathrm{W})$ - известный нелинейный дифференциальный оператор в теории гибких пологих оболочек.

Операторы A_i i=1,2,3,4 – линейные дифференциальные операторы. Если есть приложенные контурные усилия – они входят в граничные условия. В случае кинематической модели Кирхгофа-Лява система вырождается в обычную нелинейную систему.

Будем интересоваться возможностью существования бифуркаций основного решения. Граничные условия – вариант шарнирного опирания на гибкие из касательной плоскости диафрагмы, что позволит несколько упростить подбор базовой системы аппроксимирующих функций в методе Бубнова-Галеркина. Получим аналитические зависимости, пригодные для исследований, сохранив в разложениях по одному «симметричному» члену ряда (индексы 1,1) и по одному несимметричному (индексы m,n). F и W разлагаются по синусам в направлении x и y, сдвиговые функции – произведения синуса и косинуса (и наоборот) в направлении x и y.

Подставим описанную аппроксимацию, проведем процедуру дифференцирования и интегрирования и получим алгебраическую систему 8 уравнений относительно коэффициентов при гармониках. Разрешим уравнения, полученные из A_2 и A_3, относительно коэффициентов сдвиговых функций и подставим в оставшиеся уравнения. Получим систему четырех уравнений относительно коэффициентов функций F и W. Обозначим α физико-геометрический параметр:

$\alpha=\dfrac{a^2}{2H^2}\cdot\dfrac{G_{13}}{G_{12}}$, где a размер в плане, H половина толщины, G_{12} и G_{13} модули упругости в плоскости XOZ и XOY.

После этого следует разрешить систему относительно коэффициентов функции усилий и получить два уравнения относительно коэффициентов прогиба, они кубические. Проводя ряд выкладок, получим условия критической точки в виде условия существования ненулевого вещественного коэффициента Π_{mn}.

В это условие входят параметры кривизны К, коэффициент Пуассона ν, числа m и n, характеризующие гармонику и параметр α .

Результаты приведем в таблице 1.

В первой строке для ν=0,3 и m=1, n=2 приведены критические значения К для сферической, а во второй строке – для цилиндрической панели, начиная с которых реализуются эти гармоники. В предпоследнем столбце приведено значение К для модели Кирхгофа-Лява. Третья и четвертая строки содержат те же результаты для гармоник m=2, n=2.

Таблица 1 – Алгебраическая система 8 уравнений относительно коэффициентов при гармониках

α	200	100	70	50	40	25	10	5	1	Кирхгофа-Лява	Форма
K_1 = К K_2= К	13,13	12,74	12,40	12,00	11,68	10,86	8,74	7,00	3,84	13,64	m=1 n=2
K_1=К K_2= 0	28,43	27,61	26,87	25,98	25,29	23,51	18,02	15,15	8,31	29,53	m=1 n=2
K_1 = К K_2 = К	18,06	17,22	16,58	15,83	15,26	13,85	10,66	8,29	4,4	19,06	m=2 n=2
K_1=0 K_2= К	36,12	34,44	33,16	31,66	30,52	27,70	21,12	16,58	8,80	38,12	m=2 n=2

Получив значение критической нагрузки по симметричной форме, можно получить значения кривизн и параметра α, для которых критические нагрузки по несимметричным формам ниже, чем соответствующие симметричные.

Таблица 2

α	200	100	70	50	40	25	10	5	1	Кирхгофа-Лява	Форма
K_1 = К K_2= К	18,72	18,00	17,44	16,76	15,82	14,86	11,47	8,64	4,57	19,53	m=1 n=2
K_1=К K_2= 0	30,10	29,43	28,25	27,25	26,48	24,48	19,51	15,48	8,36	31,35	m=1 n=2

С понижением сдвиговой жесткости влияние кривизны на появление точек бифуркации до предельной точки усиливается. Для цилиндрических панелей это проявляется более выраженно. Для оболочек с низкой сдвиговой жесткостью и достаточной кривизной критическая нагрузка должна вычисляться с учетом возможности появления несимметричных

форм: в методах Ритца, рядов, Бубнова-Галеркина надо брать все слагаемые, а не только нечетные, в методах сеток и конечноэлементных – надо решать задачи на полном плане, а не на четвертях.

Список литературы

1. Методика расчета цилиндрической оболочки, взаимодействующей с нелинейно деформируемым слоистым основанием/ Ф. С. Селиванов, Н. А. Чекурков // Известия Орловского государственного технического университета. Строительство и транспорт, 2008,N N 3.-С.83-86.
2. Математическое моделирование процесса деформирования плиты, взаимодействующей с нелинейно-деформируемой неоднородной средой основания/Н. Ф. Синева, Ф. С. Селиванов // Вестник Саратовского государственного технического университета, 2011,N № 60.-С.7-15.
3. Расчет цилиндрической оболочки переменной жесткости, взаимодействующей с нелинейно-деформируемым основанием/Н. Ф. Синева, Ф. С. Селиванов, Д. В. Никитюк // Вестник Саратовского государственного технического университета, 2011,N № 60.-С.15-21.

УДК 69.059.7

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ФОРМУЛИРОВКА КРИТЕРИЯ БИФУРКАЦИИ ПЕРВОГО ПОРЯДКА В ТЕОРИИ НАВЕДЕННОЙ НЕОДНОРОДНОСТИ

Селиванов Филипп Сергеевич, Синева Нина Федоровна, Воронков Роман Андреевич

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., Россия, e-mail: selivanovphs@mail.ru

Аннотация. Предложена методика расчета конструкций с неоднородностью. Математическая модель для конструкции с зонами с непрерывно меняющимися параметрами. Построен алгоритм исследований.

Ключевые слова: конструктивный элемент, основание, неоднородные сплошные среды.

ENERGY FORMULATION CRITERIA FOR FIRST ORDER BIFURCATION IN THE THEORY OF INDUCED INHOMOGENEITY

Selivanov Filipp Sergeevich, Sineva Nina Fedorovna, Voronkov Roman Andreevich

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Russia, e-mail: selivanovphs@mail.ru

Abstract. A method for calculating structures with heterogeneity is proposed. Mathematical model for construction with zones with continuously changing parameters. Built research algorithm.

Keywords: structural element, base, inhomogeneous medium.

Рассмотрим вариационную формулировку условия бифуркации первого порядка для инкрементальной теории наведенной неоднородности, применяющейся для описания взаимосвязанного процесса деформирования и деградации нелинейно-деформирующегося материала.

Уравнения состояния деградирующего материала имеют известный вид:

$$\Delta\sigma_{ij} = \Psi_{ijkl}\Delta\varepsilon_{kl} + \Omega_{ij} \tag{1}$$

Ψ_{ijkl} матрица переменных параметров деградирующего материала, Ω_{ij} матрица параметров, управляющих движением из фазовой плоскости по параметру деградации. Существует функция состояния A.

Пусть из S_n возможны два продолжения, которые вблизи бифуркации бесконечно близки: ΔU_i и $\Delta U_i + \Delta U^1_i$, где ΔU^1_i вариации перемещений. Для ΔU_i и $\Delta U_i + \Delta U^1_i$ исходное состояние общее - S_n, а значит (1) справедливо и ΔU_i и для $\Delta U_i + \Delta U^1_i$

$$\iiint\limits_V \left(\Delta\sigma_{ij}\delta\Delta e_{ij} + \sigma_{ij}\left(\frac{\partial\Delta U_k}{\partial x_j}\right)\delta\left(\frac{\partial\Delta U_k}{\partial x_i}\right)\right)dv - \iint\limits_{s1}\Delta F_1\delta\Delta U_1 ds = 0 \tag{2}$$

или

$$\delta\left[\iiint\limits_V \left(A + \frac{1}{2}\sigma_{ij}\left(\frac{\partial\Delta U_k}{\partial x_j}\right)\left(\frac{\partial\Delta U_k}{\partial x_{ij}}\right)\right)dv - \iint\limits_{s1}\Delta F_i\Delta U_i ds\right] = 0 \tag{3}$$

Запишем вариационный принцип для смежного процесса (при этом варьировать можно только ΔU^1_i) и, отбросив слагаемые, означающие равновесность исходного процесса на специальной вариации, получим вариационную формулировку условий существования смежного процесса:

$$\iiint\limits_v \left[\Delta\sigma^1_{ij}\,\delta\left(\Delta e^1_{ij}\right) + \sigma_{ij}\frac{\partial\Delta U^1_k}{\partial x_i}\delta\left(\frac{\partial\Delta U^1_k}{\partial x_j}\right)\right]dv = 0$$

При этом для $\Delta\sigma^1_{ij}$, Δe^1_{ij} справедливы линеаризованные зависимости, так как $\Delta\sigma^1_{ij}$, Δe^1_{ij} являются вариациями основного процесса по своему введению. Используя варьированные уравнения состояния следует

$$\iiint\limits_v \left[\Psi_{ijkl}\Delta e^1_{kl}\,\delta\left(\Delta e^1_{ij}\right) + \sigma_{ij}\frac{\partial\Delta U^1_k}{\partial x_i}\delta\left(\frac{\partial\Delta U^1_k}{\partial x_j}\right)\right]dv = 0 \tag{4}$$

или

$$\frac{1}{2}\delta\iiint\limits_v \left[\Delta\sigma^1_{ij}\Delta e^1_{ij} + \sigma_{ij}\frac{\partial\Delta U^1_k}{\partial x_i}\frac{\partial\Delta U^1_k}{\partial x_j}\right]dv = 0; \tag{5}$$

ΔU^1_k специальные вариации ΔU_k в состоянии S_n, а (5) - критерий устойчивости в форме

$$\delta(\delta_*{}^2\Delta\Pi)) = 0 \qquad (6)$$

или

$$\delta\hat{}(\delta^2\Delta\Pi)) = 0 \qquad (7)$$

где $\delta\hat{}$ означает варьирование относительно приращений. Можно записать для смежного процесса $\Delta U_i^c = \Delta U_i + \delta\Delta U_i$ и в результате этих же преобразований было бы получено (5), где ΔU^1_i было бы просто обозначение $\delta\Delta U_i$.

В упругости критерии в форме (6) и (7) именами Брайана и Треффтца, (только без значка Δ), там $\Delta\Pi$ - энергия деформации упругого тела.

Записывая $\Delta\Pi$, как функционал от ΔU_i, видим, что выражение идентично функционалу полной энергии неоднородного упругого тела, в котором имеется поле предварительных напряжений σ_{ij}, а ΔU_i - его перемещения (полные). Такое упругое неоднородное тело - это упругий эквивалент конструкции в состоянии S_n. Уравнения состояния в теории наведенной неоднородности линейны относительно приращений, поэтому формальный акт варьирования сводится к «замораживанию» процесса деградации, в результате чего Ω_{ij} в (1) пропадают, а Ψ_{ijkl} - матрица жесткостных коэффициентов, определяемая в уравнениях состояния инкрементальной теории.

Заметим в заключение: упругий эквивалент имеет все соотношения линейными и для него запись $\delta^2\Delta\Pi^э$ и просто $\Delta\Pi^э$ одно и то же. Ведь под приращениями перемещений для линейного случая можно понимать и их вариации, в этом сущность упругого эквивалента, отсюда $\Delta\Pi^э=\delta^2\Delta\Pi^э=\delta^2\Delta\Pi$.

Список литературы

1. Методика расчета цилиндрической оболочки, взаимодействующей с нелинейно деформируемым слоистым основанием/ Ф. С. Селиванов, Н. А. Чекурков // Известия Орловского государственного технического университета. Строительство и транспорт, 2008,N N 3.-С.83-86.

2. Математическое моделирование процесса деформирования плиты, взаимодействующей с нелинейно-деформируемой неоднородной средой основания/Н. Ф. Синева, Ф. С. Селиванов // Вестник Саратовского государственного технического университета, 2011,N № 60.-С.7-15.

3. Расчет цилиндрической оболочки переменной жесткости, взаимодействующей с нелинейно-деформируемым основанием/Н. Ф. Синева, Ф. С. Селиванов, Д. В. Никитюк // Вестник Саратовского государственного технического университета, 2011,N № 60.-С.15-21.

УДК 504.54

МОНИТОРИНГ ПОЧВЕННЫХ РАЗНОСТЕЙ УРБОСИСТЕМ г.САРАТОВА

Абросимова Ольга Владимировна, Яковлева Юлия Владимировна

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., Россия, e-mail: ecology.saratov@gmail.com, yuliya.yakovleva.64@yandex.ru

Аннотация: Проведена комплексная оценка различных ландшафтных структур города Саратова. Проанализированы кислотно-щелочные свойства, содержание гумуса в почве и суммарная концентрация тяжелых металлов. Установлена взаимосвязь полученных показателей от мест расположения точек пробоотбора, их функциональной и ландшафтно-структурной характеристики.

Ключевые слова: ландшафтная структура, антропогенное воздействие, техногенное загрязнение, почвенные структуры, урболандшафтное районирование, промышленная зона, суммарная концентрация

MONITORING OF THE SOIL DIFFERENCES OF THE URBAN SYSTEMS OF SARATOV

Abrosimova Olga Vladimirovna, Yakovleva Yulia Vladimirovna

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Russia, e-mail: ecology.saratov@gmail.com, yuliya.yakovleva.64@yandex.ru

Abstract. We evaluated the different landscape structures of the city Saratov. We analyzed the acid-alkaline properties, the content of humus in soil and the total concentration of heavy metals. We established the relationship between the obtained indicators from the locations of points sampling, their functional and landscape-structural characteristics.

Keywords: landscape structure, anthropogenic impact, industrial pollution, soil structure, urban zoning, industrial zone, the total concentration

Город Саратов расположен вдоль береговой линии р. Волги, имеет неравномерный высотный характер, сильно расчленен оврагами и балками, центральная и южная части расположены в котловине. На территории города находятся: нефтеперерабатывающий завод, электроагрегатный завод, подшипниковый завод, крупное предприятие химической промышленности, а также площадки по производству стройматериалов. К фактору утомления городских почв также относится увеличение концентрации автотранспорта, крупный масштаб застраиваемых территорий, малая сохранность ненарушенных земель, большая мощность техногенного горизонта и, как следствие, сильное уплотнение почв.

В ходе работы проведен лабораторный анализ образцов на определение кислотно-щелочных свойств, содержания гумуса, а также определение суммарной концентрации тяжелых металлов. Итогом является выявление взаимосвязи между уровнем загрязнения почвы и спецификой урболандшафтной структуры.

При оценке структурных единиц г. Саратова использовались классификации территории города по Глазовской М.А. и Макарову В.З. [1-3]. Полигон №1 расположен в пределах Южного подрайона Приволжской котловины. В соответствии с ландшафтной классификацией – это южно-котловинная склоново-прибрежная селитебно-сельскохозяйственная (либо хозяйственно-дачно-промышленная) территория с пустырями и девастированными землями. Для данного полигона характерно преобладание процессов аккумуляции с формированием аккумулятивных и аквальных процессов. Учитывая длительный период времени пользования данной территорией (начиная с времен Увекского царства) для этого ландшафтного подрайона характерно большое разнообразие почв: девастированные почвы, т. е. почвы, находящиеся в стадии формирования (почвенные горизонты не сформированы, содержание питательных веществ крайне незначительно, характерно преобладание растительности с R-стратегией); окультуренные почвы, которыми заняты дачные хозяйства и сельскохозяйственные предприятия; урбаноземы, характерные для населенных мест. Почвы девастированные и урбаноземы имеют низкий потенциал самоочищения и характеризуются высокой способностью к накоплению загрязняющих веществ.

Полигон № 2 относится к Центральному подрайону, с фрагментарным сохранением естественной растительности, высоким уровнем застройки. С ландшафтной точки зрения он представляет собой наклонно-равнинную (либо склоновая/водораздельно-склоновую) селитебно-промышленную с балками (межбалочную) территорию. Для таких ландшафтных структур характерно преобладание аккумулятивных процессов, приводящее к накоплению веществ. Слабый уклон территории создает условия для частичного перемещения элементов вниз по склону. Большое количество промышленных предприятий оказывает угнетающее действие на почвенный покров. В зоне промышленных площадок созданы так называемые индустриоземы, а вблизи предприятий формируются мощные очаги загрязнения других типов почв. На селитебных территориях формируются урбаноземы. Следует отметить, что и урбаноземы, и индустриоземы обладают низким потенциалом самоочищения, слабой устойчивостью к техногенному воздействию и незначительным плодородием.

Полигон №3 относится к Северному подрайону Приволжской котловины и, в целом, схож с двумя ранее описанными площадками. Отличием является то, что это самая старая часть города, для которой характерна интенсивная застройка, малая сохранность ненарушенных земель, большая мощность техногенного горизонта, сильное уплотнение

почв. Здесь распространены супераквальные и трансакумулятивно-элювиальные процессы, приводящие к накоплению химических элементов. В пределах полигона выявлены одни из самых высоких показателей загрязнения территории, что свидетельствует о достаточно высокой аккумулирующей способности почвенных структур.

Полигоны №4 и №5 относятся к Елшанско-Курдюмскому подрайону Елшанско-Гусельской равнины, для которого характерно большое разнообразие почвообразующих пород и неоднородность ландшафтных структур, снижение доли почв, подверженных высоким антропогенным нагрузкам. Наибольшее распространение получили трансэлювиальные ландшафтные структуры, что выражается в общем балансе между способностью накапливать и рассеивать химические элементы. Самыми неблагоприятными местами в пределах этих двух полигонов можно назвать зоны густой многоэтажной застройки, зоны транспортных развязок (улица Пр-т 50 лет Октября, площадь Ленина), а также площадки отдельных крупных предприятий («Техстекло», «Жиркомбинат»).

Полигон №6 относится к Гусельскому подрайону Елшанско-Гусельской равнины. Здесь распространены трансаккумулятивно-элювиальные процессы. Земли, отведенные под промышленные застройки, почти отсутствуют. Негативное влияние здесь оказывают крупномасштабные дачные застройки, которые приводят к появлению урбаноземов. На склонах Соколовой горы почвенные горизонты склонны к оползням, они наиболее молоды по генезису, плохо сформированы в отношении почвенного профиля, содержат мало гумуса, легко аккумулируют поступающие элементы и мало способны к рассеиванию загрязнителей.

Таким образом, территория г. Саратова включает две основные ландшафтные структурные единицы, формирующие определенные условия почвообразования и поведение распространения различных поллютантов. Приволжская ландшафтная структура с имеющимися подрайонами распространена от южной части города (Увек) вдоль береговой линии р. Волга до центральной части и отличается высоким уровнем антропогенной и техногенной нагрузки. На территории Приволжской котловины большая площадь занята урбаноземами и индустриоземами. Все загрязнители устремляются в центральные части города, где и аккумулируются. Елшанско-Гуссельская ландшафтная структура определена как более молодая, и имеет соответственные особенности в формировании почвенного горизонта. В пределах равнины преобладает трансэлювиальный тип почв, что выражается в общем балансе между способностью накапливать и рассеивать химические элементы. Преобладают селитебные территории и урбаноземы.

По результатам исследований практически все пробы, отобранные на территории города, характеризуются как слабощелочные. Несколько проб имели нейтральную pH-среду или щелочную. Отмечена тенденция

повышения уровня pH при движении от окраин города (Увек, 20-й квартал, Заводской район) с аккумулятивными формами рельефа к центральным областям и полигонам с такими же типами ландшафтных структур (территория завода «Серп и молот», Железнодорожный вокзал, Детски парк). Также повышенный уровень кислотности (в сравнении с минимальными результатами среди отобранных проб) зафиксирован на территории промышленной площадки «Техстелко» и вдоль транспортного потока по проспекту 50 лет Октября (Жиркомбинат), что может быть обусловлено выбросами данных предприятий.

Показатель содержания гумуса в почвах не является однозначным, высокие значения содержания в пробе гумуса не всегда являются проявлением эффективности плодородия. Гумус, как интегральный показатель, определяет содержание запасов азота, фосфора, структурность, водно-физические свойства, тепловой режим почв. Анализ показал, что большинство городских проб имеют средние показатели процентного содержания гумуса в почве. Очень высокие показатели выявлены в одной точке на территории Приволжской котловины. Повышенные показатели можно связать с местом пробоотбора, с отсутствием в окрестностях точки крупных автомагистралей, промышленных зон и других факторов угнетения гумусового горизонта. Очень низкие показатели зафиксированы на территории завода «Серп и молот» и Детского парка (что опять может быть связано с конкретным местом и условиями отбора пробы). Высокие показатели содержания гумуса также выявлены на территории парка Победы, пониженные – вдоль крупной транспортной развязки у остановок «Стрелка» и «2-я Дачная». Все остальные точки пробоотбора имеют средние показатели содержания гумуса в почвенных горизонтах.

Тяжелые металлы способны накапливаться в поверхностных слоях почвы, в особенности – в гумусовом слое. Анализ не выявил превышения предельно-допустимых концентраций тяжелых металлов в точках пробоотора в г. Саратов. При оценке содержания меди в выбранных точках прослеживается динамика повышения значений при движении от Приволжской котловины к Елшанско-Гусельской равнине. Наибольшим содержанием меди в почве характеризуются точки, относящиеся к Северному подрайону Приволжской котловины, характеризующейся высокой степенью загрязнения и техногенной нагрузки, а также к Елшанско-Гусельской равнине с низкой устойчивостью почв к загрязнителям, преобладанием антропогенных почвенных грунтов.

Схожая динамика выявлена и при оценке содержания кадмия. Превышение предельно-допустимых концентраций в несколько раз выявлено в точках, относящихся к Елшанско-Гусельской равнине, которая характеризуется сложным геологическим строением местности и составом почвообразующих пород, отрицательно влияющих на воднофизические и химические свойства почвенного покрова. Здесь преобладают элювиально-

аккумулятивные ландшафтные местности, накапливающие на своей территории все поступающие загрязнители.

Оценка содержания свинца в отобранных пробах не выявила превышения предельно-допустимых концентраций, однако, прослеживается та же динамика повышения суммарной концентрации свинца, что и в предыдущих случаях: при движении от Южного подрайона Приволжской котловины к Елшанско-Гусельской равнине. Это также может быть связано с особыми условиями морфологического строения и состава ландшафтных структур с преобладающими элювиально-аккумулятивными местностями, склонными к накоплению загрязняющих веществ.

Анализ не выявил какого-либо превышения предельно-допустимых концентраций или какой-либо отрицательной динамики в содержании почвами цинка. В целом, из всех представленных образцов наибольшую концентрацию цинка в почве имеют точки, расположенные в парке Липки и Детском парке, наименьшую – точки, относящиеся к ландшафтной структуре с равномерным распределением природных и антропогенных почв и средними значениями антропогенной нагрузки.

Таким образом, все исследованные пробы характеризуются средними значениями гумусового содержания и уровня кислотности. Это позволяет говорить о том, что географическое расположение точек не сильно влияет на эти показатели, а большее влияние оказывают местные условия пробоотбора.

При оценке суммарной концентрации тяжелых металлов было установлено, что участки характеризуются разной степенью накопления загрязнителей. Также, была установлена динамика накопления тяжелых металлов: при движении от южной части города к центральной, показатели суммарной концентрации возрастают, что говорит о высокой аккумулирующей способности почвенных структур в центральном районе города, а также о низкой устойчивости к антропогенным и техногенным нагрузкам.

Список литературы

1. Глазовская М.А. Геохимические основы типологии и методики исследований природных ландшафтов Ойкумена, Смоленск, 2002. 288 с.

2. Макаров В.З. Ландшафтно-экологический анализ крупного промышленного Саратов: Сарат. ун-та, 2001. 176 с.

3. Макаров В.З., Пичугина Н.В., Павлова А.Н. Некоторые аспекты методики составления ландшафтных карт разного масштаба (на примере Саратовского Заволжья) // Поволжский экологический журнал. 2008. № 4. С. 293-303.

УДК 504.064.47

ПРОБЛЕМЫ ПРЕВРАЩЕНИЯ ОТХОДОВ В ПОЛЕЗНЫЕ ТОВАРЫ (МАТЕРИАЛЫ) В БИОТЕХНОСФЕРНОЙ СРЕДЕ

Ахмадиев Габдулахат Маликович

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Набережные Челны, Россия, e-mail: GMAhmadiev@kpfu.ru, ahmadievgm@mail.ru

Аннотация. На сегодняшний день обезвреживание и утилизация отходов в России и за рубежом представляет собой нерешенную проблему из-за несовершенства технологий обезвреживания и удаленности полигонов от существующих систем канализационных стоков. Разработки, направленные на поиск путей эффективного вторичного использования промышленных и бытовых отходов на современном этапе актуальны, как для России, так и для зарубежных стран. Экономический эффект от защиты окружающей среды трудно поддается оценке и прогнозированию, однако только воспроизводство минеральных ресурсов из отработанного сырья с применением современных технологий по экспертным оценкам может исчисляться сотнями миллиардов рублей на огромных урбанизированных территориях регионов России.

Ключевые слова: Разработка, технология, переработка, экономический эффект, промышленные, бытовые и органические отходы, защита окружающей среды

PROBLEMS OF TRANSFERING WASTE TO USEFUL GOODS (MATERIALS) IN A BIOTECHNOSPHERE MEDIUM

Ahmadiev Gabdulahat Malikovich

Kazan (Volga Region) Federal University, Naberezhnye Chelny, Russia, e-mail: GMAhmadiev@kpfu.ru, ahmadievgm@mail.ru

Annotation. To date, the disposal and disposal of waste in Russia and abroad is an unsolved problem due to the imperfection of disposal technologies and the remoteness of landfills from existing sewage systems. Developments aimed at finding ways of efficient recycling of industrial and household waste at the present stage are relevant, both for Russia and for foreign countries. The economic effect of environmental protection is difficult to assess and predict, but only the reproduction of mineral resources from waste materials using modern technologies can be estimated at hundreds of billions of rubles in the huge urban areas of Russian regions.

Keywords: Development, technology, processing, economic effect, industrial, domestic and organic waste, environmental protection.

В настоящее время накопленные отходы различного происхождения, в том числе иловые осадки канализационных и сточных вод, представляют угрозу в сохранении и обеспечении экологической и биотехносферной безопасности в России. Поэтому решение проблемы переработки и обеспечения экологической и техносферной безопасности,

ресурсосбережения и энергосбережения в настоящее время вступают на первый план. В постсоветское время используемая идеология безграничного научно- технического прогресса уступает место концепции устойчивого развития, учитывающей интересы не только нынешнего, но и будущих поколений. Одно из направлений реализации этой концепции является переработка и использование отходов производства и потребления, накапливающихся в отвалах, горных обрывах и на полигонах и составляющих техногенное, химическое и биогенное сырье.

Научные основы и принципы утилизации отходов и контроля загрязнения среды занимают важное место в структуре рубежной темы области «Рациональное природопользование», затрагивая настоящие и будущие проблемы жизнеобеспечения на урбанизированных территориях регионов России. Отходы производства, в частности промышленные выбросы, представляют собой твердые, жидкие и газообразные отходы производства, полученные в результате химических, термических, механических и других преобразований материалов природного и антропогенного происхождения. Отходы потребления образуются, как в промышленности, так и в быту. Наибольшую часть отходов потребления составляют твердые бытовые отходы и предметы или товары, потерявшие потребительские свойства. К отходам потребления, образующимся в промышленности, относятся, в частности, иловые осадки канализационных и сточных вод, промывные и сточные воды предприятий, а также углекислый газ, выделяемый при сжигании ископаемого топлива (угля, нефтепродуктов, природного газа) и скоп картонно-бумажных комбинатов различных регионов России.

Исходя, из выше изложенных экологических проблем биотехносферы требуется разработка фундаментальных и прикладных основ и решения образования, накопления, хранения, утилизации и переработка отходов в полезные продукты и материалы являются для России крайне острой, и затрагивает практически все ее регионы [1-3].

Целью настоящей работы является научное и методологическое обоснование экологических проблем и с дальнейшей разработкой дорожной карты для создания безопасной технологии, путем переработки и превращения отходов в полезные безопасные товары (материалы) в биотехносферной среде в регионах России.

Установлено, что к настоящему времени количество не обеззараженных и утилизированных отходов по стране оценивается приблизительно в 82 млрд. тонн. При этом если в Европе перерабатывается более 50% отходов, то в России средний уровень вторичного использования промышленных отходов составляет 35%, а твердых бытовых - не более 4%. Известно, что тяжелыми металлами, нефтепродуктами, пестицидами загрязнено более 75 млн. гектаров земли. Скорость прироста образования отходов ежегодно увеличивается, и за последние годы составила 15-16 %[4;6;7]. Для решения поставленной цели и задач могут быть использованы

эффективные способы и установки с научно-обоснованными технологиями пиролиза и других для превращения производственных отходов в безопасные полезные вещества, продукты, товары и материалы.

Основными источниками органически составляющих отходов по-прежнему остаются предприятия топливно-энергетического комплекса, горнорудной, лесной и деревообрабатывающей промышленности, жилищно-коммунального хозяйства, включая иловые осадки канализационных сточных вод и отходов жизнедеятельности человека, животных и птиц и отходы агропромышленного комплекса. Из огромного количества минерального сырья, извлекаемого из природной среды для целей производства, в конечный продукт превращается лишь 1,5-2,0%. Основная же его масса переходит в промышленные или иные отходы. На строительство отвалов (терриконов), складирование отходов и природоохранные мероприятия по предотвращению их негативного воздействия на окружающую среду тратятся огромные средства. Многие отвалы по объемам складируемых пород, их составу, свойствам и пригодности для получения полезной продукции представляют собой техногенные месторождения полезных ископаемых. При значительных объемах техногенных скоплений уровень их утилизации все еще остается невысоким. В хвостохранилищах горно-обогатительных комбинатов складируются до сотен и десятков тысяч тонн тех руд, процентное содержание добываемых элементов в которых ниже промышленного. Измельченный и технологически переработанный материал активно преобразуется при окислении кислородом воздуха и воды, в результате чего увеличивается подвижность химических элементов, в том числе радиоактивных элементов, тяжелых металлов, и их миграция с водными и воздушными потоками на десятки километров от хранилища. Как следствие, в городе, районе, поселке и селах складированных отходов образуются зоны геохимических аномалий урбанизированных территорий, где регистрируются превышения содержаний элементов над фоновыми и предельно допустимыми значениями. Зоны дистанционного техногенного поражения, создающиеся вокруг техногенных массивов, в десятки и сотни раз превышают площади самих предприятий. Отходы оказывают отрицательное воздействие на водный и воздушный бассейны, на поверхностный и глубокие слои земли, природные недра, растительный и животный мир. Вблизи отвалов и хранилищ ухудшается жизнь людей, что и является причиной заболеваемости и даже смертности населения от внешних биотехносферных причин и условий. Нефтесодержащие отходы и буровые шламы являются отходами нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей промышленности, и их доля может составлять до 5% от общего объема добываемой товарной нефти. Эти отходы состоят из смеси нефти, минеральных частиц (песок, порода) и воды и складируются в специальных накопителях, представляющих собой открытые резервуары, расположенные в непосредственной близости от мест добычи и переработки

нефти. В настоящее время количество подобных отходов в России исчисляется десятками миллионов тонн. К ним следует добавить нефть и нефтепродукты, попадающие в грунт в результате аварийных разливов нефти на добычных скважинах, нефтепроводах, автомобильных и железных дорогах. В этих районах наблюдается интенсивная тревожная глубокая техногенная и химическая деградация экосистем, часть из которых уже утратила способность к самовосстановлению. Проблема утилизации попутного нефтяного газа (ПНГ) для России является весьма актуальной. Несмотря на то, что этот газ является ценным химическим и энергетическим сырьем, в большинстве случаев он по-прежнему бесполезно сжигается в факелах, что может быть причиной возгорания сухой старой травы и увеличения количества техногенных и природных пожаров антропогенного происхождения и резко приводящих к повышению содержания в атмосфере парниковых газов. По различным оценкам в России сжигается от 20 до 50 млрд. куб. м ПНГ в год. Выброс в атмосферу загрязняющих веществ составляет при этом около 400 тыс. тонн. Несмотря на заявленные планы нефтедобывающих компаний по разработке методов эффективного использования ПНГ, динамика доли его утилизации на данный момент имеет тенденцию к уменьшению. За последние годы нынешнего периода этот показатель снизился с 84% до 75%. Предписываемого уровня эффективной утилизации ПНГ - 95% в России достигли всего две компании - «Сургутнефтегаз» и «Татнефть».

Обращает на себе большое экологическое внимание, что промывные и сточные воды предприятий нефтедобывающей, химической, металлургической промышленности и машиностроения содержат повышенные концентрации различных химических элементов, тяжелые металлы, углеводородные соединения и др.

Большинство этих примесей являются токсичными и представляют угрозу окружающей среде и здоровью для людей разных возрастов, особенно к растущему и будущему поколению. Установлено, что в результате природных геохимических процессов на месторождениях руд цветных металлов и функционирования горно-обогатительных и металлургических предприятий, в частности процессов бактериального и автоклавного выщелачивания, гальванических и травильных производств, образуются сернокислые сточные воды (ССВ), содержащие ионы металлов. Природные и техногенные ССВ, содержащие токсичные ионы металлов образуют озера, пруды рядом с месторождениями, отвалами, хранилищами и предприятиями, поступают в водные источники и загрязняют гидросферу и литосферу. Для нейтрализации ССВ требуется большое количество химических реагентов, чаще применяется известь, но при этом образуется значительный объем осадка, однако при этом тяжелые металлы не извлекаются. По статистическим данным Российского природного надзора в России резко возрастает количество твердых бытовых отходов (ТБО). Их общее количество уже превышает 5 млрд.т. Практически весь объем ТБО

размещается на полигонах, которые занимают площадь более 150 тыс. га, причем в основном наиболее ценных пригодных землях, для использования сельскохозяйственных целей и назначения, расположенных вблизи крупных городов огромных урбанизированных территорий регионов России. Известно, что внутри огромных полигонов инициируются биохимические и микробиологические процессы, которые выделяют биогаз и токсичные стоки, имеющий дурной запах и группу биологических и химических вредных веществ. Наносится непоправимый вред здоровью населения и загрязняется окружающая среда. Как правило, зона биохимических реакций представляет собой вязкую слизистую массу, представляющую собой жидкость - 70-80% , остальное - 20-30% продукты биохимического разложения, класс опасности которых существенно выше, чем исходные ТБО. Переработка отходов из старых свалок и без предварительной их обработки с методами обеззараживания и утилизации на месте не представляется возможным известными методами, даже при существенных затратах. На сегодняшний день обезвреживание токсичных стоков с полигонов ТБО в России и за рубежом представляет собой нерешенную проблему из-за несовершенства технологий обезвреживания, утилизации и удаленности полигонов от существующих систем канализационных стоков[8;9]. Однако, для решения этой проблемы разработана технология получения искусственной нефти из отходов РРН-КЭС, которая способна существенно снизить остроту проблемы обращения с отходами, а также помочь решить ряд задач, определенных Энергетической стратегией России до 2030 г., таких как развитие альтернативных и автономных источников энергии и производство топлива из не топливного сырья и отходов [5].

Таким образом, научные разработки должны быть направлены на основе дорожной карты на поиск путей эффективного вторичного использования промышленных, бытовых, иловых осадков сточных вод и канализационных отходов. Экономический эффект от внедрения мероприятий дорожной карты для защиты окружающей среды трудно поддается оценке и прогнозированию, однако только воспроизводство минеральных или иных ресурсов из отработанного сырья с применением современных технологий по экспертным оценкам может исчисляться сотнями миллиардов рублей для огромных урбанизированных территорий Россий.

Список литературы

1.Ахмадиев Г.М. Разработка способа обеззараживания и утилизации промышленных, бытовых и органических отходов агропромышленного комплекса Республики Татарстан.//Бюллетень науки и практики. 2017. № 2 (15). с. 154-162.

2.Ахмадиев Г.М. Сравнительная оценка способов и устройств обеззараживания и утилизации отходов различного происхождения //Аэкономика: экономика и сельское хозяйство. 2017. № 3 (15). С. 11.

3.Ахмадиев Г.М. Научные основы и принципы системы контроля и обеспечения экологической безопасности на урбанизированных территориях Республики Татарстан.//Социально-экономические и технические системы: исследование, проектирование, оптимизация. 2016. № 3 (70). С. 73-80.

4. Гага С.Г.. Способ и устройство переработки бытовых и промышленных органических отходов WO 2009104981 A1,2009.

5.Комаров В.П. Карбидная электростанция на отходах.//Твердые бытовые отходы, 2017, № 8,с.33-35

6. Патент РФ Ns 2105245, МПК F 23, G 5/00, опубл. 20.02.1998

7. Патент РФ JVs 2213908, МПК F 23, G 5/00, опубл. 10.10.2003

8. Патент РФ Ne 2182684, МПК F 23, G 5/027, опубл. 20.05.2002

9. Патент РФ JVb 2202589, МПК F 23, G 5/027, опубл. 10.10.2003

УДК 55.553.

БЕЗОПАСНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ И УТИЛИЗАЦИИ ИЛОВЫХ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД

Ахмадиев Габдулахат Маликович

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Набережные Челны, Россия, e-mail: GMAhmadiev@kpfu.ru, ahmadievgm@mail.ru

Аннотация. На сегодняшний день обезвреживание и утилизация отходов в России и за рубежом представляет собой нерешенную проблему из-за несовершенства технологий обезвреживания и удаленности полигонов от существующих систем канализационных стоков. Разработки, направленные на поиск путей эффективного вторичного использования промышленных и бытовых отходов на современном этапе актуальны, как для России, так и для зарубежных стран. Экономический эффект от защиты окружающей среды трудно поддается оценке и прогнозированию, однако только воспроизводство минеральных ресурсов из отработанного сырья с применением современных технологий по экспертным оценкам может исчисляться сотнями миллиардов рублей на огромных урбанизированных территориях регионов России. В настоящее время вопросы обеззараживание и утилизации иловых осадков сточных вод с каждым годом становится все острее для многих городских, поселковых, сельских поселений России. За прошедшие годы вблизи их территорий образовались многочисленные, перегруженные осадками иловые площадки, отвалы, карьеры с мусором Их наличие существенно влияет на многие стороны социальных условий проживания населения, экологическую и техносферную безопасность на урбанизированных территориях регионов и районов Российской Федерации. Целью настоящей работы является обоснование применения безопасной технологии утилизации и обеззараживание иловых осадков сточных вод на урбанизированных территориях регионов и районов Российской Федерации. Острота проблемы утилизации и обеззараживание иловых осадков в биологических очистных сооружениях в городах России расширяется и принимает широкомасштабный характер.

Ключевые слова: утилизация, обезвоживание, обеззараживание, иловые осадки, биологические очистные сооружения, население, безопасность, экономический эффект, промышленные, бытовые и органические отходы, защита окружающей среды.

SAFE DECOMPOSITION TECHNOLOGY AND DISPOSAL OF SEWAGE DRAIN SUCTIONS

Ahmadiev Gabdulahat Malikovich

Kazan (Volga Region) Federal University, NaberezhnyeChelny, Russia,
e-mail: GMAhmadiev@kpfu.ru, ahmadievgm@mail.ru

Annotation. Currently, the issues of disinfection and disposal of sludge from sewage sludge every year becomes more acute for many urban, rural and rural settlements of Russia. Over the past years, numerous sludge plots overloaded with precipitation, dumps, and quarries with garbage have formed near their territories. Their presence significantly affects many aspects of social conditions of the population, environmental and technospheric safety in urban areas of regions and regions of the Russian Federation. The purpose of this work is the scientific substantiation of the methodological and methodological foundations and principles of decontamination and utilization of sludge sediments in biological wastewater treatment plants in urban areas of regions and regions of the Russian Federation. The acuteness of the problem of utilization and disinfection of sludge sediments in biological treatment plants in the cities of Russia is expanding and takes on a large scale.

To date, the disposal and disposal of waste in Russia and abroad is an unsolved problem due to the imperfection of disposal technologies and the remoteness of landfills from existing sewage systems. Developments aimed at finding ways of efficient recycling of industrial and household waste at the present stage are relevant, both for Russia and for foreign countries. The economic effect of environmental protection is difficult to assess and predict, but only the reproduction of mineral resources from waste materials using modern technologies can be estimated at hundreds of billions of rubles in the huge urban areas of Russian regions.

Key words: utilization, dehydration, disinfection, sludge, biological sewage treatment plants, population, safety, economic effect, industrial, domestic and organic waste, environmental protection.

В настоящее время проблема утилизации отходов и обезвоживание, обеззараживание иловых осадков сточных вод на урбанизированных территориях регионов приобретает важность и является актуальной проблемой. За прошедшие годы вблизи жилых комплексов и производственных зон и территорий образовались многочисленные, перегруженные осадками иловые площадки, отвалы, карьеры с мусором. Их присутствие существенно влияет на многие стороны социальных условий проживания населения, нарушая экологическую безопасность на урбанизированных территориях Российской федерации [7;8;10;].

Целью настоящей работы является обоснование применения безопасной технологии утилизации и обеззараживание иловых осадков сточных вод.

В России более десятилетия создают и производят инновационные экономически и экологически целесообразные способы, устройства, сооружения, установки, оборудование, которые не уступают лучшим зарубежным образцам. Известно технология получения искусственной нефти из отходов РРН-КЭС, которая способна существенно снизить остроту

проблемы обращения с отходами, а также помочь решить ряд задач, определенных Энергетической стратегией России до 2030 г., таких как развитие альтернативных и автономных источников энергии и производство топлива из не топливного сырья и отходов. Обращает внимание, то что большинство известных патентов и по многим характеристикам даже превосходят аналогов, однако ни находят применение в очистных сооружениях для решения проблем утилизации отходов, обезвоживание и обеззараживание иловых осадков [3; 4; 9].

Прогнозные расчеты указывают на значительный рост объема осадков в ближайшие годы и необходимости принимать меры для их утилизации и обезвоживание, обеззараживание. Ежедневное поступление стоков на очистные сооружения разных городов, на которых успешно работает флотационная установка современной инновационной конструкции, оценивается примерно в 1 млн.куб.м. После переработки на выходе получается 1,40 тыс.куб.м осадка с влажностью до 96%. Использование перспективной научно обоснованной экологической безопасной технологии позволить снизить объем отходов, подлежащих дальнейшей утилизации и энергетические затраты на обезвоживание осадка. В настоящее время на больших очистных сооружениях планируется внедрить научно-обоснованную технологию путем сжигания отходов с помощью проверенных экологически безопасных установок на основе пиролиза. Острота проблемы утилизации отходов и обезвоживание, обеззараживание иловых осадков в очистных сооружениях городов России усугубляется невозможностью строительства иловых площадок из-за близкого расположения к поверхности грунтовых вод. К этому еще добавляются сложные климатические условия региона и отсутствие достаточных территорий для свободных площадей. Проектом городских очистных сооружений обезвоживание осадка было предусмотрено с использованием вакуум-фильтров, термических сушилок и дальнейшим его применением, как удобрения в сельском хозяйстве. Практически указанные технологии не экологической и не экономической точки зрения не оправдали себя по разным причинам (необходимость больших количеств химических реагентов, нестабильность работы, отказ агропромышленного комплекса использовать отходы на полях). При этом лучше всего строить комплекс или завод по утилизации отходов и обезвоживание, обеззараживание иловых осадков, которые образуются для работы биологических очистных сооружений с получением биогаза, топлива и полезных средств, веществ и материалов. Учитывая постоянно растущие потребности под складирование отходов, их негативное влияние на природную среду и населению, необходимо принимать решение по усовершенствованию используемых в очистке стоков технологии. Они основаны на замене изношенных оборудований на новые комплектующие узлы, а также устанавливают высокоэффективные детали и запчасти, как, например, установка ультрафиолетового облучения для

обеззараживания воды с бактерицидным оборудованием. А в утилизации осадка можно использовать технологию механического его обезвоживания и последующего сжигания. Сохранение надлежащего экологического, санитарно-эпидемиологического состояния крупных городов, возможно, требует принятия технологических, экологических, экономических и хозяйственных мер, для рекультивации полигонов, на которых хранятся обезвоженные осадки от переработки стоков. В первую очередь тех, которые расположены в городской черте. Вопрос рекультивации площадок, входящих в систему очистных сооружений, важен не только с экологической точки зрения, но и несет выгоды в социальном и экономическом плане. Удаление, обеззараживание и утилизация иловых осадков занимающих много карт-участков освобождает огромные территории, которые затем можно использовать под гражданское строительство или другие социально значимые цели. В настоящее время обращает на себе внимание аппараты и оборудование, применяемые на практике в биологических очистных сооружениях и отмеченные методы имеют свои преимущества и определенный ряд недостатков. Сегодня все чаще на очистных сооружениях применяется для обезвоживания осадка оборудование, работающие по методу его центрифугирования. Достоинства его в простоте конструкции, экономичность, хорошей управляемости процессом. Именно центрифугирование позволяет до возможного минимума сократить влажность (соответственно, и объем) отходов. Ко всему еще добавляются проблемы с загрязненностью городских стоков токсичными веществами, зараженностью болезнетворными микроорганизмами и бактерий вызывающие загнивание. Их трудно, а часто и невозможно довести известными методами до приемлемого состояния. В результате то же загрязнение природной среды, физический и социальный вред здоровью людей, снижение комфортности их проживания на загрязненных урбанизированных территориях. Учеными и специалистами предложены инновационные методы для термической обработки иловых осадков сточных вод. После чего их подвергают к обезвоживанию, обеззараживанию и утилизаций для получения безопасной продукции. Все это проводиться в инновационных экспериментальных проверенных установках, безопасных комплексах или в современных заводах по переработке иловых осадков сточных вод с получением полезных безопасных материалов и продуктов [2;3;4]. Пиролиз сегодня считается из лучших инновационных технологий переработки отходов, чем сжигание. Способ заключается в разложении органических соединений при недостатке или отсутствии кислорода и с одновременным воздействием высоких температур. При пиролизе, а именно на выходе получают смолу и экологический безопасный (твердый продукт), который, могут использоваться, как безопасный прием и не нанесет экологический урон к природе и населению от его применении в других технологиях (например, при производстве керамзита, бетона). Сегодня на рынке оборудования для

очистки стоков известны примерно полусотня различных систем, реализующих на практике метод пиролиза иловых осадков[1;2;5]. Методы пиролиза иловых осадков отличаются с применимым исходным сырьем, рабочей температурой, конструктивными, функциональными узлами и технологическими решениями [6;11].

Таким образом, научные проекты должны быть обоснованы методологией применения способов и устройств утилизации и обеззараживания и далее формированием полезных качеств, для повторного применения промышленных, бытовых, иловых осадков сточных вод и канализационных отходов жизнедеятельности живых организмов.

Список литературы

1.Ахмадиев Г.М. Экологические проблемы и методы их решения //Современные проблемы экологии: доклады XXII междунар. науч.-практической .конференции под общ. ред. В.М. Панарина. - Тула: Инновационные технологии, 2019. – С.161-166

2.Ахмадиев Г.М.,Ахметшин Р.С. Патент на полезную модель № 172829«Устройство для обеззараживания и утилизации илового осадка очистных сооружений«. Заявка № 2016108594.Приоритет полезной модели от 09.03.2016.-2с.

3.Ахмадиев Г.М. Научные основы и принципы системы контроля и обеспечения экологической безопасности на урбанизированных территориях Республики Татарстан//Социально-экономические и технические системы: исследование, проектирование, оптимизация, № 3 (70), 2016,с.73-82

4. Ахмадиев Г.М. Методологические основы и принципы оздоровления окружающей среды Камского инновационного территориально-обособленного производственного центра «ИННОКАМ«//Современные проблемы экологии: доклады XXII междунар. науч.-практич. конференции под общ. ред. В.М. Панарина. - Тула: Инновационные технологии, 2019. –С. 167-170

5.Бикбау М.Я., Луговкина В.Н. Комплексная переработка твердых бытовых отходов. - М.: ОАО "Московский институт материаловедения и эффективных технологий", 2006.-с.56-58

6.Бернадинер М.Н., Жижин В.В., Иванов В.В. Термическое обезвреживание промышленных органических отходов// Экология и промышленность России. – 2000. – Апр. – С. 17-21.

7.Кармазинов Ф.В., Пробирский М.Д. Технологический комплекс по обработке и утилизации осадков сточных вод на ЦСА Санкт-Петербурга// ВСТ. – 2001. – №8. – С. 2-7.

8.Коммунальные сточные воды и перспективы их использования в сельском хозяйстве Западной Сибири/ А.В.Шуравин, Р.П.Воробьева, А.С.Давыдовидр. // Вода: экология и технол.: Тез.докл. 4-го Международ. конгр. – М.: 2000. – С. 595-596.

9.Мадорский С. Термическое разложение органических полимеров. - М: Мир, 1967. - 328 с.

10.Сооружения по очистке городских канализационных стоков как источники загрязнения атмосферы/ А.О.Карелин, О.Н.Карелин, В.С.Лучкевич и др.// Гигиена и санитария. – 2000. – №3. – С. 12-14.

11.Скобелева Л.А., Храмцов Д.Ю., Гильманова Э.М. Экологический и технический надзор (практика осуществления) М.: ТК Велби, Проспект, 2008. -320.

УДК. 504.064.36

ИССЛЕДОВАНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ СПОСОБОВ СНИЖЕНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ГРУНТОВЫХ ВОД НЕФТЕПРОДУКТАМИ

Бакнин Максим Дмитриевич

Муромский институт (филиал) Владимирского государственного университета имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, г. Муром, Россия, e-mail: m.baknin@yandex.ru

Аннотация. Одним из источников загрязнения грунтовых вод является топливо-энергетические комплексы (ТЭК), бензоколонки, нефтеперерабатывающие и нефтедобывающие предприятия, места хранения нефтепродукта в результате их эксплуатации происходят техногенные утечки, с последующим проникновением в приповерхностные слои почвы, в результате чего происходит критическое накопление нефтепродукта и образование нефтешлама, который способен оседать на грунтовых водах. Таким образом, в данной статье будет проанализировано использование системы мониторинга на основе резистивно-акустического метода контроля утечки нефтепродукта и образование грунтового нефтешлама, с целью предупреждения критического насыщения приповерхностных слоев почвы нефтепродуктами в результате техногенных утечек.

Ключевые слова: система мониторинга, резистивно-акустический метод, загрязнение грунтовых вод, грунтовый нефтешлам утечка нефтепродукта.

STUDY OF ADDITIONAL WAYS TO REDUCE GROUNDWATER POLLUTION BY OIL PRODUCTS

Bakunin Maxim Dmitrievich

Murom Institute (filial branch) of Vladimir State University named after Alexander Grigorievich and Nikolai Grigorievich Stoletov», Russia, Murom, m.baknin@yandex.ru

Abstract. One of the sources of groundwater pollution is fuel and energy complexes (FEC), gas stations, oil refineries and oil-producing enterprises, places of storage of petroleum products as a result of their operation there are man-made leaks, followed by penetration into the surface layers of the soil, resulting in a critical accumulation of petroleum products and the formation of oil sludge, which can settle on groundwater. Thus, this article will analyze the use of a monitoring system based on the resistive-acoustic method of controlling the leakage of petroleum products and the formation of ground oil sludge, in order to prevent critical saturation of the near-surface layers of soil with petroleum products as a result of man-made leaks.

Key words: monitoring system, resistive-acoustic method, groundwater pollution, oil sludge oil product leakage.

Анализ состояния проблемы загрязнения грунтовых вод и приповерхностных слоев почвы нефтепродуктами. Практически под любым объектом, связанным с добычей, транспортировкой, хранением и переработкой нефтепродуктов, образуется зона грунтов и подземных вод пораженная нефтепродуктами, а под многими крупными объектами ТЭК скопились гигантские нефтяные «линзы». В качестве наглядного примера можно привести известный случай выявления в грунтовых водах «гуляющей» линзы керосина площадью 2 га на территории склада ГСМ воинской части на севере г. Иваново. А также очаг загрязнения на территории Моздокского аэродрома общей площадью 163 кв. км., в состав которой входит гроздь из 5 линз керосина мощностью 0,01-0,6 м., г. Саратов: две техногенных линзы свободных нефтепродуктов площадью 6 га и 140 га.

В работах авторов Тетельмана В.В. и Язева В.А. [1] говориться что, удельные потери организаций нефтепереработки и нефтедобычи составляют в среднем 4,5 кг на тонну переработанной нефти. Из источника [2] видно, что нормы естественной убыли нефтепродукта при хранении более 1 месяца достигают 0,3 кг на 1 тонну хранимого нефтепродукта (варьирует в зависимости от времени года, типа резервуаров, группы нефтепродуктов). Максимальный ущерб окружающей среде наносят нефтебазы, склады ГСМ, АЗС, вблизи дорог находящиеся за чертой урбанизированных территорий.

Постоянные утечки нефтепродуктов приводит к образованию техногенных залежей нефтешлама за счет инфильтрации нефтепродуктов вглубь приповерхностных слоев почвы. При этом водоносные горизонты (грунтовые воды) играют роль защитных экранов и чаще всего техногенные залежи нефтешлама или же просто нефтепродукта располагаются на небольшой глубине, в среднем в пределах 10-25 метров, удерживаемые этими экранами. Кроме того нефтешлам оседая на водные экраны, загрязняя и передвигайся с их помощью, наносит колоссальный (12 г нефти делают непригодной для употребления тонну воды.) ущерб экологии не только водных ресурсов, но и геологической среде и биоты в целом, «инфицируя» все на своем пути. Так же при изменении уровня подземных вод возможны вторичные загрязнения грунтов, образующих геологический разрез [1].

Таким образом, попадая в водоносные горизонты, нефтепродукты и нефтешламы распространяются с потоком подземных вод в следующих формах:

1) Несмешивающаяся с водой жидкость в виде слоя (линзы) нефтешлам.

2) Истинный раствор с водой (водорастворенные углеводороды).

3) Эмульгированном и парообразном состояние.

Следует прибегать к любым методам и подходам мониторинга состояния грунтовых вод особенно, так как их загрязнение будет подвергать опасности большие территориальные объемы. Поэтому целесообразнее

ликвидировать такие техногенные происшествия на этапе зарождения проблемы.

Влияние химико-физических характеристик нефтешлама на электрические параметры почвы. В наиболее упрощенном виде нефтешламы представляют собой многокомпонентные стабильные агрегатные физико-химические системы, состоящие в основном из нефтепродуктов, воды и минеральных добавок (песок, глина, оксиды металлов и др.).

Смолы и асфальтены определяют физические свойства и химическую активность нефти. Состав смол и асфальтенов входят канцерогенные полициклические ароматические структуры, содержащие серу, кислород, азот, микроэлементы. С экологической точки зрения нефтяные микроэлементы делятся на две группы: нетоксичные (Si, Fe, Al, Ca, Mg, P и другие) и токсичные (V, Ni, Co, Pb, Cu, Ag, Hg, Mo и др.), действуя на живые организмы как яды. Ванадий и никель входят в состав порфириновых комплексов, а их содержание может достигать 40% для золы (0,04% для нефти).

Плотность загрязненного грунта определяется вкладом плотности и его компонентов. Таким образом, плотность почвы, содержащие загрязняющие вещества нефть, как правило, ниже, чем плотность незагрязненных почвах, так как плотность нефтепродуктов, как правило, меньше. Исключение составляют тяжелые мазуты и некоторые смазочные масла. Наоборот, смесь тяжелых загрязнений с высокой плотностью, увеличивает плотность почвы [3]. Электрическое свойство. Наличие загрязняющих веществ-электролитов снижает электрическое сопротивление почвы и чем больше загрязняющих веществ попадает в почву. На этом явлении основан один из геофизических методов поиска гало химического загрязнения почв и их резистивного источника загрязнения [4-5].

Неорганические загрязнители-неэлектролиты, наоборот, повышают электрическое сопротивление. Подобный эффект оказывает большинство органических загрязнителей-неэлектролиты, в частности нефтепродукты. Электропроводность масел в зависимости от их состава изменяется в пределах $2*10^{-9} - 0{,}3*10^{-18} Ом*1 См$, но большинство нефтепродуктов являются изоляторами.

Диэлектрических свойств загрязненных почв зависит от диэлектрической проницаемости (ε) компонента загрязняющего вещества и его концентрации в почве. Таких загрязнителей, как нефть и нефтепродукты (ε=2-3) имеют низкую диэлектрическую проницаемость.

Таким образом, можно сделать вывод, что участки, подверженные разливу нефти, имеют контрастное сопротивление со средой.

Обоснование применения системы мониторинга на базе резистивно-акустического метода контроля утечки нефтепродукта. В чистом виде сейсморазведочные и электроразведочные методы не позволяют с достаточной точностью определить границы зоны развития техногенных

линз нефтешлама. Обычно тело линзы представлено водной нефтяной эмульсией, которая на фоне сухих пород в геоэлектрическом разрезе соответствуют зонам пониженных электросопротивлений. При этом контрастность геоэлектрических аномалий кажущегося сопротивления в линзах, залегающих в слабопроницаемых породах (суглинках) и разрушенных карбонатных породах не превышают 10–20 %, в песках чуть выше. Для повышения чувствительности используют модификации эквипотенциальных электроразведочных методов, позволяющих определить положение и размер линзы по параметру дифференциальной проводимости [6].

Практически граница между зонами полного и частичного насыщения грунта нефтепродуктами этими методами не фиксируется, что затрудняет их использование при ранней диагностике техногенных проливов на объектах ТЭК. Повысить чувствительность можно за счет применения комбинационных резистивных методов, таких как резистивно-акустический метод, позволяющий проводить томографическое исследование возможных утечек нефтепродуктов под объектами ТЭК [7].

По своей сути применение резистивно-акустического метода аналогично использованию многополюсных электролокационных установок. Они позволяют создать в точке наблюдения эллиптически поляризованное электрическое поле, вследствие того, что источники территориально разнесены и имеют изначально различные параметры зондирующих сигналов. Следует отметить важное свойство, характерное для многополюсных установок – это возможность балансировки результирующего поля в точке наблюдения, что позволяет размещать установку около объекта контроля утечек. При этом балансировки можно добиться за счет управления зондирующими сигналами с целью задания амплитудно-фазовых соотношений между этими сигналами. Это позволяет устранить влияние искажений мультипликативного типа на фазовые характеристики регистрируемого поля и обеспечить более высокую чувствительность измерительной системы.

Система мониторинга будет базироваться на вторичных сейсмических эффектах, пьезоэлектрическом и сейсмоэлектрическом. Она основан на регистрации вариаций силы тока в горных породах при распространении упругих колебаний и при фиксированной разности потенциалов на исследуемом участке геологической среды (сейсмоэлектрический эффект 1-го рода). При этом в качестве информативного параметра в нашем случае можно использовать параметрическую передаточную функцию в виде комплексного сопротивления исследуемого участка геологической среды [6].

Резистивно-акустический метод является новым методом контроля, представляет собой комбинацию известного резистивного и акустического методов контроля. Для повышения эффективности акустико-резистивного метода предлагается формировать зондирующие электрические сигналы на разных частотах (многочастотный метод), что позволит проводить мониторинг на разных глубинах.

Таким образом, исследования в данной области выявили отсутствие комплексного решения классификации нефтешлама. Несмотря на существование множества подходов, и решений, все еще нет единой системы оперативной оценки.

Практически граница между зонами полного и частичного насыщения грунта нефтепродуктами не фиксируется, что затрудняет заблаговременно, до появление визуальных предпосылок, диагностировать насыщение почвы нефтепродуктами и начальную фазу образования нефтешлама. Повысить чувствительность классических методов мониторинга к нефтепродуктам и нефтешламам в почвах можно за счет применения комбинационных резистивных методов, таких как резистивно-акустический метод, позволяющий проводить томографическое исследование.

Кроме этого, с целью снижения техногенной нагрузки на окружающую среду необходимо использовать отходы в качестве вторичного сырья, применяя их полезные свойства.

При поддержке фонда содействия инновациям в рамках конкурса по программе «УМНИК - 18», договора 0047309, заявки №52189.

Список литературы

1. Тетельмин В.В., Язев В.А. Геоэкология углеводородов. Учебное пособие / Долгопрудный: Издательский Дом «Интелект», 2009. – 304 с.

2. РД 153-39.4-033-98 Нормы естественной убыли нефтепродуктов при приеме, транспортировании, хранении и отпуске на объектах магистральных нефтепродуктопроводах.

3. Башкетова Н.С., Фридман К.Б., Нефедова Е. Д. Проблемы питьевого водоснабжения населения на современном этапе / Здоровье нации – основа процветания России: Материалы X Всероссийского форума (Москва, 28–30 апреля 2016 г.). – М.: Общероссийская общественная организация «ЛИГА ЗДОРОВЬЯ НАЦИИ», 2016. с. 163–164

4. Трескова Ю. В., Биекенова А. С. Охрана водных ресурсов как одна из важнейших задач современности // Молодой ученый. – 2016. – №27. – С. 197-200.

5. Хаустов А. П. Проблемы прогнозирования и оценок рисков загрязнения геологической среды нефтяными углеводородами // Экология и охрана труда. – 2014. – № 7/8. – С. 59-64.

6. Быков А.А., Кузичкин О.Р. Применение сейсмоэлектрического метода при геодинамическом контроле в природно-технических системах // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности. 2013. - №2(16). – С.22-28.

7. Бачурин Б.А., Одинцова Т.А. Проблемы диагностики и контроля нефтяных загрязнений, природных геосистем // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. - 2005. - № 9-10. - С. 79-84.

УДК 504.064.2

ВЫБОР МЕТОДОВ УЛУЧШЕНИЯ БИЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ (НА ПРИМЕРЕ Г. САРАТОВА И Г. ЭНГЕЛЬСА)

Белова Мария Юрьевна, Умаров Арман Максотович

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., Россия, e-mail: belovamy@mail.ru

Аннотация: В настоящее время загрязнение окружающей среды является достаточно острой и актуальной проблемой. На данный момент времени исследованы изменения в составе микробных комплексов и биохимической активности почвенного покрова городских ландшафтов. Показано изменение основных эколого-физиологических групп микроорганизмов в отобранных образцах почв г. Саратова и г. Энгельса. При исследовании ферментативной активности было выявлено низкое содержание всех групп ферментов и дыхательной активности городских почв в различных функциональных зонах исследуемой агломерации. По результатам исследований были построены карты экологического состояния городских техногенно-загрязненных ландшафтов.

Ключевые слова: экологический мониторинг, микробиологический анализ, биохимический анализ, геоинформационные технологии

THE CHOICE OF METHODS FOR IMPROVING THE BIOLOGICAL CONDITION OF A SOIL COVER OF THE URBANIZED TERRITORIES (ON THE EXAMPLE OF SARATOV AND ENGELS)

Belova Maria Yurievna, Umarov Arman Maksotovich

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Russia, e-mail: belovamy@mail.ru

Abstract. Currently, environmental pollution is a rather acute and urgent problem. At this time, changes in the composition of microbial complexes and the biochemical activity of the soil cover of urban landscapes have been investigated. The change of the main ecological and physiological groups of microorganisms in selected soil samples of the city of Saratov and the city of Engels is shown. In the study of enzymatic activity, a low content of all enzyme groups and respiratory activity of urban soils in various functional zones of the studied agglomeration was revealed. According to the results of the research, maps of the ecological state of urban technogenically polluted landscapes were constructed.

Keywords: environmental monitoring, microbiological analysis, biochemical analysis, geo-information technologies

Интерес к почвенному экологическому мониторингу в настоящее время достаточно актуален и постоянно растет, поскольку качество почв в городах постоянно ухудшается. По этой причине, научные работники

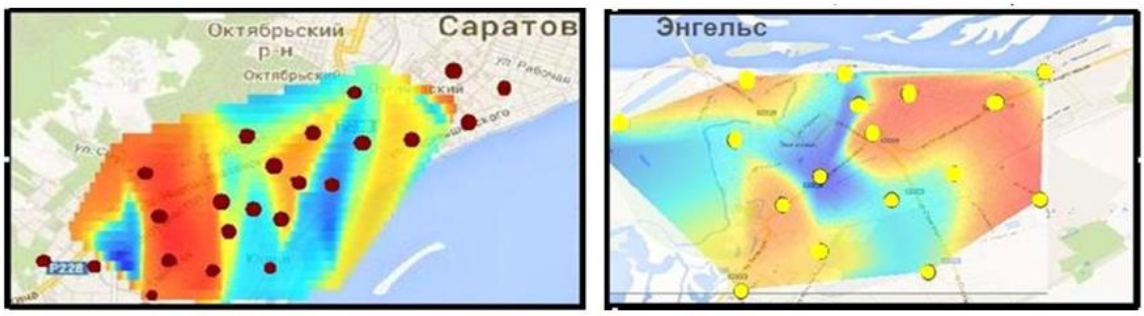
постоянно ищут подходящие чувствительные индикаторы экологического состояния почвенного покрова городских территорий [1,2].

Для достижения установленной цели необходимо ежегодно проводить мониторинг почвенного покрова исследуемых городов (в данном случае агломерации Саратов-Энгельс, в качестве контроля была исследована почва с территории с.Александровка Саратовского района, близко расположенного к городу, но отличающаяся низкой степенью антропогенной нагрузки).

Территория городов Саратова и Энгельса загрязняется в основном выбросами автомобильного транспорта, поскольку количество промышленных предприятий в начале 90-х годов стало сокращаться очень быстрыми темпами. Работающих заводов осталось минимальное количество.

Отбор образцов почв проводили по общепринятым методикам. Учитывали рост гетеротрофных бактерий, актиномицетов, микромицетов, азотфиксирующих и целлюлозоразрушающих микроорганизмов (Теппер, 2004) [3]. Исследовали наличие ферментов целлюлазы, фосфатазы, сульфитоксидазы, каталазы, дегидрогеназы, уреазы, а также почвенного «дыхания» (Хазиев, 2005) [5]. Итогом работы являлось составление карт с использованием современных ГИС-технологий, на которых, как итог, видно экологическое состояние городских территорий, рассчитанных по показателю ИПБС [2].

На основе полученных данных микробиологического и биохимического анализов проб почв разных функциональных зон г.Саратова и г.Энгельса производился расчет интегрального показателя биологического состояния почв, по результатам которого были построены карты экологического состояния почв (рисунок).



Примечание: - участки с увеличенной степенью антропогенной нагрузки на территорию;
- участки с низкой степенью антропогенной нагрузки на территорию;
и - переходные зоны со средней степенью антропогенной нагрузки

Анализ экологического состояния почвенного покрова агломерации Саратов-Энгельс на основе данных общего ИПБС

Полученные данные по оценке активности ферментов в почвах г. Саратова и г. Энгельса показали низкий уровень содержания изучаемых групп микроорганизмов особенно на участках с интенсивной антропогенной нагрузкой: вблизи промышленных предприятий, автомагистралей и

железнодорожного полотна. На карте выделяются зоны, где показатели сильно варьируют и отличаются от фоновой территории.

Например, значения ИПБС городских почв для г.Саратова выше 50% – это санитарно-защитные зоны промышленных предприятий и автомобильных дорог, в г.Энгельсе в данных зонах показатель был выше 50%. Данные зоны отмечаются средней степенью нарушения экологического состояния городских почв г. Саратова. Зоны, где значения ИПБС почв г. Саратова ниже 50% – это зоны с максимальной степенью нарушения их экологического состояния (селитебные зоны), подлежат в первую очередь восстановлению, а в г. Энгельсе селитебная зона отличалась низкими показателями ИПБС, что говорит о благоприятной обстановке в данной зоне.

В целях сохранения главного богатства Саратовской области – почв – необходимо проводить комплекс разнообразных мероприятий: рекультивацию земель, реконструкцию коллекторно-дренажной, осушительной систем, высадку защитных лесных насаждений, соблюдение правил хранения, транспортировки агрохимикатов, пестицидов и т. п.

Основное внимание необходимо уделять изучению доступных методов очистки почв, например естественному увеличению численности микроорганизмов в почве путем внесения различных органических элементов в почвенный покров.

Главной идеей продолжения данной работы является поиск новых ремедиационных технологий. Поиск надежных, удобных и самое главное – доступных методов ремедиации почвенного покрова городской среды, это достаточно объемная и длительная работа, включающая в себя выбор технологии, подготовку образцов и материалов для анализа и практическую часть, по окончанию которой можно будет определить эффективность выбранного нами метода.

Список литературы

1. Белова М.Ю., Тихомирова Е.И. Экологический мониторинг почвенного покрова городских территорий с использованием современных ГИС-технологий (на примере агломерации Саратов-Энгельс) // В сборнике: Вавиловские чтения - 2018 Сборник статей Международной научно-практической конференции, посвященной 131-ой годовщине со дня рождения академика Н.И. Вавилова. 2018. С. 348-349.

2. Казеев К.Ш., Колесников С.И. Биодиагностика почв: методология и методы исследований: / К.Ш. Казеев, С.И. Колесников - Ростов-на-Дону. – Издательство Южного федерального университета, 2012. - 260 с.

3. Теппер Е.З. Практикум по микробиологии / Е.З. Теппер, В.К. Шильникова, Г.И. Переверзева. 5-е изд. М.: Дрофа, 2004. 256 с.

4. Тихомирова Е.И. Оценка степени антропогенной нагрузки на урбаноземы с учетом особенностей овражно-балочной сети / Тихомирова Е.И., Белова М.Ю., Абросимова О.В. // В книге: Урбанистика: опыт исследований, современные практики, стратегия развития городов 2017. С. 183-184.

5. Хазиев, Ф.Х. Методы почвенной энзимологии / Ф.Х. Хазиев. – М.: Наука, 2005. – 252 с.

УДК 598.2:502.171 (470.44)

ВЛИЯНИЕ УРОВНЯ ВОДЫ НА НАСЕЛЕНИЕ ПТИЦ ПРУДА ЮНЁВ (ЗАКАЗНИК «САРАТОВСКИЙ»)

Беляченко Андрей Александрович

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., Россия, e-mail: belyachenkoaa@mail.ru

Аннотация. Рассмотрены закономерности изменения состава и структуры населения птиц пруда Юнёв (заказник «Саратовский»). Отмечено ключевое влияние гидрологических характеристик водоема на колониально гнездящихся птиц.

Ключевые слова: гнездовое население птиц, гидрологические характеристики водоёма.

INFLUENCE OF WATER LEVEL ON YUNEV POND BIRD POPULATION («SARATOVSKI» STATE NATURAL RESERVE)

Belyachenko Andrei Aleksandrovich

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Russia, e-mail: belyachenkoaa@mail.ru

Abstract. Bird population composition and structure changes of the Yunev pond («Saratovski» State Natural Reserve) are considered in the article. The key influence of the pond hydrological characteristics on nesting birds is noted.

Key words: nesting bird population, hydrological characteristics of reservoir.

Пруды в балках среди агроценозов являются важным элементом ландшафтов левобережья Саратовской области в целом и территории ООПТ «Государственный природный заказник «Саратовский»» в частности. Как большинство ландшафтных неоднородностей они существенно увеличивают количество местообитаний, пригодных для гнездования различных видов птиц и играют важную роль в поддержании биологического разнообразия ООПТ в целом. Одним из факторов, определяющих биологическое разнообразие птиц в пределах акватории пруда и прилегающей к нему территории, является уровень воды. Его влияние на состав и структуру населения птиц может быть как непосредственным, так и опосредованным. С одной стороны, от уровня воды зависит площадь отмелей, пригодных для гнездования и кормежки околоводных птиц, с другой – уровень воды определяет градиент увлажненности прибрежных участков и, как следствие, отдельные характеристики занимающих их растительных сообществ (видовая структура, высота травостоя, общее проективное покрытие). Спецификой прудов в степных балках является то, что они неглубоки, и в них ярко выражены процессы заиления, из-за чего даже незначительное изменение

уровня воды приводит к существенным изменениям в составе и структуре местообитаний, пригодных для гнездования птиц.

В качестве объекта изучения влияния уровня воды на состав и структуру гнездового населения птиц был выбран пруд Юнёв в балке Лесная, находящийся в 8,5 км восточнее р.п. Мокроус и в 5,5 км севернее с. Николаевка Федоровского района Саратовской области на территории ГПЗ «Саратовский». Мониторинговые исследования проводились с 2011 по 2018 гг., когда колебания уровня воды были наиболее значительными. Наибольшим уровень воды оказался в 2011 г., когда из-за дружной весны пруд быстро наполнился. Высокий уровень продержался до конца сентября, когда часть воды из пруда была сброшена в находящееся вблизи устья балки Лесная водохранилище у с. Семеновка. Самым низким оказался уровень 2013 г. Это связано со сравнительно небольшим количеством снега и ранним сбросом воды в водохранилище. Характеристики гидрологической обстановки на пруду Лесной представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристика гидрологической обстановки на пруду в балке Лесная в 2011-2013 гг. (по состоянию на 1 июля)

Параметры	Год	
	многоводный	маловодный
Уровень воды в контрольной точке, м	3,8	2,9
Площадь зеркала водоема, га	1084,2	958,6
Площадь отмелей без растительности, га	69,0	164,1
Площадь заросших отмелей, га	21,3	77,9
Протяженность береговой линии, км	13,8	14,6

Следует отметить также, что ряд специфических особенностей пруда является следствием его небольшого возраста. Исторически водоток в балке Лесной был перекрыт еще в 80-х годах, однако тогда плотина располагалась намного выше по течению, чем современная. В результате этого площадь акватории составляла всего 419,4 га, а протяженность береговой линии – 9,67 км. Вторая дамба была возведена в 2008 г, за счет чего акватория и протяженность береговой линии увеличились в 2,6 и 1,4 раза соответственно (рис. 1).

При постепенном заполнении пруда его акватория увеличивалась. В 2011 г. подтопленными оказались близлежащие поля и посадки, под воду ушли участки, занятые сформированной прибрежно-водной растительностью, в том числе, заросли ив. Таким образом, у водоема практически не осталось незаросших отмелей, за исключением переувлажненных участков у самого уреза воды. На месте старой дамбы и ряда полуостровов были сформированы затопленные мелководья; крупный участок прибрежной территории, ранее прилегавший к дамбе, стал островом. С падением уровня воды к 2013 г. площадь открытых отмелей значительно увеличилась. Формирование сообществ прибрежно-водной

растительности (ассоциации рогоза узколистного и частухи) на мелководьях пруда идут достаточно быстро. Площадь заросших отмелей, таким образом, увеличивается за счет двух факторов: падения уровня воды в пруду, сопровождающегося обнажением отмелей и заилением и обмелением участков водоема, где прибрежно-водная растительность уже сформирована.

В результате указанных изменений гидрологических условий происходят существенные изменения в составе и структуре гнездового населения птиц. В целом, в гнездовые и послегнездовые периоды (15 мая по 1 июля) трех лет наблюдений в пределах акватории пруда Лесной зафиксировано 49 видов птиц, относящихся к 25 семействам и 11 отрядам. Больше половины видов (25) гнездятся в пределах акватории пруда, для остальных пруд служит местом добывания пищи, тогда как гнездование связано с близкорасположенными посадками или агроценозами (19), или гнездование вида достоверно не установлено (5).

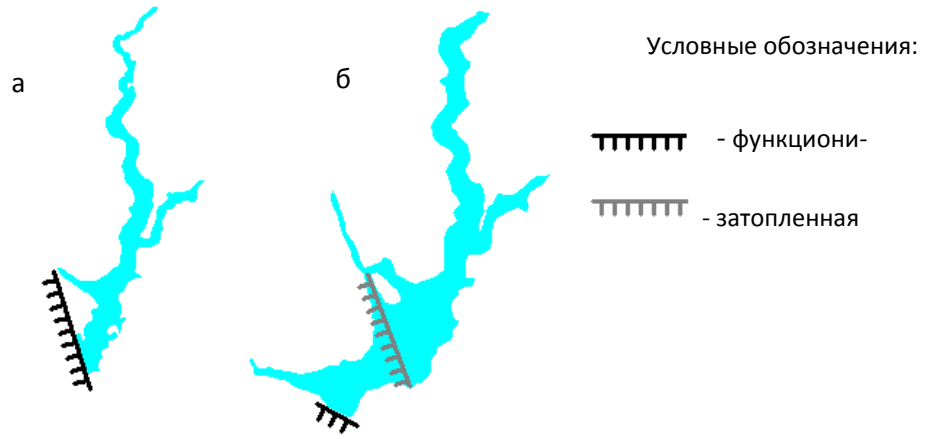


Рис 1. Акватория пруда в балке Лесная в 2006 (а) и 2011 (б) годах

В целом население птиц пруда и близлежащих территорий в гнездовые периоды можно разделить на несколько групп. Численность видов первой группы мало изменяется по годам. Гнездование некоторых видов связано с гидротехническими сооружениями (плотина и противоэрозионная отмостка). Это сизый голубь (средняя численность за три гнездовых периода 4,3 пары), деревенская ласточка (10,1 пары), белая трясогузка (2 пары). Другие виды этой группы гнездятся вблизи пруда, в посадках или на полях: пустельга (3,5 пары), чибис (5,3 пары), вяхирь (4,6 пары), полевой жаворонок (25,8 пары), серая ворона (5,1 пары), грач (150,6 пар), обыкновенная галка (14,6 пар), сорока (10,3 пары), серая славка (21,6 пары), зяблик (15,9 пары), обыкновенная овсянка (33,2 пары), садовая овсянка (7,5 пары), обыкновенный жулан (3,8 пары) и перепел (5,3 пары). К первой группе также относится ряд видов, чье гнездование связано с акваторией пруда, зарослями ив на затопленных прибрежных участках и

участками прибрежно-водной растительности. Это большая поганка (18,3), серая цапля (2,7 пары), выпь (2 пары), лебедь-шипун (2 пары), кряква (20,9 пары), чирок-трескунок (7,1 пары), болотный лунь (2 пары), лысуха (17,8 пары), травник (4,1 пары), хохотунья (7,7 пары), обыкновенная кукушка (2 пары), варакушка (29,3 пары), дроздовидная камышовка (12,3 пары), камышовка-барсучок (4,3 пары), ремез (2 пары), полевой воробей (44,9 пары).

Вторая группа видов – виды, чья численность сильно изменяется по годам. Их гнездование связано с различными растительными ассоциациями, образующимися вблизи уреза воды, а также на острове, образовавшемся после строительства новой плотины. Основную роль в формировании гнездового населения птиц на пруду играет именно остров, так как этот участок является относительно изолированным: здесь снижен фактор беспокойства птиц, а также велико количество мест, пригодных для гнездования. В результате на прибрежных мелководьях острова формируется крупная колония водоплавающих и околоводных птиц. Структура растительности и, как следствие, состав и структура населения птиц острова изменяется в зависимости от уровня воды в пруду и в результате естественных сукцессионных процессов.

Наиболее изменчивой оказывается численность птиц, гнездящихся на незаросших отмелях (ходулочник и малый зуек), а также колониально гнездящихся чаек, крачек и поганок. Оптимальные условия для гнездования сложились в 2012 году, когда на фоне снижения уровня воды в пруду происходило постепенное зарастание прибрежных мелководий. С одной стороны, от воды освободились значительные площади суши, с другой стороны, они оказались закрытыми от основной акватории пруда зарослями рогоза узколистного. Кроме того, на периферии острова находится затопленный участок чернополынника. Возвышающиеся над поверхностью воды верхушки побегов полыни активно используются птицами непосредственно для строительства гнезд или задерживают плавающие вокруг сухие ветви ив и стебли рогоза, образуя плавучие микроостровки, где строят гнезда черная, белокрылая и белощекая крачки, а иногда и озерные чайки. В 2011 году уровень воды был слишком высоким, в результате чего отмели не были отделены от основной акватории рогозовыми зарослями. В результате этого в колонии был высок фактор беспокойства, и, как следствие, численность птиц оказалась ниже. В 2013 уровень воды, напротив, был слишком низким. Из-за этого сформировались большие площади хорошо прогреваемых мелководий, быстро заросших рогозом узколистным. Таким образом, количество местообитаний, пригодных для гнездования птиц резко сократилось. Вместе с тем, сами заросли рогоза оказались удобным местом для гнездования серой цапли и большой поганки.

Особенностью острова является то, что более 70 % его территории занято ксерофитной растительностью, хотя вблизи уреза воды встречаются

участки, занятые мезофитным разнотравьем. На фоне сниженного уровня беспокойства здесь создаются благоприятные условия для гнездования полевого жаворонка, желтой трясогузки, серой славки и степной тиркушки (на возвышенном участке, занятом полынно-типчаковыми ассоциациями), а также кряквы (в понижениях, занятых ассоциациями с преобладанием череды трехраздельной).

Таким образом, уровень воды в прудах в степных балках влияет на состав и структуру населения как водных и околоводных птиц, так и ряда видов, не имеющих отношения к акватории пруда. Гидрологическими условиями определяется уникальный состав населения птиц каждого пруда, причем их влияние может быть как непосредственным (определять площадь местообитаний, пригодных для гнездования), так и опосредованными (из-за изменения состава и структуры прибрежно-водной растительности). Учитывая исключительную важность водоемов как структурного элемента природно-антропогенных ландшафтов левобережья Саратовской области, эти факторы, безусловно, требуют учета при регулировании гидрологического режима водоемов в пределах ООПТ с целью создания оптимальных условий для гнездования птиц и общего повышения уровня биологического разнообразия указанных территорий.

Список литературы

1. Ларина Н.И., Голикова В.Л., Лебедева Л.А. Учебное пособие по методике полевых исследований экологии наземных позвоночных. Саратов: Изд-во Сарат. ун-та., 1981. 98с.

2. Красная книга Российской Федерации. Животные. М.: Изд-во АСТ, Астрель, 2001. 908 с.

3. Красная книга Саратовской области: Грибы. Лишайники. Растения. Животные. Саратов: Изд-во Торгово-промышленной палаты Саратов. обл., 2006. 528 с.

4. Беляченко А.А., Беляченко А.В., Давиденко О.Н. Птицы государственного природного заказника «Саратовский». Саратов: Амирит, 2016. 296 с.

5. Подольский А.Л., Бобырев С.В., Тихомирова Е.И., Беляченко А.А. и др. Интегрированный экологический мониторинг акваторий и прибрежных экосистем: организационно-технические и программно-аппаратные решения // Фундаментальные исследования. 2012. № 5-1. С. 177-179

6. Беляченко А.А., Беляченко А.В. Влияние уровня воды на состав и структуру гнездового населения птиц пруда в балке Лесная (ГПЗ «Саратовский») / Биоразнообразие наземных и водных животных. Зооресурсы 2-я всероссийская научная Интернет-конференция с международным участием. 2014. С. 14-19.

7. Давиденко О.Н., Беляченко А.А., Невский С.А., Беляченко Ю.А. Растительность прудов Государственного природного заказника «Саратовский» Саратов: Амирит, 2016. 120 с.

УДК 693

ИНТЕГРАЦИЯ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА В КОМПОЗИТНЫЕ СОСТАВЫ

Горбачевский Валентин Петрович, Панфилова Марина Ивановна

Московский государственный строительный университет, Россия,
e-mail: vgline@mail.ru, 012340@mail.ru

Аннотация. Внедрение инновационных строительных материалов в производство и расширение области их применения в строительстве является ключевым аспектом в развитии промышленности строительных материалов в глобальных масштабах. Целью настоящей работы является обобщение и представление совокупных результатов, полученных в результате продолжительных исследований на сегодняшний день. В работе представлены релевантные аспекты интеграции таких отходов производства как бемит и зола уноса.

Ключевые слова: отход производства, композитный состав, цементно-бентонитовый состав, инновационный состав

INTEGRATION OF THE PRODUCTION WASTE INTO THE COMPOSITE COMPOSITIONS

Gorbachevskii Valentin Petrovich, Panfilova Marina Ivanovna

Moscow state university of civil engineering, Russia,
e-mail: vgline@mail.ru, 012340@mail.ru

Abstract. The introduction of innovative construction materials in production and the expansion of their application in construction is a key aspect in the development of building materials industry on a global scale. The purpose of this paper is to summarize and present the cumulative results obtained as a result of lengthy research to date. The paper presents the relevant aspects of the integration of such waste products as boehmite and fly ash.

Key words: production waste, composite composition, cement-bentonite composition, innovative composition

Внедрение инновационных строительных материалов в производство и расширение области их применения в строительстве является ключевым аспектом в развитии промышленности строительных материалов в глобальных масштабах. Современное производство строительных материалов активно развивается в сфере инновационных нанотехнологических подходов при выборе сырья, а также формировании структуры строительных композитов. На пути создания новых композитов важным аспектов является учет техногенного воздействия индустрии строительных материалов на урбосреду. Целью настоящей работы является обобщение и представление совокупных результатов, полученных в результате продолжительных исследований на сегодняшний день.

В настоящее время многие научно-исследовательские, научно-практические и проектные институты осуществляют разработку новаторских материалов на основе отходов производства. На сегодняшний день выполнено большое количество исследований таких составов, нацеленных на выявление зависимостей структурно-механических свойств составов от совокупности физико-химических факторов. Известно, на основе отходов производства синтезируют мелкодисперсные модификаторы, формирование структуры которых происходит на наноуровне. Подобного рода отходами являются: бемит (отход гидротермального синтеза водорода), зола уноса (продукт сжигания железнодорожных шпал) и др. Доказано положительное влияние данных отходов на свойства цементной системы. [1,2]

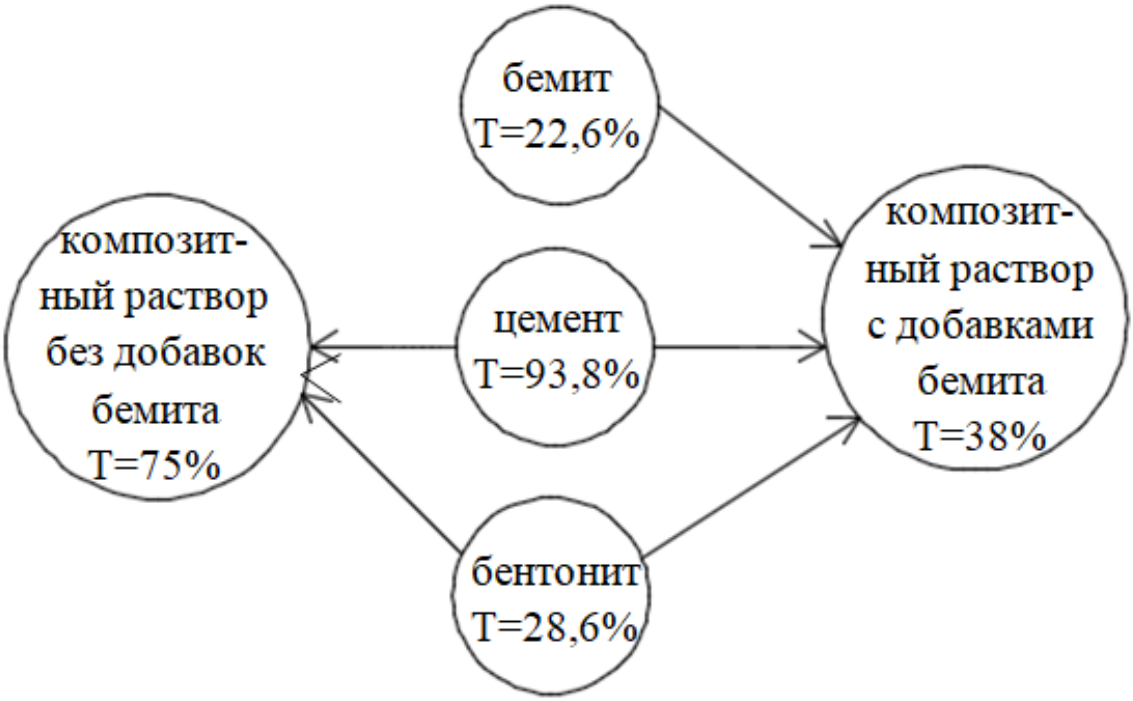
В работе [4] предложено использовать золу от сжигания отработанных деревянных шпал для замены части цемента в композитных и тампонажных растворах, содержащих бетонит и вяжущее цемент-зола в различных соотношениях, в присутствии 5% жидкого стекла. Увеличение концентрации жидкого стекла также влияет на время структурообразования [5].

Вторичное использование отходов производства является важным аспектом современного мира. В результате деятельности промышленных организаций образуются колоссальные объемы промышленных отходов. Утилизация отходов промышленности путем их использования в качестве вторичных ресурсов способствует улучшению экологического состояния среды обитания человека [3]. Введение оптимального содержания бемита в композитную систему приводит к получению плотной упаковки цементного камня, следовательно, происходит улучшение прочностных характеристик [6]. Установлено, что введение добавок бемита к массе цемента влечет за собой соответствующее изменение прочности композита.

В настоящее время доказана эффективность замены 25–30% портландцемента в композитном растворе золой-уносом. При такой замене прочность раствора с золой практически не отличается от прочности раствора без добавки золы.

На пути создания новых композитов важным аспектов является учет техногенного воздействия индустрии строительных материалов на урбосреду. Воздействие бемита на экологическую безопасность экосистем было исследовано с точки зрения фитотоксичности отхода (рисунок). Установлено, что токсичность композитного раствора без модифицирования отходом больше примерно в два раза

.Таким образом, представлены релевантные аспекты интеграции отходов производства в композитные составы. Количественные и качественные показатели свойств композитных составов, модифицированных отходами техногенного производства, обуславливают спектр их возможного применения.



Токсичность композитного состава и его компонентов

В настоящее время их полномасштабное практическое применение, в особенности в строительстве, чрезвычайно ограничено. Однако, высочайший потенциал нанотехнологий, с точки зрения улучшения свойств обычных материалов и процессов, является чрезвычайно перспективным.

Список литературы

1. Марченко И. Н., Синтез и коллоидно-химические свойства гидрозолей бемита и смешанных дисперсий AlOOH-ZnO: дис. … канд. тех. наук: 02.00.11. – Москва, 2017. – 13 С.

2. Gorbachevskii V. P., Popova A. D., Panfilova M. I., Zubrev N. I. Achieving environmental safety of composite solutions through the integration of production waste // The Strategies of Modern Science Development: Proceedings of the XVI International scientific–practical conference. 2018. P. 85-88.

3. Панфилова М. И., Устинова М. В., Зубрев Н. И. Композитные растворы в транспортном строительстве // Вестник МГСУ. 2012. № 10. С. 171-177.

4. Панфилова М. И., Зубрев Н. И., Новоселова О. В., Панфилова И. С. Влияние добавок жидкого стекла на структурообразование инъекционных растворов // XXI Век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2018. Том 7. № 1(41). С. 57-60.

5. Панфилова М. И., Зубрев Н. И., Леонова Д. А., Берш А. В., Сороковиков А. И. Использование бемита в композитных растворах для строительства // Научное обозрение. 2017. № 4. С. 46-51.

УДК 37.033

ЭКОЛОГО-ТУРИСТИЧЕСКАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ ПРИГОРОДНОЙ ООПТ С УЧЕТОМ ЗОНАЛЬНОЙ СПЕЦИФИКИ

Дегтева Алина Сергеевна, Подольский Андрей Львович, Беляченко Андрей Александрович

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., Россия, e-mail: degtevaalina13@gmail.com, andrei.podolsky@mail.ru, belyachenkoaa@mail.ru

Аннотация. Исследование позволяет создать модель разумного поведения человека по отношению к природному парку «Кумысная поляна». С помощью ГИС (MapInfo Pro) использовать географическую информацию возможно согласно новейшим информационным технологиям. Опираясь на разработанную модель природного парка, позволяющую судить об устойчивости природного сообщества и оценить уровень антропогенной нагрузки, приходящейся на природный парк, был составлен план по реализации проектирования образовательных экологических троп.

Ключевые слова: Особо охраняемая природная территория, геоинформационная система, экологическая тропа, природный парк, Кумысная поляна.

ENVIRONMENTAL AND TOURISM ZONE-SPECIFIC OPTIMIZATION OF SUBURBAN PROTECTED NATURAL AREA

Degteva Alina Sergeevna, Podolsky Andrei L'vovich., Belyachenko Andrei Aleksandrovich

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Russia, e-mail: degtevaalina13@gmail.com, andrei.podolsky@mail.ru, belyachenkoaa@mail.ru

Abstract. Our study allows creating a model of rational human behavior in relation to Kumysnaya Polyana Nature Park. With the help of GIS (MapInfo Pro), it is possible to use geographic information according to the latest information technologies. Based on the developed model of a nature park, it was possible to estimate the sustainability of the natural communities and assess the level of human impact on the nature park. The plan was drawn up for implementing the design of educational nature trails.

Keywords: Protected natural area, geographic information system, educational nature trail, Nature Park, Kumysnaya Polyana.

В ПП «Кумысная поляна» (природный парк в черте г. Саратова общей площадью 4 тыс. га [1]) ведется практика проведения природоохранных и эколого-просветительских акций, работ по рекультивации земель и посадке деревьев, организации научных наблюдений и работ по благоустройству рекреационных участков и экологических троп. В настоящее время на «Кумысной поляне» ведется закладка экологических маршрутов. На этапе планирования были обозначены задачи создания эколого-просветительской

инфраструктуры; некоторые из маршрутов адаптированы для людей с ОВЗ. Усилиями активистов образование об окружающей среде можно сделать более гибким.

Проблема изучения и развития ООПТ на сегодняшний день является актуальной, поскольку данные территории призваны сохранить биологическое разнообразие и культурное наследие региона, а также позволяют устойчиво развиваться регионам, придавая им туристический потенциал. Сведения, полученные в ходе разработки мероприятий по охране окружающей среды, в дальнейшем позволяют дать оценку перспектив развития ООПТ с учетом туристическо-рекреационной нагрузки на экосистему; а также могут способствовать созданию инновационной модели научно обоснованного и комплексного варианта туристического использования ПП «Кумысная поляна».

Экологическую тропу важно рассматривать как объект взаимодействия человека и природы. Экомаршруты решают задачи просвещения, обучения и воспитания экологической культуры, то есть способствуют реализации эколого-просветительских целей для разных групп населения. В то же время, создание экологических троп подразумевает реализацию природоохранных целей: на маршрутах происходит регулирование потока посетителей, тропа обеспечивает возможность соблюдения природоохранного режима и выполнения установленных на особо охраняемой природной территории правил. Другими словами, создаются условия для двустороннего взаимодействия: путем сочетания обучения и рекреации в полевых условиях, реализуется основополагающий принцип международного стандарта экологического образования – образование об окружающей среде, посредством окружающей среды и для окружающей среды [2].

Саратов – крупный культурный, экономический и образовательный центр Поволжья. Население города около 840 тыс. человек. Располагающийся в черте города природный парк служит огромным воздушным фильтром, обеспечивающим город чистым воздухом. На территории «Кумысной поляны» представлены элементы практически всех типов экологических систем, присущих области: лесных, степных, околоводных и водных. Весь комплекс имеет исключительно важное экологическое, научное, санитарно-гигиеническое, рекреационно-оздоровительное, ландшафтно-эстетическое и учебно-просветительское значение. Руководством парка осуществляется контроль над работами по охране и защите леса. Любая хозяйственная деятельность, препятствующая сохранению природных комплексов, запрещена.

При разработке мероприятий по охране окружающей среды на территории ООПТ, особенно важно обратить внимание на работы по сохранению естественных природных комплексов. В получении и обработке, систематизации экологических данных могут помочь геоинформационные системы (ГИС). С их помощью возможно использовать

географическую информацию согласно новейшим информационным технологиям. MapInfo Pro – полнофункциональная инструментальная ГИС, предназначенная для сбора, хранения, отображения, редактирования, анализа пространственных данных [3]. С ее помощью произведено моделирование карты природного парка «Кумысная поляна» (рис. 1), на которой отражены ландшафтные элементы территории – водные объекты, зеленые насаждения, садовые участки, поляны, пустыри и пр.

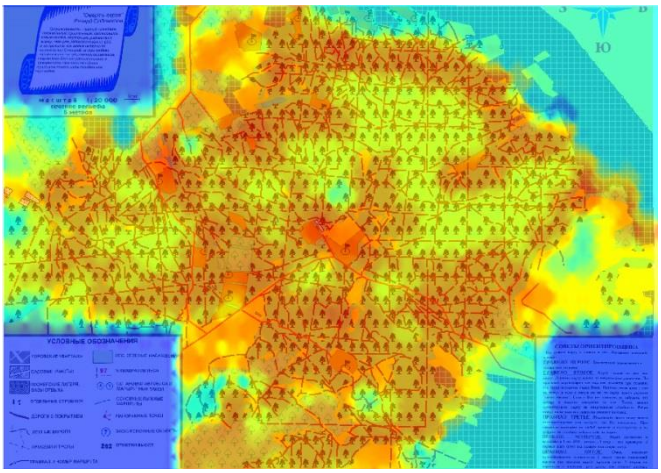


Рис. 1. Карта ПП «Кумысная поляна»

При помощи смоделированной карты можно судить об устойчивости природного сообщества, дать оценку антропогенной нагрузке, приходящейся на природный парк. Роль экотонных участков (переходных зон) в сохранении биоразнообразия уменьшается по мере усиления антропогенной нагрузки. В экотоне проходит экологическая граница популяции, что сказывается на изменении параметров в этих условиях, в том числе размещения и плотности животного и растительного сообщества. Так, растущая урбанизация сказывается на устойчивости сообществ лесопарка. Экотонная полоса является важнейшим элементом естественных природных систем, но в то же время в настоящее время становится частью урбоэкосистем, что негативно сказывается на естественном функционировании природного парка. Как элемент урбоэкосистемы, экотонное сообщество не устойчиво и в данном случае на «Кумысной поляне» можно проследить пример положительного развития более гомогенной среды – леса как ненарушенной зоны.

Проведенное исследование позволяет создать модель разумного поведения человека по отношению к «Кумысной поляне», функционирование которой позволит сохранить биоразнообразие лесопарка. Опираясь на разработанную модель, был составлен комплекс задач по реализации проекта образовательных экологических троп. Результатом стало создание следующих маршрутов.

Экологическая тропа №1 – маршрут длиной 7,1 км (рис. 2, 3).

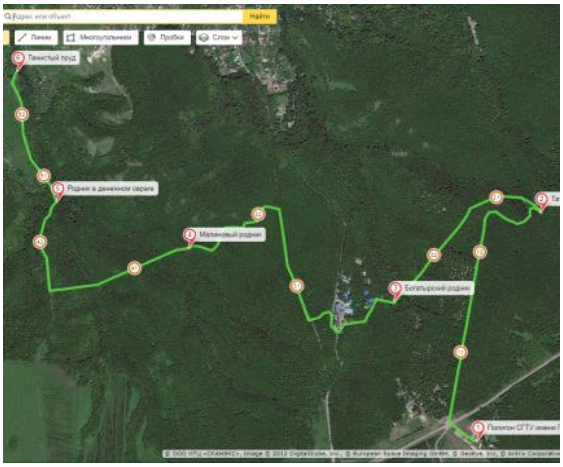


Рис. 2 Экологическая тропа №1,
вид – «спутник»

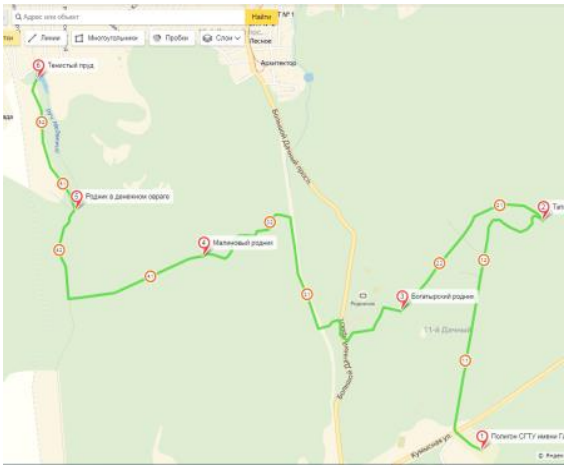


Рис. 3 Экологическая тропа №1,
вид – «схема»

Экологическая тропа №2 – маршрут длиной 5,1 км (рис. 4, 5).

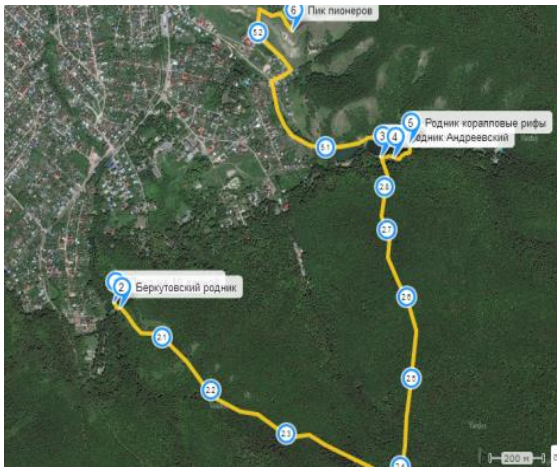


Рис. 4. Экологическая тропа №2,
вид – «спутник»

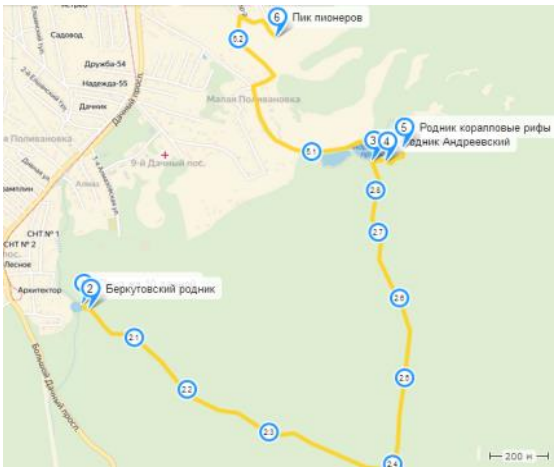


Рис. 5. Экологическая тропа №2,
вид – «схема»

Экологическая тропа №3 – маршрут длиной 4 км (рис. 6).

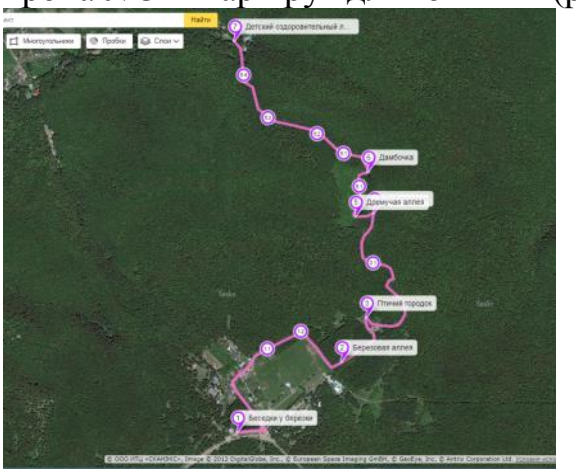


Рис. 6. Экологическая тропа №3,
вид – «спутник»

Результатом работы над проектом является комплексная эколого-просветительская программа с включением разработанных с помощью геоинформационных систем образовательных экологических троп, проходящих по территории ПП «Кумысная поляна». Природный парк «Кумысная поляна» имеет огромное экологическое, социальное, рекреационное значение. Проект образовательных экологических троп обладает научной и практической новизной – до внедрения разработки на территории ООПТ не функционировали экологические маршруты.

В ходе проекта организации эколого-просветительской работы у участников экологического движения должно сформироваться комплексное восприятие окружающей среды, направленное на то, что устойчивое развитие зависит только от умений и способностей человека решать глобальные проблемы на местном уровне. Проект соответствует целям государственной молодежной политики, целям и направлениям экологической безопасности экономики и экологии человека; формирование экологической культуры отнесено к числу основных задач экологического развития страны.

Список литературы

1. Особо охраняемые природные территории Саратовской области [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://ccrussia.org/kumysnaya_polyana.html (дата обращения: 24.04.2019).
2. Palmer J.A. Environmental Education in the 21st Century: Theory, Practice, Progress, and Promise. London: Routledge, 1998.
3. Николаев В. Геоинформационная система MapInfo Pro 15.0 [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://sapr.ru/article/7689 (дата обращения: 29.04.2019).

УДК 504.06

МОНИТОРИНГ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ГОРОДА САРАТОВА ОРГАНИЧЕСКИМИ ВЕЩЕСТВАМИ

Жутов Александр Сергеевич, Логинова Анна Сергеевна

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.
Россия, e-mail: alexander.zhutov@gmail.com

Аннотация. Определен уровень органического загрязнения поверхностных водоемов в Саратовской агломерации по содержанию нитрат-ионов, легкоокисляемых органических соединений и микроорганизмов. Полученные результаты свидетельствует о высоком уровне фекального и органического загрязнения малых рек, в особенности р. Елшанка.

Ключевые слова: малые реки, органическое загрязнение, химический состав

MONITORING OF WATER OBJECTS CONTAMINATION BY ORGANIC SUBSTANCES IN SARATOV

Zhutov Aleksander Sergeevich, Loginova Anna Sergeevna

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Russia
e-mail: alexander.zhutov@gmail.com

Abstract. Organic pollution level of surface water reservoirs in Saratov was determined by the content of nitrate ions, easily oxidized organic compounds and microorganisms. The results indicate a high level of fecal and organic pollution of small rivers, especially in the river Elshanka. All studied water bodies had a high level of anthropogenic load.

Keywords: small rivers, organic pollution, chemical composition

В современных условиях природопользования значительно увеличивается доля антропогенной нагрузки на водоемы. Поступление большого количества органических веществ в водные объекты, происходящее в результате действия как естественных, так и антропогенных факторов, влечет за собой нарушение их санитарного состояния. Находясь в границах селитебной и рекрецианной зоны, такие водоемы могут представлять угрозу санитарному благополучию населению.

Целью данной работы явилось определение уровня органического загрязнения рек, протекающих по территории города Саратова.

В качестве объектов исследования были выбраны водотоки, протекающие по территории Саратовской агломерации и окруженные дачными массивами: р. 1-я Гуселка, р. Елшанка, р. Березина, р. Волга.

Исследования проводились в весенний период времени года, когда наблюдался интенсивный поверхностный смыв, обусловленный таянием снега и обильными дождей. Оценивались следующие показатели загрязнения природных вод органическими веществами:

– $БПК_5$, отражающее наличие легкоокисляемых органических загрязняющих веществ. Определение содержания растворенного кислорода проводилось йодометрическим методом

– концентрация нитрат ионов, которые являются продуктом минерализации органических стоков, измерялась с помощью ионселективных электродов;

– общее микробное число (ОМЧ), позволяющее оценить общую микробную обсемененность водного объекта. Содержание мезофильных аэробных микроорганизмов оценивалось методом 10-кратных разведений с посевом на чашки Петри с МПА;

– наличие бактерий группы кишечной палочки как показатель фекального загрязнения воды. Определение данного показателя проводилось на среде Эндо.

В каждой отобранной пробе проводилось первоначальное потенциометрическое измерение pH (рис. 1).

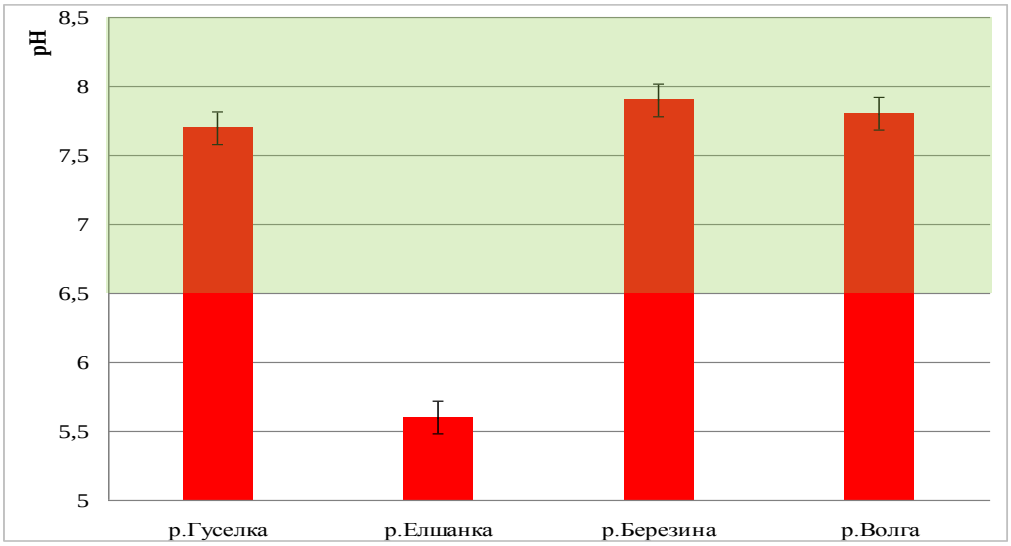


Рис. 1. Значение показателя pH в исследуемых объектах.

Было определено, что значения pH для всех рек, кроме р. Елшанки, находятся в установленном нормативами диапазоне. Значение водородного показателя в образцах воды из реки Елшанка составило величину 5,6.

Далее определялось биохимическое потребление кислорода в течение 5 суток. Данный показатель отражает недавнее загрязнение водоема органическими загрязнителями или их постоянный приток. Санитарно-гигиенический норматив для водных объектов рекреационного назначения, а также для водоемов, расположенных в черте города, составляет 4 мг O_2/дм^3. Результаты определения БПК$_5$ представлены на рис. 2.

Зафиксировано значительное превышение БПК$_5$ во всех исследуемых объектах. Максимальная концентрация органических веществ 2,7 ПДК наблюдается в реке Березина. По значению показателя БПК$_5$ все исследуемые водотоки относятся к категории грязных, а река Березина – к очень грязным.

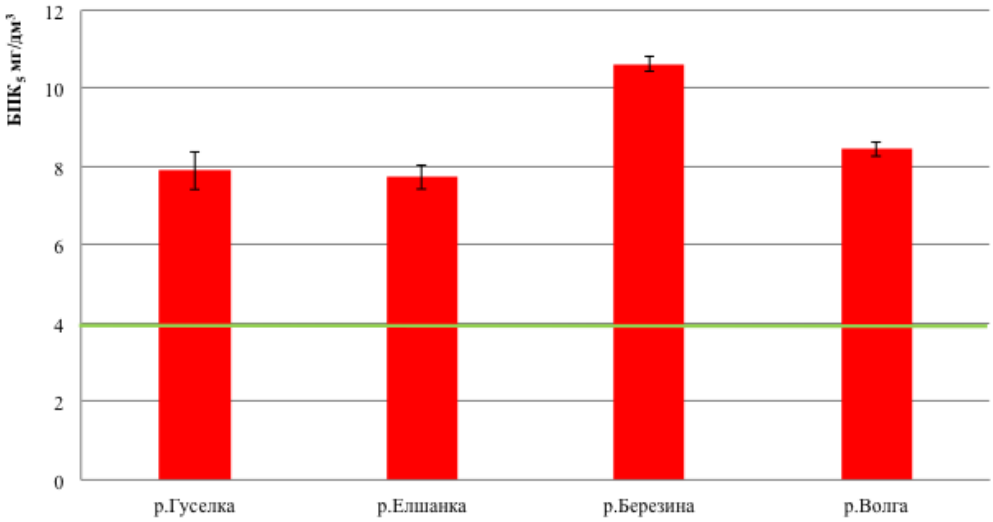


Рис. 2. Биохимическое потребление кислорода в течение 5 суток в образцах воды

Присутствие нитрат-ионов в водных образцах свидетельствует о значительном уровне органического загрязнения объекта в прошлом, поскольку протекание процессов биохимического окисления органического материала ведет к его минерализации с образованием нитритов, трансформирующихся в последствии в нитраты.

Было установлено, что максимальная концентрация NO_3^- наблюдается в р. Елшанка (14 мг/л), минимальная – в р. Волга (4,7 мг/л). Гигиенический норматив содержания нитрат-ионов в водных объектах хозяйственно-бытового и рекреационного водопользования составляет 45 мг/л, т.е. все водотоки по данному показателю соответствуют требованиям стандартов.

Результаты биохимических исследований по определению общего микробного числа (ОМЧ) в образцах воды исследуемых водоемов представлены на рис. 3.

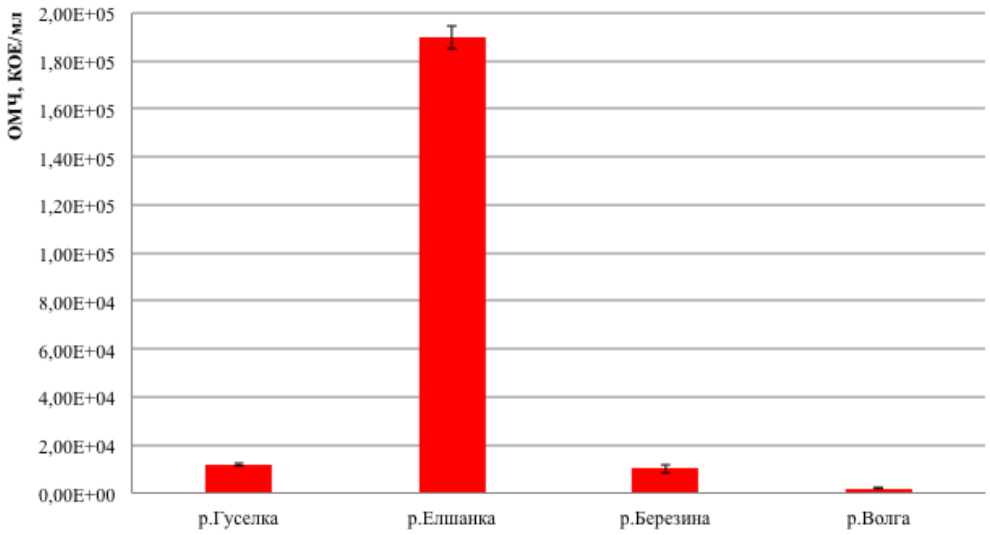


Рис. 3. Значение показателя ОМЧ в исследуемых водных объектах

Из диаграммы видно, что наибольшее значение ОМЧ зафиксировано в р. Елшанка ($1{,}9 \times 10^4$ КОЕ/мл). Остальные водоемы имеют значительно меньшие величины данного показателя, так, для р. Волги общее микробное число составило $1{,}9 \times 10^4$ КОЕ/мл.

Наличие бактерий группы кишечной палочки характеризует уровень фекального и органического загрязнения среды (рис. 4). Предельное содержание колиформных бактерий для водоемов рекреационного назначения составляет 5 КОЕ/мл.

Установлено, что содержание бактерий группы кишечной палочки в малых реках значительно превышает установленные нормы: р. Елшанка – в 52 раза, р. Березина – в 6,8 раз, Гуселке – в 4,8 раз. Содержание бактерий данной группы в Волге составляет 5 КОЕ/мл, что является допустимым.

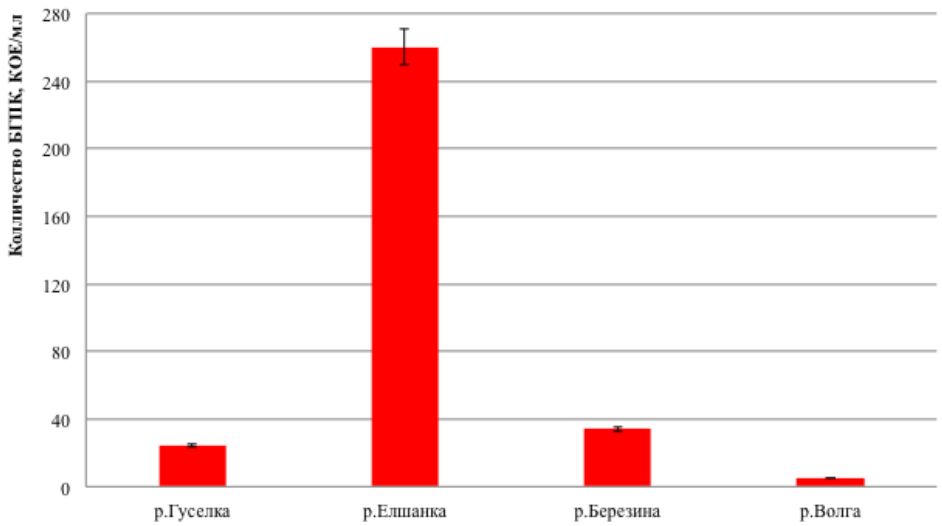


Рис. 4. Количество бактерий группы кишечной палочки в исследуемых образцах

Таким образом, все исследуемые водные объекты имеют высокий уровень антропогенной нагрузки. Полученные данные свидетельствует о высоком уровне фекального и органического загрязнения малых рек, в особенности р. Елшанка.

УДК 628.312:664

ИСТОЧНИКИ ОБРАЗОВАНИЯ И ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ СТОЧНЫХ ВОД ПРЕДПРИЯТИЙ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Игнаткина Дарья Олеговна[1], Москвичева Анастасия Владимировна[1], Войтюк Александр Андреевич[2], Федулова Екатерина Владимировна[1]

[1]Волгоградский государственный технический университет, Россия,
[2]ООО «ОдинНаучСтройПроект», г. Волгоград, Россия,
e-mail: dashaignatkina@mail.ru, styu85@mail.ru, voytyuk.1987@list.ru, fedulova973@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются проблемы касающиеся образования многокомпонентных сточных вод на предприятиях пищевой промышленности. Приводятся усредненные данные в процентном соотношении о нормативно-очищенных сточных водах, сбрасываемые в водные объекты. Рассмотрены основные источники образования сточных вод на предприятиях пищевой отрасли. Представлены усредненные данные по химическому составу сточных вод рассматриваемой промышленности.

Ключевые слова: пищевая промышленность, сточные воды, многокомпонентный состав, очистка

SOURCES OF EDUCATION AND CHEMICAL COMPOSITION OF SEWAGE OF THE ENTERPRISES OF THE FOOD INDUSTRY

Ignatkina Dar'ya Olegovna [1], Moskvicheva AnastasiyaVladimirovna [1], Voytyuk Aleksandr Andreevoch [2], Fedulova Ekaterina Vladimirovna [1]

[1]Volgograd State Technical University, Russia,
[2]LLC «OdinNauchStroyProekt», Volgograd, Russia,
e-mail: dashaignatkina@mail.ru, styu85@mail.ru, voytyuk.1987@list.ru, fedulova973@mail.ru

Abstract. In article problems the concerning formations of multicomponent sewage at the enterprises of the food industry are considered. The average data in percentage on the standard purified sewage dropped in water objects are provided. The main sources of formation of sewage at the enterprises of the food industry are considered. Average data on the chemical composition of sewage of the considered industry are provided.

Keywords: food industry, sewage, multicomponent structure, cleaning

В современных условиях, значительный эффект повышения рациональности использования и экономии водных ресурсов России может быть достигнут путем создания сбалансированных систем водоснабжения и водоотведения промышленных предприятий, что, несомненно, будет способствовать снижению экологического риска ухудшения качества поверхностных и подземных вод.

Очистка сточных вод (СВ), сбрасываемых в водные объекты, остается серьезной проблемой. Процент нормативно-очищенных СВ к объему стоков, требующих очистки, составляет в промышленности – 14,9 %, в жилищно-коммунальном хозяйстве – 7,8 %, а в сельском хозяйстве – 0,6 %.

Пищевая и перерабатывающая промышленность – одна из стратегических отраслей экономики, призванная обеспечить устойчивое снабжение населения необходимыми продуктами народного потребления, однако по степени интенсивности отрицательного воздействия на окружающую природную среду предприятий пищевой промышленности (ППП) – первое место занимают водные ресурсы, в несколько меньшей степени ущерб наносится – воздуху и почве [3, 10].

ППП ежегодно используют около 60 млн. м^3 воды, объем сбросов составляет 46 млн м^3. Доля загрязненных СВ к общему объему воды достигает 77 %, что говорит о низкой эффективности работы имеющихся очистных сооружений, либо об их отсутствии. За последние пять лет водопотребление предприятий пищевой промышленности значительно выросло [3, 10, 11].

По объему и концентрации загрязнений СВ пищевые производства занимают лидирующую позицию [14].

Очистка СВ на ППП имеет приоритетное значение, вследствие низкой эффективности возврата воды в технологический цикл и водоемкости

основных производственных процессов. ППП (молокозаводы, винзаводы, кондитерские фабрики, табачные фабрики, мясокомбинаты и др.), являются крупнейшими водопотребителями, порой количество потребляемой свежей воды на предприятиях указанной отрасли в несколько раз превышает объем перерабатываемого сырья [1, 2, 4, 5,11].

Несмотря на значительный расход воды, по содержанию загрязнений органического происхождения, производственные стоки ППП относятся к категории высококонцентрированных и имеют нестабильные по качеству и количеству показатели [15].

В производственном цикле в воду поступают различные загрязняющие вещества, в числе которых преобладают отходы производства, унесенные водой компоненты сырья и материалов. В основном, это органические вещества животного и растительного происхождения. СВ ППП содержат остатки корма, поваренную соль, моющие, дезинфицирующие вещества, нитриты, фосфаты, щелочи, кислоты и различные микроорганизмы [6, 7, 11, 12].

Промышленные СВ пищевой отрасли, можно разделить на следующие категории:

1.Вода, используемая в теплообменных аппаратах, барометрическая, конденсационная, после охлаждения продуктов, вакуум-насосов, компрессоров и т. д.

2. Вода после мойки сырья, отводимая от гидротранспортеров, камне- и песколовушек, насосов и т. д.

3. Вода, отводимая от всех технологических процессов, где происходит контакт ее с продуктами и полупродуктами, а также вода от мойки оборудования, полов лабораторий, продувочные выварки аппаратов, салфетомоечные и пр.

4. Вода, которая служит в качестве экстагента и растворителя реагентов, используемых в технологическом процессе пищевого производства.

Воду 1-й категории, после предварительного охлаждения, если в этом есть необходимость, рекомендуется использовать в оборотном цикле.

Вода 2-й категории после локальной очистки может быть возвращена в оборотный цикл.

Воды 3-й и 4-й категории требуют полной очистки и затем можут быть возвращены в оборотный или замкнутый цикл, сброшены в водоем или канализацию.

СВ различных ППП представляют собой сложные полидисперсные системы и имеют многокомпонентный состав [8, 12]. Эти воды характеризуются высокими показателями БПК, ХПК, взвешенных веществ, жиров и др.

Среднестатистические показатели СВ, образующихся на ППП, представлены в таблице.

Характеристики СВ предприятий пищевой индустрии [9,12]

Наименование предприятий	Основные показатели, характеризующие состав СВ предприятий пищевой индустрии			
	pH	Взвешенные вещества, мг/ $дм^3$	ХПК, $мгO_2/дм^3$	$БПК_{(полн)}$, $мгO_2/ дм^3$
1	2	3	4	5
Сахарные производства	6 – 9	1200–2600	4900	1400–3600
Производство дрожжей	6,8	1900	1800	1500
Пивоваренные предприятия	6,9	2650	2000– 6000	1500–4000
Спиртзаводы (барда)	4	32 000–45 000	20000–48000	15500–29900
Производство слабоалкогольных напитков	6	–	1760	1200
Предприятия табачной промышленности	6,69	180–420	370–2950	250–1900
Крахмальные перерабатывающие заводы	7,2	600–4700	100–2520	300–1300
Молочные предприятия	6,5–9	350–600	1200¬3000	500–2000
Сырзаводы	3,55	400–750	51200	40 000
1	2	3	4	5
Производство казеина	4,4	300–500	52 587	41 083
Фильтрат биомицина	3,35	–	22 200	19 900
Плодоовощные производства	4	20–1800	440–2690	350–2175
Мясоперерабатывающие производства	6,5–7,5	410–12000	1800–12500	650–5100
Кондитерские предприятия	4,5–9,9	1220–1790	6060	2190
Производства мороженого	6 –11	8000	6000	4000

Данные, приведенные в таблице, подтверждают тот факт, что стоки ППП имеют высокую концентрацию загрязняющих веществ, без предварительной (локальной) очистки не могут быть направлены на канализационные очистные сооружения (КОС) города, так как не соответствуют требованиям, предъявляемым к составу СВ, разрешенных к сбросу в городскую канализационную сеть [9, 13, 16].

Список литературы

1. Алексеев, А. И. Критерии качества водных систем [Текст] : учеб. пособие / А. И. Алексеев, М. Ю. Валов, З. Е. Юзвяк. – Санкт Петербург : Химиздат, 2002. – 212 с.
2. Алферова, Л. А. Замкнутые системы водного хозяйства промышленных предприятий, комплексов и районов [Текст] / Л. А. Алферова, А. П. Нечаев ; под общ. ред. С. В. Яковлева. – Москва : Стройиздат, 1984. – 272 с.
3. Бирагова, С. Р. Разработка технологии глубокой очистки сточных вод предприятий по производству спирта (на основе растительного сырья), направленной на экологизацию производства [Текст] / С. Р. Бирагова. – Владикавказ : Изд-во Сев.-Осет. гос. ун-та, 2012. - 86 с.
4. Вайслер, Т. Эффективная очистка сточных вод круглый год [Текст]/ Т. Вайслер, В. Хельманн, М. Чеботаева // Пищевая промышленность. – 2001. – № 4. – С. 70 – 71.
5. Викторов, Г. В. Повышение эффективности оборотного водоснабжения [Текст] / Г. В. Викторов // Сахар. - 1999. - № 3. – С. 26 – 28.
6. Вода и сточные воды в пищевой промышленности [Текст] / пер. с польск. В. М. Каца. – Москва : Изд-во. пищ. пром-ти., 1972. – 384 с.
7. Вторичные сырьевые ресурсы пищевой и перерабатывающей промышленности. АПК России и охраны окружающей среды [Текст] : справочник / под общ. ред. Е. И. Сизенко. – Москва : Пищепромиздат, 1999. – 468 с.
8. Гавриленков, А. М. Экологическая безопасность пищевых производств [Текст] / А. М. Гавриленков, С. С. Зарцина, С. Б. Зуева. – Санкт- Петербург : Гиорд, 2006. – 272 с.
9. Корчик, Н. М. Технологии очистки сточных вод предприятий пищевой промышленности [Текст] / Н. М Корчик // Сотрудничество для решения проблемы отходов: материалы IV междунар. конф. – Харьков, 2007. – С. 251–254.
10. Лоренц, В. И. Очистка сточных вод предприятий пищевой промышленности [Текст] / В. И. Лоренц. – Киев : «Будівельник», 1972. – 186 с.
11. Маркитанова, Л. И. Водоснабжение и очистка сточных вод предприятий пищевой промышленности [Текст] : учеб. пособие / Л. И. Маркитанова, В. В. Кисс, Т. Т. Каверзнева. – Санкт Петербург : СПбГУНиПТ, 2006. – 134 с.
12. Маркитанова, Л. И. Мониторинг загрязненности водных систем органическими веществами [Текст] / Л. И Маркитанова // Процессы и аппараты пищевых производств. Сер.: Процессы и аппараты пищевых производств. –2006. – Вып. 2. – С. 8 –11.
13. Никифоров, Л. Л. Проектирование технологических схем водоочистки [Текст]/ Л. Л. Никифоров, О. И. Елисеев // Мясная индустрия. - 2001. – № 7. – С. 47–48.
14. Тимонин, А. С. Инженерно–экологический справочник [Текст] / А. С. Тимонин.– Москва : Изд–во АСВ, 2003. – Т. 2. – 845 с.
15. Чеботаева, М. В. Очистные сооружения BIOMAR® в индустрии напитков в России [Текст] / М. В. Чеботаева // Пиво и напитки. – 2008. – № 4 – С. 44-45.
16. Шапкин, Н. П. Фундаментальные основы технологии очистки сточных вод [Текст] / Н. П. Шапкин, Н. Н. Жамская, Н. Б. Кондриков // Тезисы докладов Международного экологического конгресса «Новое в экологии и безопасности жизнедеятельности». – Санкт Петербург, 2000. – С. 259.

УДК 628.31:663.97

К ВОПРОСУ УТИЛИЗАЦИИ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ТАБАЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Игнаткина Дарья Олеговна[1], Москвичева Анастасия Владимировна[1], Войтюк Александр Андреевич[2], Федулова Екатерина Владимировна[1]

[1]Волгоградский государственный технический университет, Россия,
[2]ООО «ОдинНаучСтройПроект», г. Волгоград, Россия,
e-mail: dashaignatkina@mail.ru, styu85@mail.ru, voytyuk.1987@list.ru, fedulova973@mail.ru

Аннотация. Рассмотрены проблемы утилизации и переработки осадков сточных вод, образующихся на предприятиях пищевой отрасли, в частности табачной промышленности. Приведен литературный обзор основных методов обезвреживания осадков, содержащих органические высокомолекулярные соединения. Представлены данные о современном и перспективном распределении способов утилизации осадков сточных вод в Европейских странах. Приведены усредненные значения содержания питательных веществ в осадках сточных вод некоторых предприятий табачной промышленности, на основе которых даны рекомендации по поиску эффективных технологий и возможных направлений их утилизации.

Ключевые слова: пищевая отрасль, табачная промышленность, сточные воды, осадки сточных вод, переработка, утилизация.

TO AN ISSUE OF UTILIZATION OF RAINFALL OF SEWAGE AT THE ENTERPRISES OF THE TOBACCO INDUSTRY

Ignatkina Dar'ya Olegovna [1], Moskvicheva AnastasiyaVladimirovna [1], Voytyuk Aleksandr Andreevoch [2], Fedulova Ekaterina Vladimirovna [1]

[1]Volgograd State Technical University, Russia,
[2]LLC «OdinNauchStroyProekt», Volgograd, Russia,
e-mail: dashaignatkina@mail.ru, styu85@mail.ru, voytyuk.1987@list.ru, fedulova973@mail.ru

Abstract. Problems of utilization and processing of rainfall of the sewage which is formed at the enterprises of the food industry, in particular the tobacco industry are considered. The literary review of the main methods of neutralization of rainfall containing organic high-molecular compounds is provided. Data on modern and perspective distribution of ways of utilization of rainfall of sewage are provided in the European countries. Average values of content of nutrients are given in rainfall of sewage of some enterprises of the tobacco industry on the basis of which recommendations about search of effective are made technologies and possible directions them utilization.

Keywords: food industry, tobacco industry, sewage, rainfall of sewage, processing, utilization.

Существующие подходы к очистке сточных вод (СВ) не всегда позволяют производить снижение концентрации загрязняющих веществ до необходимой степени, поэтому одной из перспективных задач является разработка новых технологий, повышающих эффективность очистки, основанных на использовании выделенных компонентов - загрязнителей в качестве вторичных сырьевых ресурсов (ВСР).

Серьезную проблему с точки зрения размещения, утилизации и переработки представляют осадки сточных вод (ОСВ), образующиеся на КОС. Применяемые на сегодняшний день способы захоронения, складирования, сжигания, компостирования, использование ОСВ в сельском хозяйстве должны быть научно обоснованными и требуют поиска более эффективных, новых технологий и возможных направлений утилизации ОСВ.

Выбор метода переработки и обезвреживания осадков, содержащих органические высокомолекулярные соединения, в основном, зависит от количества указанных веществ.

В качестве базовых могут быть рекомендованы методы термического и химического обезвреживания осадков, позволяющие осуществлять переработку отходов, основную часть которых составляют органические соединения, силами предприятий отрасли, к примеру, за счет организации на объектах участков обезвреживания на базе компактных установок небольшой производительности.

Основные способы и перспективы утилизации ОСВ некоторыми странами Европейского Союза (ЕС) приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Современное и перспективное распределение методов утилизации ОСВ в Европейских странах [5]

Страны	**Методы утилизации, %**			
	в сельском хозяйстве	**захоронение на свалках**	**сжигание**	**иные**
Австрия	13 (20)	56 (10)	31 (60)	0 (0)
Швейцария	50 (50)	30 (10)	20 (40)	0 (0)
Германия	25 (40)	55 (0)	15 (30)	5 (30)
Дания	27 (+)	28 (-)	36 (-)	9 (+)
Швеция	15 (+)	70 (0)	0 (0)	15 (+)
Англия	53 (+)	16 (+)	7 (+)	24 (-)
Финляндия	27 (15)	36 (25)	0 (0)	37 (60)
Примечание. В скобках – распределение методов утилизации в перспективе («+» – увеличение; «-» – уменьшение).				

Из таблицы 1 следует, что в странах Европы методы утилизации ОСВ распределяются в следующем порядке:

1. Складирование (около 40 %);
2. Сельскохозяйственное использование (около 31 %);

3. Сжигание (около 16 %);

4. Иные способы (около 13 %).

Из них экономически оправданным является только сельскохозяйственное использование – все остальные являются затратными [1].

Для сравнения, в России на практике используется только один способ утилизации ОСВ – это их складирование (депонирование). Это связано с тем, что качество отечественных осадков городских СВ не удовлетворяет требованиям для их сельскохозяйственного применения по содержанию ионов тяжелых металлов.

Слабозагрязнённые ОСВ целлюлознобумажной, пищевой (сахарной, табачной, кондитерской), химической, топливной промышленности являются потенциально ценным органоминеральным удобрением, пригодным для использования в сельском хозяйстве. Наибольшей удобрительной способностью обладают ОСВ, в которых преобладают хозяйственно-бытовые стоки, содержащие различные пищевые и другие органические отходы, а также ОСВ предприятий, перерабатывающих сельскохозяйственную продукцию. В таких ОСВ, как правило, содержание питательных веществ значительно выше, а загрязненность их тяжелыми металлами и другими токсикантами ниже по сравнению с ОСВ предприятий большинства других отраслей промышленности [6, 7].

При использовании ОСВ в качестве удобрений необходимо предпринимать меры по обеспечению экологической безопасности [2, 3, 10]. ОСВ чаще всего характеризуются 2- и 3-м классами опасности (высоко и умеренно опасные), реже - 4-м (малоопасные).

За рубежом во многих индустриально развитых странах в качестве удобрений используют в среднем 30... 35% ОСВ. В Люксембурге в сельском хозяйстве применяют около 90% годового выхода ОСВ, в Швейцарии - 70, Германии - 30, Франции - 23, Бельгии - 10%. Большую часть образующихся осадков сбрасывают в отвалы, используемые в качестве грунта для заполнения горных выработок и оврагов, от 3 до 30% сжигают [4].

По имеющимся оценкам, ОСВ образующиеся на предприятиях пищевой промышленности, в частности табачных фабриках, по качеству удобрения почвы не уступают подстилочному навозу. Благодаря наличию органических и зольных веществ ОСВ улучшают химические и физические свойства почв: повышаются содержание органического вещества, влагоёмкость и водопроницаемость; улучшается структура; нейтрализуется кислотность; увеличивается ёмкость обмена катионов, в том числе многих элементов минерального питания растений; возрастает биохимическая и биологическая активность [7].

ОСВ предприятий табачной промышленности (ПТП) содержат большое количество ценных веществ, которые способствуют повышению плодородия почвы (таблица 2) [8].

Таблица 2 – Усредненные значения содержания питательных веществ в ОСВ некоторых ПТП

Наименование показателя	**Содержания в пробе**	**Методы испытания**
Массовая доля влаги, %	27-32	ГОСТ 26713-85
Массовая доля золы (минеральные вещества), % на сухое вещество	80-91	ГОСТ 26714-85
Массовая доля органических веществ, % на сухое вещество	20-24	ГОСТ 27979-88
Массовая доля общего азота (N), % на сухое вещество	0,5-1,1	ГОСТ 26715-85
Массовая доля общего фосфора (P_2O_5), % на сухое вещество	1,8-2,4	ГОСТ 26717-85
ХПК водной вытяжки (1:2), мг/дм^3	444-489	НДП 10.1.2.3.73-01

Из данных приведенных в таблице 2 очевидно, что химический состав ОСВ, образующийся в процессе очистки СВ ПТП представлен органическими и минеральными веществами, поэтому по агрохимическим показателям они могут быть охарактеризованы как органические удобрения, содержащие комплекс макроэлементов – азот и фосфор.

В сельском хозяйстве зарубежных стран ОСВ например, в округах Бранденбурга (Германия) ОСВ из местных очистных сооружений на 100% утилизируются на сельскохозяйственных землях, как путем непосредственного внесения в чистом виде, так и после компостирования.

Кроме описанных случаев утилизации ОСВ, существуют результаты многочисленных исследований по их использованию в зеленом строительстве, лесоразведении, придорожном озеленении, при благоустройстве территорий, для биологической рекультивации нарушенных земель, рекультивации полигонов твердых бытовых отходов (ТБО) и полигонов промышленных отходов и т.п. [9].

Так, к примеру, в ряде европейских стран ОСВ в течение нескольких последних десятилетий используются при рекультивации техногенных ландшафтов [5]:

– в сельском хозяйстве и при восстановлении территорий, занятых промышленными отходами (Польша, Верхняя Силезия);

– для герметизации оснований и боковых откосов полигонов и гидротехнических сооружений, для выращивания сельскохозяйственных культур (Австрия);

– при рекультивации железорудных отвалов (Швеция);

– для улучшения качества почв при рекультивации участков горных выработок (США – Западная Пенсильвания, Центральные и Южные Аппалачи; штаты Иллинойс, Вирджиния);

– при восстановлении почвенного покрова в горной местности, нарушенного при эрозии и прокладке горнолыжных трасс (Франция);

– для рекультивации свалок (Германия).

Таким образом, следует отметить, что в каждом конкретном случае при выборе варианта обезвреживания, очистки и дальнейшего способа утилизации ОСВ для ПТП необходим дифференцированный подход с учетом как экологических, так и экономических показателей.

Список литературы

1. Быстраков, Ю. И. Экономика и экология [Текст] / Ю. И. Быстраков, А. В. Колосов. – Москва : Агропромиздат, 1988. – 2004 с.
2. Гармаш, Г. А. Влияние тяжелых металлов, вносимых в почву с осадками сточных вод, на урожайность пшеницы и качество продукции [Текст]/ Г. А. Гармаш, Н. Ю. Гармаш // Агрохимия. – 1989. - № 7. – С. 69 – 75.
3. ГОСТР 17.4.3.07-2001. Охрана природы. Почвы. Требования к свойствам осадков сточных вод при использовании их в качестве удобрений. [Текст]. – Москва : Госстандарт России, 2001. – 7 с.
4. Дрозд, Г. Я. Вовлечение депонированных осадков сточных вод в хозяйственный оборот [Текст] / Г. Я. Дрозд, И. И. Бизирка // Водоснабжение и санитарная техника. – 2013. - № 4. – С. 11-18.
5. Дрозд, Г. Я. Технические аспекты утилизации депонированных осадков сточных вод [Текст] / Г. Я. Дрозд // Вода и экология: проблемы и решения. – 2014. – № 1. – С. 35-50.
6. Касатиков, В. А. Агрохимические свойства осадков городских сточных вод и торфоиловых компостов [Текст] / В. А. Касатиков // Агрохимия. – 1996. – № 8-9. – С. 87–96.
7. Комплексная оценка осадков сточных вод [Текст] / Е. В. Курганова [и др.]// Агрохимический вестник. – 1999. – № 3. – С. 38–40.
8. Маркитанова, Л. И. Водоснабжение и очистка сточных вод предприятий пищевой промышленности [Текст] : учеб. пособие / Л. И. Маркитанова, В. В. Кисс, Т. Т. Каверзнева. – Санкт Петербург : СПбГУНиПТ, 2006. – 134 с.
9. *Моторина, Л. В.* Промышленность и рекультивация земель [Текст] / Л. В. Моторина, В. А. Овчинников. - Москва : Мысль, 1975. – 240 с.
10. Наставление по системам применения удобрений в лесном хозяйстве на европейской территории СССР [Текст]. – Москва,1993. – 132 с.

УДК 666.94:666.972.1

ПРИМЕНЕНИЕ ЗОЛОШЛАКОВЫХ ОТХОДОВ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ В СТРОИТЕЛЬНОЙ ИНДУСТРИИ

Измайлова Алина Ринатовна, Липантьев Роман Евгеньевич

Казанский государственный энергетический университет, Россия,
e-mail: zmailik10@yandex.ru, info@teplokzn.ru

Аннотация. Наибольшим объемом среди отходов производства обладают золы и шлаки от сжигания твердых видов топлива на теплоэлектростанциях (ТЭС). Только на территории России каждый год образуется более 20 миллионов тонн таких отходов. Огромное количество площадей представляет опасность для окружающей среды и

населения, растительного и животного мира. Чрезвычайную опасность представляют золо- и шламоотвалы, находящиеся вблизи водных бассейнов, представляющие угрозу не только поверхностным водам, но и подземным. А также из использования изымаются огромные территории, нарушается естественный баланс и природный режим. В работе рассмотрены различные способы утилизации золошлаковых отходов энергетических предприятий, а также возможные пути их применения в строительной отрасли.

Ключевые слова: ТЭС, угольная промышленность, экология, вторичное производство, золошлаковые отходы, строительные блоки, шламоотвалы

APPLICATION OF ASH AND SLAG WASTES OF ENERGY ENTERPRISES IN THE CONSTRUCTION INDUSTRY

Izmailova Alina Rinatovna, Lipantyev Roman Evgenievich

Kazan State Energy University, Russia,
e-mail: zmailik10@yandex.ru, info@teplokzn.ru

Abstract. Ashes and slags from the combustion of solid fuels in thermal power plants (TPPs) have the largest volume of industrial wastes. Over 20 million tons of such waste is generated every year in Russia alone. A huge number of areas represents a danger to the environment and the population, flora and fauna. The extreme danger is represented by ash dumps and sludge dumps located near water basins, which pose a threat not only to surface waters, but also underground waters. And also huge territories are withdrawn from use, natural balance and a natural mode is broken. The paper discusses various methods of disposal of ash and slag waste from energy companies, as well as possible ways of their use in the construction industry.

Keywords: Thermal power plants, coal industry, ecology, secondary production, ash and slag waste, building blocks, sludge dumps

В современном мире используется несколько способов утилизации отходов – сжигание, захоронение, термическое разложение, брикетирование и вторичная обработка. Методы термического разложения (используются низкие температуры) и захоронения на полигонах являются наиболее опасными для экологии. Наиболее популярным методом является сжигание, при котором теряются все свойства продукта и возможность его повторного использования. Таким образом, среди описанных методов, наиболее безопасным является вторичная переработка.

В наши дни промышленность все чаще переходит к использованию вторичного сырья – отходов переработки. Многие из них могу быть ценными для различных отраслей производства. В соответствии с ГОСТ 25916-83 «Ресурсы материальные вторичные. Термины и определения» ресурсами вторичного использования являются те ресурсы, которые возможно использовать в хозяйстве повторно. Настоящий Федеральный закон определяет правовые основы обращения с вторичными материальными ресурсами (ВМР) в целях: 1) снижения уровня загрязнения окружающей среды; 2) обеспечения сырьем отраслей промышленности, а

также экспорта вторсырья; 3) увеличения эффективности использования ресурсов в сложившейся ситуации экономики России (возрастание цен на добычу природных материалов, истощение запасов сырья, импортозамещение поставок сырья как базового ресурса); 4) сбор и переработка отходов в ВМР при взаимодействии с зарубежными странами; 5) выполнения условия для перехода России к «устойчивому развитию».

Вторичное сырье проходит процесс обезвреживания и переработки в зависимости от класса токсичности. Первые два класса требуют внимательного отношения, затраты на переработки предельно высокие. Существует несколько групп отходов, которые делятся по способу их использования: 1) отходы-добавки, вторичное сырье, попадающее взамен /первичного, либо в качестве добавки; 2) отходы, предназначенные для частичного или полного замена первичного сырья; 3) отходы, образующиеся в виде использованного сырья основного процесса, т.е. как продукт для вторичного использования в другом цикле; 4) отходы, используемые как сырье с новыми свойствами, которые отсутствовали у первичного продукта; 5) отходы – источник рудного сырья для извлечения разного рода металлов [1].

Традиционным топливом ТЭС является уголь. Это органическое ископаемое топливо, используемое путем сжигания в котлах для получения тепловой и электрической энергии. Наиболее важным показателем в составе угля является зольность, занимающая более 50%. В процессе сжигания в золу преобразуется минеральная часть, которая, в основном, состоит из карбонатов, сульфидов, глинистого материала.

В составе зольно-шлаковых отходов можно наблюдать кристаллическую, стекловидную и органическую составляющие. Только в кристаллической составляющей можно выявить до 150 минералов. Например, мета- и ортосиликаты, алюминаты, ферриты, алюмоферриты, шпинели, дендритовидные глинистые минералы, оксиды, в т.ч. кварц, тридимит, кристобалит, корунд, глинозем, окиси кальция, магния и др. Часто отмечаются в небольших количествах рудные минералы - касситерит, вольфрамит, станин и др., присутствуют сульфиды – пирит, пирротин, арсенопирит и др.; сульфаты, хлориды и очень редко – фториды. В результате гидрохимических процессов и выветривания в золоотвалах появляются вторичные минералы - кальцит, портландит, гидроокислы железа, цеолиты и др. [2].

Сейчас при учете и анализе полезных компонентов сырья и отходов угольной промышленности в счет идут ведущие химические элементы. Но такой подход не учитывает различие форм и наличие других ценных компонентов. Большой интерес представляют самородные элементы и интерметаллиды, среди которых установлены: свинец, серебро, золото, платина, алюминий, медь, ртуть, железо, никелистое железо и пр.

Возможным выходом при утилизации зольно-шламовых отходов ТЭС является использование минеральной составляющей с выделение из нее

металлов и сернистых компонентов, также на уже эксплуатируемые предприятия нужны новые технологии, разработанные с учетом химического состава фракций отходов. Вариант раздельного сбора отходов для дальнейшей утилизации видится наиболее простым, но имеются исключения. Так шлак после термической обработки охлаждается в шлаковых ваннах, а зола уносится очистным оборудованием. Но, такие ценные компоненты как полые алюмосиликатные микросферы, легче собрать с поверхности гидрозолоотвала, поскольку они всплывают и могут быть удалены при помощи специального оборудования. Микросферы представляют собой полые силикатные шарики с гладкой поверхностью диаметром от 10 до нескольких сотен микрометров и могут использоваться для снижения плотности и повышения тепло-, электро- и звукоизоляционных свойств различных материалов. Стоимость полых микросфер из золы тепловых электростанций гораздо ниже, чем при получении промышленными методами, что позволяет использовать шлаковые отходы ТЭС в сфере строительной индустрии [3].

На сегодняшний день многие из разработок в сфере строительства давно предусматривают и применяют отходы угольной промышленности ТЭС. Рассмотрим некоторые из них.

При производстве пенобетона или ячеистого бетона, с помощью золы уноса можно повысить устойчивость цементной смеси, предотвратить смешение компонентов и разлома структуры. Благодаря мелким дисперсиям золы уноса состав будет плотным, не склонным к усадочным явлениям, а также более прочным, что повысит характеристики такого бетона. Добавка отходов ТЭС позволяет получать мелкие изделия, а также экономить расход цемента.

Использование золы уноса также возможно в тяжелых, железобетонных конструкциях. В данном случае она позволят регулировать свойства прочности вещества, структурные образования, а также скорость процессов твердения в материале. Используя различные подходы, можно добавлять золу как добавку к цементу, как замену песку и как самостоятельный активный компонент.

В керамзитоблоках используется мелкодисперсный песок. Проблема современного производства такова, что на предприятиях нет поставки керамзитного песка, и производители заменяют его обычным тяжелым песком. Применение тяжелого песка опасно возникновением структурных пустот, падением сопротивления и возникновением увеличивающейся плотности. За счет уплотнения пустот в структуре мелкодисперсными частицами добавление золы уноса эффективно применение в керамзитоблоках.

При ремонте автомобильных дорог и аэродромов, постройке устройства полов, устойчивых щелочам и кислотам (например, химический цех) применяются шлакосиликатный бетон, в состав которого также может входить зола уноса.

Как добавку цементу зола уноса активно используется в строительных конструкциях, готовых строительных изделиях, растворов, легких заполнителей. За счет быстрого твердения и малой пропускной способности

влаги практично применение в зольном вяжущем материале и наполнителе вяжущего материала. Пористая способность идеально подходит для создания легких блочных конструкций, кирпича и черепицы [4].

Таким образом, золошлаковые отходы энергетических предприятий являются востребованным сырьем, способным в разы снизить стоимость изготовления строительных материалов по сравнению с традиционными методами. Заводы строительных материалов, применяющие в изготовлении своей продукции зольные отходы наиболее целесообразно создавать у ближайших тепловых электрических станций. Естественно для использования золы уноса какой-либо конкретной теплоэлектростанции необходимо провести качественный анализ, провести комплекс испытаний и проверить на физические, химические свойства. При этом предварительный анализ состава золы скажет об эффективности ее использования в качестве инертной составляющей того или иного строительного материала.

Список литературы

1. Измайлова А.Р. Связь экономики и экологии в сфере переработки вторичных ресурсов // Международный научный журнал «Инновационная наука». – 2019. – № 04; [Электронный ресурс] URL: https://aeterna-ufa.ru/in-arhiv/.

2. Мингалеева Г.Р., Шамсутдинов Э.В., Афанасьева О.В., Федотов А.И., Ермолаев Д.В. Современные тенденции переработки и использования золошлаковых отходов ТЭС и котельных // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 6.;[Электронный ресурс] URL: http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=164752.

3. Маркова А. А., Иванова А. А., Пономарев С. В. Экономические проблемы утилизации бытовых и промышленных отходов. Молодой ученый. - 21 изд. Молодой ученый, 2017. - 220 с.

4. Костин В.В.. Опыт использования отходов ТЭС в производстве строительных материалов - Новосибирск: НГАСУ, 2001. - 39, с.

УДК 620.97

ОСОБЕННОСТИ ИЗУЧЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ТИПОВЫХ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

Калбагаева Эльвира Омирбековна

НИИ «Алматыгенплан», г. Алматы, Республика Казахстан,
e-mail: elyava@mail.ru

Аннотация: Одной из глобальных целей XXI века – это эффективное использование энергии. Традиционные источники энергии (углеводородные) – не восполняются, потребность в энергии возрастает и необходимы рассматривать все методы для грамотного энергосбережения, поэтому возникает необходимость в пересмотре требований к энергоэффективности зданий, как к одному из инструментов снижения выбросов в окружающую среду.

Ключевые слова: энергосбережение, энергоэффективность, «зеленые» технологии, возобновляемые источники энергии

ENERGY EFFICIENCY OF THE CURRENT HOUSING STOCK

Kalbagayeva Elvira Omirbekovna

SRI «Almatygenplan», Almaty, Kazakhstan,
e-mail: elyava@mail.ru

Annotation: One of the global goals of the 21st century is the efficient use of energy. Traditional energy sources (hydrocarbon) do not fill up, the demand for energy increases and it is necessary to consider all methods for efficient energy saving, so there is a need to revise the requirements for energy efficiency of buildings as one of the tools to reduce emissions to the environment.

Keywords: energy saving, energy efficiency, "green" technologies, renewable energy.

Глобальная система состоит из множества компонентов и систем, объектов и связей между ними; это совокупность цивилизации и природы, возникшая и развивающаяся в результате деятельности индивидов, социальных и культурных обществ и всего человечества. Эффективное преображения всей системы, его переустройство в соответствии с новыми вызовами, переход на новые рельсы «зеленой» экономики необходимо осуществить в каждой цепочке из звеньев всей глобальной системы. «Зеленая» экономика отражает принцип природообразия, когда все элементы синхронно и гармонично взаимодействую друг с другом. Меры по переходу к «зеленой экономике» реализуются по направлениям: устойчивое использование водных ресурсов, развитие устойчивого и высокопроизводительного сельского хозяйства, энергосбережение и повышение энергоэффективности (прим. энергоэффективность это комплекс организационных, экономических и технологических мер, направленных на повышение значения рационального использования энергетических ресурсов в производственной, бытовой и научно технической сферах), развитие электроэнергетики, система управления отходами, снижение загрязнения воздуха и эффективное управление экосистемами.

При существующей динамике развития современных тенденций и использования новейших технологий в различных сферах деятельности, человечество требуют большого количества энергий.

Для решения этих проблем на мировом уровне необходимо развивать потенциал в направлении энергосбережении и энергоэффективности, так же это актуально и для существующего жилищного фонда. В отличие от экономии энергии (сбережение, сохранение энергии), главным образом направленного на уменьшение энергопотребления, энергоэффективность (полезность энергопотребления) полезное (эффективное) расходование энергии.

Экономический кризис обнажил многие глобальные проблемы, в том числе проблема, когда истощение запасов углеводородных энергетических ресурсов требует незамедлительного решения. Индустриальная эпоха

заканчивается, человечество перешагивает глобальный рубеж, и современные технологии, развиваясь очень динамично и стремительно, требуют все больше энергии. Мировое сообщество вынуждено искать альтернативу традиционным источникам энергии, но уже с учетом восстановления естественного самосогласованного ресурсооборота, нарушенного индустриальными технологиями, т. е. мир должен перейти на «зеленые» технологии извлечения энергии. Существующие альтернативные источники не могут обеспечить энергией современные технологии на 100%. Необходим поиск, а затем быстрый переход на принципиально новые схемы в сфере ресурсооборота, по принципу естественного природоподобного существования [4]. Одна из составляющих зеленой экономики является энергоэффективность, ее применение и внедрение в существующих системах энергопотребителей. Под энергосбережением понимается система организационной, научной, практической и информационной видов деятельности, направленная на уменьшение потребления энергетических ресурсов без снижения их полезного эффекта с применением технических, экономических и правовых методов с соблюдением экологических требований. Энергосбережение позволяет удовлетворить спрос вновь вводимых потребителей без увеличения капитальных вложений; при постоянном составе потребителей – снизить расход первичных энергоносителей и выбросы вредных веществ в атмосферу, а также увеличить экспорт ТЭР. Необходимо пересмотреть подход в эксплуатации существующих объектов потребления энергии.

Одним из путей снижения объема потребляемых топливо-энергетических ресурсов является уменьшение расхода энергии на отопление реконструируемых жилых зданий. Значительную долю жилого фонда, подлежащего реконструкции, составляют панельные многоквартирные дома, в основной массе которых выделяется серия 1-335 [7,8].

Одним из наиболее эффективных путей экономии энергии в существующем жилищном секторе признано сокращение потерь тепла через ограждающие конструкции (наружные стены) зданий и сооружений. Комплексный подход к выбору строительных материалов с учетом не только функциональных характеристик, но и энергоемкости их изготовления позволит существенно сократить расход тепловой энергии в строительной индустрии [6, 9].

Ужесточение требований к теплотехническим характеристикам строящихся зданий уже произошло, и если подкрепить его работающими процедурами реальной энергопаспортизации и мониторинга энергорезультативности для обеспечения эластичности спроса и цены к классу энергоэффективности, то через несколько лет характеристики жилищного сектора как потребителя энергоресурсов начнут качественно изменяться [10].

Поскольку основной резерв экономии энергии находится в

существующих жилых и общественных зданиях, потребляющих более 40 % первичных энергоресурсов, то в первую очередь к ним должна относиться стратегия энергосбережения. Можно выделить три вида ресурсов, для экономии которых необходимо разработать и внедрить энергосберегающие мероприятия. Такими ресурсами являются электрическая и тепловая энергии, холодная (горячая) вода. Для каждого из перечисленных ресурсов необходимо определить энергосберегающие мероприятия.

Необходимые рычаги для внедрения мер и мероприятий энергоэффективного стратегического планирования нужно разрабатывать законодательно по западноевропейскому образцу, охватывая цели, направленные именно на снижение расхода энергии на жилые и общественные здания, в том числе и для существующего жилого фонда. Также можно обратиться к опыту Германии, где, уже начиная с 1990-х годов прошлого столетия началась внедряться программа по энергоэффективности жилых зданий, и таким образом на сегодняшний день существующие и проектируемые здания повысили свой класс эффективности в разы. На территории современной ФРГ существует жилой фонд, построенного по типовым разработкам институтов СССР. Все это жилье не соответствует настоящим стандартам в классификации по энергоэффективности принятым в странах Европейского Союза. Согласно «Аналитического сборника материалов семинаров Немецкого Общества по международному сотрудничеству (GIZ) для ассоциаций выпускников Президентской программы Российской Федерации» [3], где содержится подробное описание и этапы внедрения энергоэффективности в типовых существующих зданиях или *санации здания*. Немецкие эксперты дают следующее определение: «Санацией является комплекс мероприятий с учётом технических, экономических/финансовых и социальных факторов многоэтажного жилого дома» в целях которого:

– восстановление первоначального технического состояния дома;

– проведение строительных мероприятий для улучшения условий проживания на длительный срок времени;

– устойчивая экономия энергии, ресурсов;

– сокращение потерь и повышение рыночной стоимости жилья.

Весь процесс, от опроса собственников жилого фонда заканчивая обслуживанием здания после проведения мероприятий по санации должны носить комплексный характер. Также в процессе реконструкции здания жильцы и владельцы, где проводятся мероприятия по санации должны тесно взаимодействовать с организацией, которая проводит все строительные работы. Для каждого здания мероприятия в деталях могут быть очень индивидуальны, но общий подход к энергоэффективной санации общий и иногда носят самый простой характер работ по реконструкции и утеплению элементов здания.

Так же следует отметить и финансовую сторону проводимых строительных работ. Все мероприятия по санации проводят за счет

собственников площадей, учитывая различные условия, такие как наличие семьи и несовершеннолетних членов семьи и т.д., все решения отражают в бизнес-плане и согласовывают с владельцами, так же могут предложить владельцам льготный кредит, государственные программы и т.д. По завершении реконструкции (мероприятий по санации) назначают управляющего (хаусмастер) для обслуживания, который проходит отбор и, а затем и повышение квалификации для приобретения необходимых навыков. Так же в вышеуказанном сборнике отражен опыт внедрения подобной пилотной программе в г. Санкт-Петербург, Россия, с анализом итоговой работы, к сожалению, программа по ряду причин не имел продолжения и финансирования. Но, тем не менее, немецкие эксперты уверены в необходимости проведения подобных программ с учетом комплексного и практического подхода к каждому строению и с этим сложно не согласится. Такие программы эффективны для Германии и Европы в целом, но, к сожалению, совсем не подойдут для стран в Центральной Азии из-за многих факторов, таких как разница в менталитете и т.д., поэтому необходим тщательный предварительный анализ всех факторов.

Казахстан целенаправленно разрабатывает политику энергоэффективности и энергосбережения, активно разрабатывает и внедряет программы в этом направлении, перенимает международный опыт по совершенствованию энергоэффективности в различных сферах. В Казахстане при возведении нового жилья тепловой защите зданий уделяется много внимания, нормативы по энергосбережению были пересмотрены, ужесточены требования к строительным материалам, но качество существующего жилого фонда остается на прежнем уровне и серьезной реконструкции не подвергался. Согласно «Настольной книге- справке для лиц, принимающих решения» (ПРООН в Казахстане, Глобальный экологический фонд (ГЭФ), Правительство РК) более половины выбросов парниковых газов в секторе тепло- и электроснабжения жилищного фонда в Казахстане приходится на отопление помещений, что подтверждают так же экспертные оценки. В результате исследований около 70% зданий имеют теплотехнические характеристики, не отвечающие современным требованиям (особенно это касается зданий постройки 1950-1980 годов), из-за чего они теряют через ограждающие конструкции до 30% и выше тепловой энергии, потребляемой для отопления.

И на постсоветском пространстве необходима значительная модернизация существующего жилого фонда в комплексе других мероприятий для обеспечения повышения энергоэффективности и снижения выбросов в окружающую среду, например, можно рассмотреть введения сертификации зданий и по итогам принимать энергосберегающие меры. В настоящее время проводимые программы в реконструкции жилого фонда ощутимых результатов в экономии энергии и снижении выбросов вредных веществ в окружающую среду не принесли. Конечно в современных условиях одним из важнейших целевых ориентиров устойчивого развития

сферы ЖКХ является практическая реализация комплекса экономически оправданных мероприятий, направленных на снижение потребления тепловой энергии и других видов ресурсов и обеспечивающих повышение качества ЖКУ [11].

Необходимо ввести новые рычаги для обязательного применения энергоэффективных мероприятий, внедрению сертификации зданий по международным стандартам и разработки пилотных программ в области энергоэффективности, подготовка и повышение квалификации профессиональных кадров, существенная модернизация в сфере ЖКХ (жилищно-коммунального хозяйства), введение управляющих компаний или обслуживающего персонала для уже существующего жилья.

Учитывая все вышеизложенное, проведение программ по энергоэффективности существующих зданий и жилого фонда позволяет экономить потребляемые энергоресурсы, что позволит существенно снизить выбросы в окружающую среду, и, в конечном итоге, положительно влияет на экологию в целом регионе. Стоит отметить, что опыт стран, где были проведены работы по энергоэффективности существующего жилого фонда очень важен, даже с учетом специфики региона, для которого он проводился, он влияет на экономику страны в целом, обеспечивая будущее поколение не только энергоэффективными зданиями и сооружениями, но и сохраняя здоровую окружающую среду.

Список литературы

1. ПРООН в Казахстане, Глобальный экологический фонд (ГЭФ), Правительство РК. Почему выгодно строить энергоэффективные здания? - Настольная книга-справка для лиц, принимающих решения, Астана, Казахстан, 2015.

2. Коршунова Л.А., Кузьмина Н.Г., Кузьмина Е.В. Проблемы энергосбережения и энергоэффективности в России- Известия Томского политехнического университета, Томск, Россия, 2013.

3. Белов В., Шварц Б.. Энергосберегающая санация типовых жилых зданий: немецкий опыт для российских регионов. Аналитический сборник материалов семинаров Немецкого Общества по международному сотрудничеству (GIZ) для ассоциаций выпускников Президентской программы Российской Федерации - Бонн, Германия, 2013.

4. Теличенко В.И., Слесарев М.Ю., «Зеленая» стандартизация технологий формирования природоподобной среды жизнедеятельности. Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ), 129337, г. Москва, 2018. Вестник МГСУ, том 13 Выпуск 5 (116), с.558-566.

5. Маркин В.В. Региональные проблемы системного повышения энергоэффективности в жилищном строительстве // Вестник ВолгГАСУ. 2013. №31(50). С. 357-361.

6. Аксёнова Л.Л., Губарева М.А., Ходыкин Е.И., Савин А.В., Энергоэффективность ограждающих конструкций малоэтажных зданий // Сборник докладов Международной научно-практической конференции «Научные исследования, наносистемы и ресурсосберегающие технологии в промышленности строительных материалов. XIX научные чтения», Белгород. 2010. Часть 1.

7. Викторов Д.А. Анализ влияния теплоэнергетических характеристик на энергоффективность жилых зданий на примере серии 1-335 // Научный вестник

воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. Выпуск № 3 (31), 2013. С. 9-15.

8. Панчук Н.Н., Мелехина А.С., Энергоэффективность зеленых крыш в архитектуре городов //Дальний Восток: проблемы развития архитектурно-строительного комплекса. № 1, год 2014. С. 151-156.

9. Багрова М.А., Энергоэффективность городского многоквартирного жилища, энергоэкономичный и энергоактивный подход и их отражение в облике // Материалы Республиканской научно-практической конференции. Кумертауский филиал Оренбургского государственного университета. 2011 год. С.25-31.

10. Гашо Е.Г., Степанова М.В. Энергоэффективность не цель, а средство. // Энергия: экономика, техника, экология. 2014. №11. С. 12-15.

11. Ларин С. Н., Герасимова Е. В. Энергоэффективность как определяющий вектор инновационного развития сферы ЖКХ. // Альманах современной науки и образования. 2015. № 2 (92). С. 70-73.

УДК 546.6

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ АДСОРБЦИОННОЙ СИСТЕМЫ «БЕНТОНИТ-НЕИОННЫЙ МОДИФИКАТОР» В РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОДООЧИСТКИ ОТ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Косарев Антон Валерьевич

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., Россия, e-mail: aleteia@inbox.ru

Аннотация. Приведены результаты модельного исследования процесса модификации алюмосиликатов с помощью неионных ПАВ. Получены выражения для плотности вероятности состояния системы до и после модификации, а также термодинамических функций этого процесса - энтропии работы модификации. Установлен вид выражения для величины адсорбции модификатора на алюмосиликате как функции структурного фактора.

Ключевые слова: адсорбция, алюмосиликаты, неионный модификатор, математическое моделирование

A MATHEMATICAL MODEL OF THE ADSORPTION SYSTEM «BENTONITE-NONIONIC MODIFIER» IN THE DECISION OF EFFICIENCY INCREASE PROBLEMS OF WATER TREATMENT FROM ORGANIC COMPOUNDS

Kosarev Anton Valerievich

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Russia, e-mail: aleteia@inbox.ru

Abstract. The results of model studies aluminosilicates modification process using non-ionic surfactants. The expressions for the probability density of the state of the system before and after the modification as well as the thermodynamic functions of the process - entropy modification work are come into. The type of expression for the adsorption modifier value on aluminosilicates as a function of the structure factor is established.

Keywords: adsorption, aluminosilicates, nonionic surfactant, mathematical modeling

Композиционные адсорбенты на основе природных алюмосиликатов, модифицированных добавками минеральных либо органических соединений являются в настоящее время эффективным средством водоочистки, что обусловливает их применение в решении круга водохозяйственных задач [1]. Цель нашей работы - построить математическую модель, характеризующую влияние структурного фактора на изменение термодинамических характеристик алюмосиликатного адсорбента вследствие его модификации неионным ПАВ.

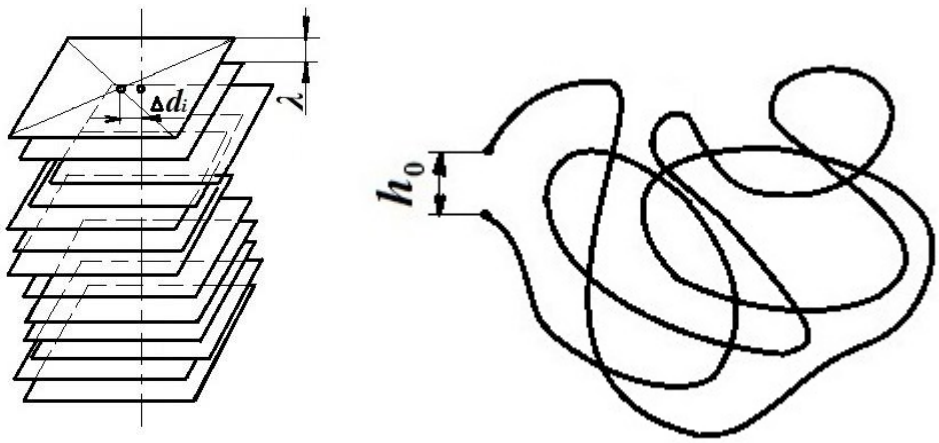
Рассмотрим образец алюмосиликата, имеющего слоевую структуру. Пусть в единице объема dV такого образца содержится n частиц, упорядоченных с некоторым смещением относительно системы вертикальных осей, размещенных с периодом a вдоль грани образца (рис. 1). Величина расстояния Δd_i между точкой сечения частицы осью и центром i-той частицы задается соотношением:

$$\Delta d_i = \sqrt{(\Delta x_i)^2 + (\Delta y_i)^2 + (\Delta z_i)^2}\,, \qquad (1)$$

где Δx_i, Δy_i, Δz_i - разности между координатами точки сечения i-ой частицы осью и координатами центра частицы. Тогда параметр χ, характеризующий общее относительное отклонение всех nчастиц, составляющих стопку, можно выразить так (рисунок):

$$\chi = \frac{\sum_{i=1}^{n} \Delta d_i}{d}\,, \qquad (2)$$

где d – длина расстояния между краем угла частицы и ее центром симметрии.



а б

Структура компонентов адсорбционной системы до модификации (а – слоистая структура алюмосиликата , б – макромолекула неионного ПАВ).

Пусть функция плотности распределения χ в объеме материала имеет вид

$$p_\chi = \frac{1}{\left(\sqrt{2\pi}\right)^{3/2}\sigma_a\sigma_b\sigma_c}\exp\left[-\left(\left(\frac{\chi-\chi_a}{\sigma_a}\right)^2+\left(\frac{\chi-\chi_b}{\sigma_b}\right)^2+\left(\frac{\chi-\chi_c}{\sigma_c}\right)^2\right)\right], \qquad (3)$$

где $\chi_a = \frac{a}{\lambda}$ (4), $\chi_b = \frac{b}{\lambda}$ (5), $\chi_c = \frac{c}{\lambda}$ (4)

Здесь a, b, c – линейные размеры образца, λ – расстояние между двумя частицами алюмосиликата в стопке; σ_a , σ_b , σ_c дисперсия разброса значений χ вокруг своего математического ожидания по направлениям a, b, c соответственно. Плотность p_n вероятности взаимодействия n частиц в стопке составит:

$$p_n = n\chi\frac{d}{\lambda^2}, \qquad (5)$$

Тогда плотность p_1 вероятности состояния алюмосиликатной системы до модификации определяется соотношением:

$$p_1 = p_\chi p_n, \qquad (6)$$

С учетом выражений (7) -(8) получаем, что энтропия системы «алюмосиликат-неионный ПАВ» до модификации составляет:

$$s_1 = k\ln p_\chi p_n + k\frac{h_0^2}{h_{0\max}^2}\ln N \qquad (7)$$

Рассмотрим теперь систему «алюмосиликат-неионный ПАВ» после модификации. Молекулы ПАВ при этом проникают в межслоевое пространство структуры алюмосиликат, модифицируя его структуру, так что образуются отдельные ассоциаты частиц алюмосиликата, окруженные молекулами неионного ПАВ [2]. В таком случае величиной параметра порядка, характеризующей изменение структуры системы, является отношение α расстояния между соседними частицами алюмосиликата до модификации (λ) и после модификации (Λ) неионным ПАВ:

$$\alpha = \frac{\lambda}{\Lambda}, \qquad (8)$$

Изменение величины плотности вероятности состояния как функции величины α в процессе модификации структуры алюмосиликата неионным модификатором, характеризуется уравнением

$$\frac{dp}{d\alpha} = -p_0, \qquad (9)$$

где p_0– плотность вероятности алюмосиликатной системы до модификации. Энтропия системы «алюмосиликат – неионный ПАВ» после модификации составляет:

$$s_2 = k\ln p_0(1-\alpha) - k\frac{h_{0мод}^2}{h_0^2}\ln n \qquad (10)$$

Тогда изменение энтропии системы вследствие модификации $\Delta s_м$ можно выразить следующим образом:

$$\Delta s_м = k \ln \frac{p_0(1-\alpha)}{p_\chi p_n} - k \frac{h_{0мод}^2}{h_0^2} \ln n - k \frac{h_0^2}{h_{0\max}^2} \ln N \qquad (11)$$

В условиях равномерного заполнения объема алюмосиликата микроассоциатами «алюмосиликат-неионный ПАВ» одинакового размера имеет вид выражение для энтропии образца алюмосиликата:

$$\Delta S_м = RV\left(\ln \frac{p_0(1-\alpha)}{p_\chi p_n} - \frac{h_{0мод}^2}{h_0^2} \ln n - \frac{h_0^2}{h_{0\max}^2} \ln N \right), \qquad (12)$$

где V – объем образца, R- универсальная газовая постоянная.

Величина работы модификации $\Delta A_м$ в изохорно-изотермических условиях составит:

$$\Delta A_м = -T\Delta S_м, \qquad (13)$$

где T- температура.

Работа в преобладании фактора понижения поверхностного натяжения в системе «алюмосиликат-неиннный ПАВ» при взаимодействии данных компонентов близка к работе ΔA адсорбции, откуда следует [12]: описываемой соотношением:

$$\Gamma = \frac{\Delta\sigma\Delta\nu}{\Delta A}, \qquad (14)$$

где Δν – количество адсорбированного неионного ПАВ, Δσ – изменение поверхностного натяжения при адсорбции, Г-величина адсорбции, т.е. количество адсорбированного в расчете на единицу площади адсорбента.

Итак, разработанная модель учитывает роль структуры алюмосиликата и неионного ПАВ в формирование микрочастиц композиционного состава, образующихся при взаимодействии данных компонентов. Установлено, что величина адсорбции молекул данного модификатора на частицах алюмосиликата возрастает с увеличением расстояния между микрочастицами, а также с увеличением длины молекулы модификатора. Предложенная модель актуальная для рения круга задач водопользования и промышленной экологии, связанной с очисткой промышленных вод от органических токсикантов.

Список литературы

1. Трифонова М.Ю. и др. Структурно-сорбционные свойства природных и модифицированных катионными пав слоистых силикатов с жесткой структурной ячейкой / М.Ю. Трифонова, Ю.И. Тарасевич, С.В. Бондаренко, С.А.Доленко, З.Г.Иванова, А.И. Жукова// Химия и технология воды, 2008, т. 30, №3.-С. 293-303

2. Косарев А.В. Кинетика адсорбции 2-метиланилина модифицированным бентонитом при очистке сточных вод /А.В.Косарев, О.В.Атаманова, Е.И.Тихомирова,М.В.Истрашкина // Вода и экология: проблемы и решения. – 2018. – № 3 (75). – С. 24-31.

УДК 621.791

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

Лихачева Анна Владимировна

Белорусский государственный технологический университет, г. Минск, Республика Беларусь, e-mail: alikhachova@mail.ru

Аннотация. Существующая схема водоотведения гальванического производства свидетельствует о нерациональном использовании материальных ресурсов. В работе показано, что совершенствование водного хозяйства гальванического производства позволит не только снизить водопотребление, но и позволит увеличить коэффициент использования металлсодержащих сырьевых компонентов.

Ключевые слова: гальваническое производство, сточная вода, отработанные технологические растворы, электролит цинкования, металл, пигмент, водопотребление, водоотведение

IMPROVEMENT OF WATER MANAGEMENT OF GALVANIC PRODUCTION

Likhacheva Anna Vladimirovna

Belarusian State Technological University, Minsk, Belarus, e-mail: alikhachova@mail.ru

Abstract. The existing scheme of sewage disposal of galvanic production indicates an irrational use of material resources. The work shows that the improvement of the water management of electroplating will not only reduce water consumption, but also increase the utilization rate of metal-containing raw materials.

Keywords: galvanic production, waste water, spent technological solutions, galvanizing electrolyte, metal, pigment, water consumption, water disposal.

В условиях развития промышленного производства в Республике Беларусь важным является создать такие условия, чтобы соблюдался баланс между потреблением сырья, воды, энергии, др. ресурсов и востребованностью выпускаемой продукции. При этом обязательно должно учитываться воздействие реализуемых технологических процессов на окружающую среду. Одной из наиболее показательных характеристик данного баланса является рациональность использования материальных ресурсов. Рассмотрим как это реализуется на примере гальванического производства.

Известно, что гальванические производства предназначены для создания тонкого защитного металлсодержащего покрытия на поверхности изделия. Область применения гальванических покрытий настолько широка и

уникальна, что заменить их на другие часто не представляется возможным. Однако, хорошо известно, что гальваническое производство имеет ряд экологических особенностей, которые и определяют его негативное воздействие на окружающую среду. Например, гальваническое производство относится к материалоемким, прежде всего, из-за большой номенклатуры соединений, используемых в одном технологическом процессе. Многие из этих соединений характеризуются высокой токсичностью и агрессивностью. При этом коэффициент использования металлов составляет 30÷80%, а кислот и щелочей – 5-20% [1]. О нерациональном использовании сырьевых ресурсов также свидетельствует образование большого количества гальваношламов (твердых отходов) в процессе эксплуатации технологических ванн и осадков сточных вод при очистке сточных вод.

Высокая водоемкость данного производства во многом объясняется нерациональным использованием воды в технологическом процессе, что приводит к образованию разных по составу жидких отходов: промывных сточных вод, отработанных технологических растворов. Например, расход воды составляет 0,1÷4 $м^3/м^2$ покрытий [1], а количество образующихся отработанных технологических растворов – 0,2÷2,0 $м^3/м^2$ покрытий [1].

Таким образом, поскольку гальваническое производство является водоемким, его воздействие на окружающую среду в значительной степени зависит от организации водного хозяйства предприятия, эффективности работы очистных сооружений и использования образующихся в процессе производства осадков и шламов.

Выбранная схема водоснабжения и водоотведения оказывает решающее влияние на эффективность использования материальных ресурсов. Поэтому совершенствование гальванического производства и его экологических характеристик в значительной степени связано с совершенствованием водного хозяйства.

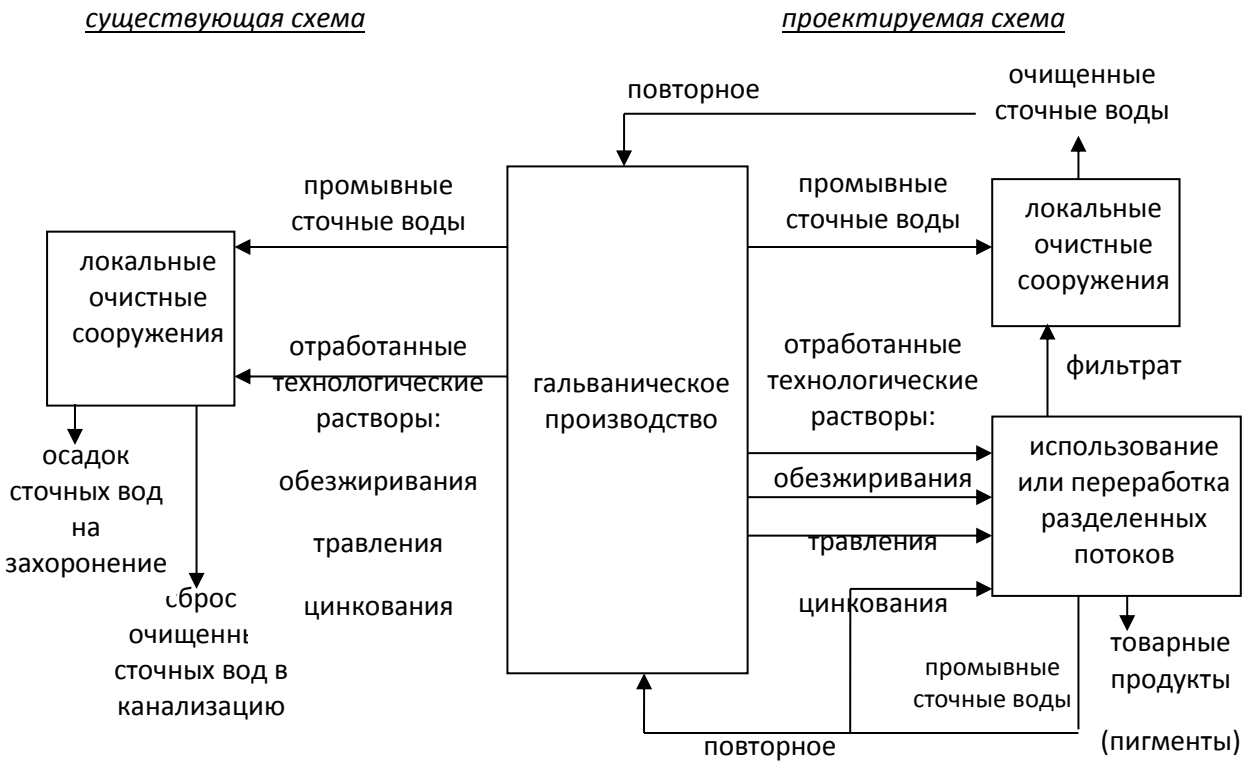
Первое действие, которое необходимо выполнить при совершенствовании водного хозяйства гальванического производства, это использовать раздельную схему водоотведения. Т.е. все образующиеся в технологическом процессе жидкие отходы отводить, собирать и перерабатывать (обрабатывать) отдельно. Это позволит предотвратить совместное отведение отработанных технологических растворов, гальваношламов и промывных вод на очистные сооружения, что в свою очередь уменьшит эксплуатационные расходы и количество образующихся осадков. Кроме того, раздельная обработка отводимых жидких отходов позволит получать осадки, которые легче будет перерабатывать поскольку они уже не будут характеризоваться многокомпонентным элементным и фазовым составом.

Таким образом, такая схема сбора отходов позволит максимально использовать металлы, входящие в их состав, и представляющие собой ценные вторичные материальные ресурсы.

Так, например, проведенные нами исследования показывают, что

раздельное отведение отработанных растворов травления черных металлов и электролитов цинкования позволяет их использовать при производстве материалов и продуктов, свойства которых определяются компонентами, которые входят в состав отходов [2, 3]. К таким продуктам относятся пигменты и красящие добавки, катализаторы, сорбенты, легирующие компоненты в сталеплавильном производстве.

На рисунке отражены предложения по изменению структуры водного хозяйства гальванического производства.



Принципиальная схема изменения структуры водного хозяйства гальванического производства

Для решения задач по максимальному вовлечению в хозяйственный оборот металлсодержащих компонентов отходов гальванического производства необходимо не только разрабатывать принципиально новые технологические процессы и схемы, но и соблюдать определенные принципы построения водного хозяйства, позволяющие извлекать из отходов ценные компоненты и внедрять оборотные циклы водоснабжения.

Список литературы

1. Урецкий, Е.А. Ресурсосберегающие технологии в водном хозяйстве промышленных предприятий / Е.А. Урецкий. – Брест, 2007. – 396 с.

2. Лисинецкая, М.А., Лихачева, А.В. Переработка отработанных травильных растворов с получением железосодержащих пигментных масс // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. 2014. № 2 (6). – С. 46-51.

3. Лихачева, А.В. Получение пигментов из отработанных электролитов гальванического цинкования // «Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства» сб. науч. тр. по материалам V Междунар. науч. эколог. конф., посв. 95-летию Кубанского ГАУ. 2017. – С. 454-457.

УДК 676.088

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СХЕМЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ПРОИЗВОДСТВА БУМАГИ

Лихачева Анна Владимировна, Елец Инна Николаевна

Белорусский государственный технологический университет, г. Минск, Республика Беларусь, e-mail: alikhachova@mail.ru

Аннотация. В работе показано, что неотъемлемой частью общей схемы очистки сточных вод, должна быть обработка образующихся при этом осадков. Наилучшими вариантами при этом являются подготовка осадков к использованию или их переработка.

Ключевые слова: сточная вода, скоп, производство бумаги, компостирование, интенсификация, продукт, показатель качества.

PERFECTION OF THE CIRCUIT OF CLEANING OF WASTE WATER PRODUCTION OF PAPER

Likhacheva Anna Vladimirovna, Elets Inna Nikolaevna

Belarusian State Technological University, Minsk, Belarus, e-mail: alikhachova@mail.ru

Abstract. The paper shows that an integral part of the general scheme of wastewater treatment should be the treatment of the resulting waste water. The best options for this are the preparation of waste water for use or their processing.

Keywords: waste water, skop, paper production, composting, intensification, product, quality indicator.

Высокая потребность в продукции целлюлозно-бумажной промышленности обуславливает ее широкомасштабное развитие в Республике Беларусь. Кроме того, страна располагает значительными лесосырьевыми ресурсами, что обуславливает перспективы развития этой отрасли народного хозяйства. Продукцией целлюлозно-бумажной промышленности являются различные виды волокнистых полуфабрикатов, бумага, картон и изделия из них.

Производство бумаги относится к водоемким и, как следствие, характеризуется большим объемом образующихся сточных вод, содержащих преимущественно взвешенные вещества – волокно и наполнители. Для решения данных проблем на предприятиях применяется целый ряд инженерных и технологических решений, к которым относятся замена водоемких технологических процессов на маловодные, внедрение замкнутых систем водоснабжения с повторным использованием очищенных сточных вод. Для реализации второго направления, воду очищают от волокон, наполнителей, клейких веществ и остаточных химикатов. При этом очистка сточных вод

сопровождается образованием осадка – скопа. Состав скопа определяется видом производимой бумаги и может меняться в зависимости от композиции бумажной массы. В настоящее время в Республике Беларусь на предприятиях картонно-бумажного производства образуется осадок сточных вод, который имеет разный состав и свойства. Образование осадка сточных вод на данный момент является значительной проблемой, т.к. из-за особенностей физического состояния он не подлежит захоронению.

Таким образом, решая проблему очистки сточных вод, с целью ее повторного использования, создается проблема образования и обращения с образующимся осадком сточных вод.

Обработка осадков для последующей переработки или захоронения должна быть неотъемлемой частью общей схемы очистки сточных вод, что на данный момент далеко не всегда соблюдается.

Одним из перспективных направлений обращения с осадком сточных вод (скопом), образующимся при производстве бумаги, является его компостирование. Скоп содержит преимущественно мелкую фракцию макулатурного волокна, которое достаточно трудно подвергается биодеградации. Поэтому при проведении процесса компостирования необходимо изыскивать способы его интенсификации.

В данной работе интенсификацию процесса компостирования скопа осуществляли путем введения в компостируемые смеси биоактиваторов, содержащих микроорганизмы, способные разрушать трудноразлагаемые органические вещества. В качестве таких препаратов использовали биоактиваторы разных производителей: бинарный биопрепарат «Горыныч», ускоритель созревания компоста «Компостин», средства для выгребных ям и септиков «Доктор Робик» и «Microbec», биоактиваторы компостирования «Expel», «Компостелло», «Экомик Дачный».

Для проведения компостирования смеси готовили в соотношении:

скоп : опилки (структурообразующая добавка) : биоактиватор = 4:1:0,0005

В процессе компостирования поддерживали необходимые условия: смесь перемешивали для аэрации смеси и раз в две недели увлажняли раствором воды с биоактиватором для поддержания оптимальной влажности 50–60 %. Процесс компостирования длился около 6 месяцев, в результате которого получился гумифицированный продукт − компост.

По окончании процесса проводился контроль качества полученного продукта по следующим показателям: влажность; зольность; содержание органического вещества; pH; содержание питательных элементов – N, P, K.

По полученным результатам исследований был сделан вывод о том, что наилучшими биоактиваторами являются Ускоритель созревания компоста «Компостин», Биоактиватор компостирования «Компостелло», Бинарный биопрепарат «Горыныч» и Средство для выгребных ям и септиков «Доктор Робик».

Но так как у полученных компостов содержание азота и фосфора было

ниже, чем установлено требованиями для использования компоста в сельском хозяйстве, для рекультивации нарушенных земель и пр., то перед использованием полученных компостов необходимо корректировать содержание соединений азота и фосфора путем внесения азотных и фосфорных удобрений.

Для реализации предлагаемого решения по переработки скопа, на предприятии необходимо спроектировать площадку для компостирования, которая должна иметь следующие участки:

– Участок подготовки сырья. Происходит измельчение осадков сточных вод до размеров частиц не более 12,5 мм. Из скопа отделяются примеси, например, пластмассы, ферромагнитные частицы и пр.

– Участок хранения вспомогательных компонентов. Обеспечивается хранение опилок и биоактиваторов.

– Участок подготовки смеси для компостирования. Производится смешение скопа с опилками и биоактиваторами.

– Участок компостирования. На участке непосредственно формируются бурты, в которых протекает процесс биодеградации скопа. В процессе компостирования поддерживается влажность компостируемых смесей около 60%, поэтому на площадке располагается сборник дождевых сточных вод из которого вода вторично используется для этого. В связи с этим площадка имеет угол наклона в 3° в сторону лотка для сбора дождевых сточных вод.

– Транспортный цех. Предназначен для хранения транспорта, осуществляющего перевозку сырья и вспомогательных материалов.

– Участок хранения продукции. Предназначен для временного хранения и упаковки (в случае необходимости) готового компоста.

В качестве материала для основания площадки для компостирования чаще всего используют бетон. Площадка для компостирования может иметь обваловку, в качестве материала при этом используют грунт. Часть объектов площадки для компостирования должны находиться под навесом, например: участок подготовки сырья, участок хранения вспомогательных компонентов, транспортный цех и частично участок хранения продукции.

Совершенствование существующей схемы очистки сточных вод производства бумаги позволит не только снизить воздействие на окружающую среду, но и получить продукт, который может быть использован для различных целей.

Список литературы

1. Бессмертная, М.С., Лихачева, А.В. Интенсификация процесса биокомпостирования осадков сточных вод // «Биотехнология: взгляд в будущее» Материалы II Междунар. студ. науч.-практ. конф. 2016. – С. 170-173.

2. Лихачева, А.В., Бессмертная, М.С. Интенсификация биокомпостирования отходов // «Дальневосточная весна – 2016» Материалы 14-й Междунар. науч.-практ. конф. по проблемам экологии и безопасности. 2016. – С. 274-276.

УДК 574.24. 576.356.2

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ *TAGETES TENUIFOLIA* В КАЧЕСТВЕ ТЕСТ-ОБЪЕКТА ПРИ МОНИТОРИНГЕ ГОРОДСКИХ ПОЧВ

Лобкова Галина Викторовна

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., Россия, e-mail: galinlobkova@ya.ru

Аннотация. Изучена возможность использования T. tenuifolia в качестве тест-объекта при мониторинге городских почв. Установлена зависимость роста корней и стеблей проростков T. tenuifolia от концентрации солей никеля, кобальта, свинца и меди в среде. В клетках растения, культивированного на растворах соли никеля обнаружены микроядра.

Ключевые слова: тест-объект, городские почвы, тяжелые металлы, T. tenuifolia, ингибирование роста корней и стебля.

USING TAGETES TENUIFOLIA AS A QUALITY TEST-OBJECT FOR MONITORING URBAN SOILS

Lobkova Galina Viktorovna

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Russia, e-mail: galinlobkova@ya.ru

Abstract. The possibility of using T. tenuifolia as a test object in monitoring urban soils has been studied. The dependence of the growth of the roots and stems of T. tenuifolia seedlings on the concentration of nickel, cobalt, lead and copper salts in the medium was established. Micronucleus were found in plant cells cultured in nickel salt solutions.

Keywords: test object, urban soil, heavy metals, T. tenuifolia, inhibition of root and stem growth, micronucleus.

Современный город представляет собой сложно устроенный организм, активно обменивающийся веществом и энергией с окружающими его природными и антропогенными территориальными комплексами. В города поступает сырье, необходимое для промышленного производства, сельскохозяйственная продукция и многое другое, при этом создается огромное количество разнообразных отходов. Химические вещества, выделяемые предприятиями, транспортом и другими источниками включаются в глобальный круговорот, нанося непоправимый ущерб, как непосредственному окружению, в первую очередь жителям городов и близлежащих населенных пунктов, так и биосфере в целом.

Любой город неповторим и оригинален, как по своей архитектуре и местоположению, так и по особенностям производства, транспортно-экономическим связям. Саратов не является исключением. По своему потенциалу он может быть отнесен к крупнейшим городам России с

многопрофильной промышленностью – нефтеперерабатывающей, химической, топливно-энергетической, машиностроительной и др. Промышленные предприятия, выделяя загрязняющие вещества, влияют на состояние атмосферного воздуха и городские почвы. В этих следах можно обнаружить широкий спектр загрязняющих веществ: диоксид серы, оксид углерода, диоксид азота, оксид азота, сероводород, фенол, гидрофторид, гирохлорид, аммиак, формальдегид, бенз(а)пирен, углеводороды, а также тяжелых металлов (ТМ), таких как свинец, медь, кадмий, цинк и др.

Все перечисленные вещества несут прямую угрозу здоровью людей. При этом регистрируемые нарушения процессов жизнедеятельности, функции иммунной системы, приводят к резкому возрастанию количества перинатальных патологий и врожденных пороков человека.

В этой связи особый интерес представляет проведение углубленных исследований по выявлению мутагенного действия загрязняющих веществ на живые организмы и установление закономерных изменений у них на морфофизиологическом и цитогенетическом уровнях, что позволит разработать методы мониторинга состояния окружающей среды с использованием тест-объектов.

Нами изучено влияние ацетатов Ni^{2+}, Co^{2+}, Cu^{2+}, Pb^{2+} в концентрациях 5,00, 2,50, 1,25, 0,62, 0,31, 0,15, 0,07, 0,03 мг/л на физиологические характеристики *Tagetes tenuifolia* (бархатцев тонколистных). Изучена всхожесть семян, их ростовые характеристики, определен характер изменений качественного и количественного состава клеток проростков.

Было установлено, что все соли, кроме ацетатов меди и никеля в концентрации 1,25 мг/л, проявляют выраженное ингибирующее действие на прорастание семян.

Известно, что процесс прорастания семян мало зависит от токсического действия ТМ [1]. Поэтому, установленное ингибирующее действие ацетатов ТМ на данный показатель у *T. tenuifolia* можно связать с тем, что в ходе диссоциации соли образуют крупные гидратированные ионы, которые закупоривают поры в семенной кожуре, препятствуя тем самым проникновение воды внутрь. Причем, чем выше концентрация раствора соли, тем ярче выражен этот процесс.

При прорастании семени первым появляется корень, через который ТМ могут поступать в проводящие системы растений и оказывать влияние на формирование стеблей. По ингибированию роста вегетативных органов растения можно судить о токсическом действии металла.

Поэтому далее у проростков измеряли длину главного корня и стебля и сравнивали их с контролем (рис. 1, 2). Установлено неоднозначное влияние соли меди на ростовые характеристики бархатцев – в его присутствии рост корней либо подавляется, либо достигает контрольных значений. В тоже время растворы соли никеля в концентрациях 0,03 до 2,50 мг/л, кобальта и свинца – во всех концентрациях, кроме 0,15, 5,00 и 0,03,

5,00 мг/л соответственно стимулируют рост корней. Причем, влияние свинца оказалось наиболее выраженным.

Наблюдаемая реакция проростков на присутствие в среде солей никеля, кобальта и свинца в определенных концентрациях, возможно, связана с необходимостью за счет удлинения корней переместить зоны всасывания последних дальше от источника токсического влияния.

Рис. 1. Зависимость длины корней проростков T. tenuifolia от концентрации растворов солей Ni^{2+}, Co^{2+}, Cu^{2+}, Pb^{2+}

Что касается надземной части растений, то установлено, что тестируемые соли во всех концентрациях, особенно при 5,00 мг/л, ингибируют рост и развитие стеблей (рис. 2). При этом семенная кожура не отделяется от первых листочков, что не наблюдается в контроле. Полученные данные согласуются с литературными аналогиями [2, 3].

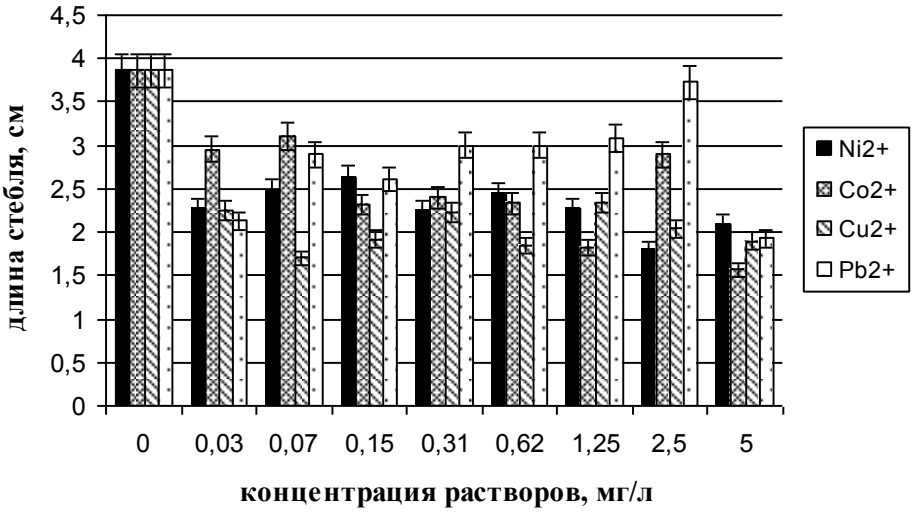


Рис. 2. Зависимость длины стеблей проростков *T. tenuifolia* от концентрации растворов солей Ni^{2+}, Co^{2+}, Cu^{2+}, Pb^{2+}

Связано это, прежде всего, с тем, что на границе корень-стебель существует физиологический барьер, препятствующий перемещению ТМ по растению. Побочным эффектом его функционирования является сокращение минеральное питание стеблей, и, как следствие, нарушение процессов фотосинтеза, приводящих к угнетению роста растений.

Далее были проведены исследования, основанные на определении характера изменений качественного и количественного состава клеток *T. tenuifolia*. Важность установления влияния ТМ на клеточные структуры растений определяется их высокой уязвимостью под воздействием токсикантов, в большом количестве поступающих в городские почвы с выбросами промышленных предприятий и автотранспорта.

Из образцов тканей корней *T. tenuifolia* готовили окрашенные ацетокармином микропрепараты и под микроскопом МикМед-2 изучали клетки, вступившие в процесс клеточного деления. Было установлено, что все соли, кроме ацетата никеля, не приводят к явным нарушениям митоза. В клетках *T. tenuifolia* выращиваемых на растворах соли никеля были обнаружены микроядра, появление которых свидетельствует о влиянии металла на митотический аппарат.

Наибольшее количество микроядер (0,2%) наблюдали в образцах растений, инкубированных на растворе ацетата никеля с концентрацией 1,25 мг/л (рис. 3).

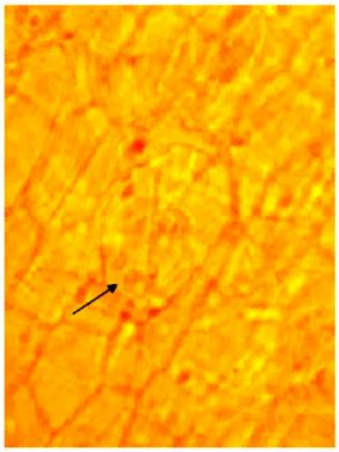


Рисунок 3. Микроядро в клетке корня *T. tenuifolia* культивированого в растворе ацетата Ni^{2+} с концентрацией 1,25мг/л

В большинстве клеток фиксировали одно микроядро, диаметр которого составлял 13,5-25,5 % от диаметра основного ядра клетки. Общее количество микроядер от числа всех рассмотренных клеток, выделенных из корней проростков *T. tenuifolia*, инкубированных на растворах ацетата концентрациями 1,25-5,00 мг/л, составляет 0,5 %.

Появление микроядер можно рассматривать, как явный признак токсического действия никеля на процесс деления растительных клеток и использовать в качестве критерия оценки содержания этого металла в городских почвах.

Таким образом, на основе проведенных исследований можно сделать вывод, что соли никеля, кобальта, меди и свинца в заданных концентрациях оказывают токсическое действия на ранние стадии онтогенеза *T. tenuifolia*, что выражается в задержке сроков прорастания семян, замедлении процесса формирования проростка, в появлении микроядер. Мера ингибирования зависит от химической природы металла, его концентрации и формы поступления в растение.

Установленные в работе закономерности могут быть использованы для индикации загрязнения городских почв ТМ.

Список литературы

1. Серегин, И.В. Физиологические аспекты токсического действия, кадмия и свинца на высшие растения / И.В. Серегин, В.Б. Иванов // Физиология растений. – 2001. – Т.48. – № 4 – С. 606-630.

2. Серегин, И.В. Является ли барьерная функция эндодермы единственной причиной устойчивости ветвления корней к солям тяжелых металлов / И.В. Серегин, В.Б. Иванов // Физиология растений. –1997б. – Т 44 – № 6 – С. 922–925.

3. Ильин, В.Б. Тяжелые металлы в системе почва-растение / В.Б. Ильин. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1991 – 151 с.

УДК 543.426

ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЙ ТВЕРДОФАЗНЫЙ МЕТОД КОНТРОЛЯ СОДЕРЖАНИЯ ЭКОТОКСИКАНТОВ В ВОДНЫХ СРЕДАХ

Плотникова Ольга Александровна, Адылова Асель Жумагалиевна

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., Россия, e-mail: djachuko@mail.ru

Аннотация. В работе представлены экспериментальные результаты усовершенствования твердофазного люминесцентного метода определения полициклических ароматических углеводородов путем предварительного сорбционного концентрирования на модифицированную поверхностно-активными веществами целлюлозную матрицу. Разработанный метод может быть рекомендован для мониторинга содержания экотоксикантов в водных средах.

Ключевые слова: люминесцентный метод, твердофазная люминесценция, полициклические ароматические углеводороды, сорбционная матрица

LUMINESCENT SOLID-PHASE METHOD OF ECOTOXICANT CONTENT CONTROL IN AQUATIC ENVIRONMENT

Plotnikova Olga Alexandrovna, Adylova Asel Zhumagalievna

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Russia, e-mail: djachuko@mail.ru

Abstract. The paper presents the experimental results of the polycyclic aromatic hydrocarbons solid-phase improvement luminescent determination method. Pre-sorption concentration by surfactant-modified cellulose matrix was studied. The developed method can be recommended for ecotoxicants monitoring in aquatic environment.

Keywords. Luminescent method, solid-phase luminescence, polycyclic aromatic hydrocarbons, sorption matrix

Основными источниками поступления экотоксикантов полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) в окружающую среду являются предприятия энергетического комплекса, автомобильный транспорт, химическая и нефтеперерабатывающая промышленность. В связи с канцерогенными и мутагенными свойствами многих представителей группы ПАУ актуальным является разработка экспрессных, чувствительных и доступных методов контроля содержания данных веществ в объектах окружающей среды [1].

Поскольку ПАУ являются люминофорами, то весьма перспективными для этих целей являются высокочувствительные люминесцентные методы, перспективные для анализа следовых концентраций веществ в объектах окружающей среды. Наибольшее распространение для определения ПАУ получил метод низкотемпературной люминесценции, основанный на эффекте Шпольского [2]. Однако сложность низкотемпературных измерений препятствует широкому распространению данного метола анализа. Другим эффективным способом повышения вероятности процессов излучательной дезактивации возбужденных состояний молекул является иммобилизация люминофора на твердой подложке [3]. На этом явлении основан метод твердофазной люминесценции (ТФЛ). Проявление ТФЛ при комнатной температуре связано с уменьшением скорости тушения кислородом возбужденных состояний молекул сорбированных органических соединений. При наблюдении ТФЛ сорбцию люминофоров осуществляют на различные матрицы. Наибольшее распространение при этом получила целлюлозная матрица [3]. Однако, в случае неполярных соединений сорбция на целлюлозную матрицу недостаточно эффективна.

Таким образом, целью данной работы было усовершенствование твердофазного люминесцентного метода определения полициклических ароматических углеводородов путем предварительного сорбционного концентрирования на модифицированную поверхностно-активными веществами целлюлозную матрицу.

В качестве модельного соединения для экспериментальных исследований был взят наименее токсичный представитель ПАУ пирен. Вибронная структура спектра флуоресценции модельного соединения пирена наблюдается в диапазоне длин волн 360-400 нм.. Для приготовления водно-мицеллярных растворов применялся катионный ПАВ – цетилтриметиламмония бромид (ЦТАБ) и аннионный ПАВ – додецилсульфат натрия (ДСН). ПАУ сорбировали на целлюлозную матрицу (фильтры марки «красная лента» в динамическом режиме в сорбционной

колонке. Затем целлюлозный сорбент сушили. Спектры люминесценции ПАУ получали на флуоресцентном спектрометре LS 55 (Perkin-Elmer).

Поскольку ПАУ в окружающей среде содержатся в очень малых количествах, для их люминесцентного определения необходимо использовать предварительное концентрирование растворов. Наиболее применимо для этих целей сорбционное концентрирование (или твердофазная экстракция) [3]. Сорбционное концентрирование в сочетании с измерением аналитического сигнала на поверхности сорбента позволяет снизить предел обнаружения определяемых компонентов,

Экспериментально установлено, что интенсивность флуоресценции пирена на матрице выше, чем в водном растворе, из которого осуществлялась его сорбция. Это объясняется потерей подвижности сорбированных молекул пирена и, как следствие, увеличением вероятности излучательных переходов (флуоресценция) из первого синглетного возбужденного состояния в основное.

Перспективными модифицирующими матрицу агентами являются поверхностно-активные вещества (ПАВ) [4]. Сорбция пирена из водно-мицеллярных растворов ПАВ, способствует концентрированию солюбилизированного в мицеллах ПАВ пирена в поверхностном слое сорбента. Анализ спектров флуоресценции пирена на целлюлозной матрице, полученных при его сорбции из растворов с различным содержанием ПАВ, позволил построить соответствующие зависимости. Установлено, что максимальный сигнал флуоресценции сорбированного целлюлозной матрицей пирена наблюдается при концентрациях ПАВ вблизи критических концентраций мицеллообразования (ККМ).

Сорбция катионного ПАВ на отрицательно заряженную матрицу более эффективна по сравнению с анионных ПАВ. Возможно, это связано с тем, что катионное ПАВ лучше взаимодействует с гидрофильной матрицей, в структуру которой входит гидроксильные группы OH^-. Нами подтверждено данное предположение экспериментально. При сорбции пирена из водного раствора ЦТАБ на целлюлозную матрицу наблюдается резкое возрастание интенсивности флуоресценции пирена при увеличении концентрации катионного ПАВ в растворе. Максимум флуоресценции пирена на целлюлозе наблюдается при ККМ ЦТАБ в растворе ($9{,}5 \cdot 10^{-4}$ М). Дальнейшее увеличение концентрации не приводит к значительному увеличению интенсивности сигнала флуоресценции пирена на матрице.

Получены линейные зависимости интенсивности люминесценции пирена от его содержания в изученных системах. Предел флуоресцентного обнаружения пирена 4,9 нг/мл, область линейности градуировочного графика составляет диапазон от 10 до 2000 нг/мл.

Таким образом, экспериментально подобраны оптимальные характеристики люминесцентного определения ПАУ на основе модифицированной мицеллярными наносистемами целлюлозной матрицы.

Данные методы могут быть использованы для разработки люминесцентных сенсорных систем и датчиков для оперативного контроля содержания ПАУ.

Результаты работы получены в рамках выполнения государственного задания № 5.3922.2017/64 Минобрнауки России.

Список литературы

1. Эколого-аналитический мониторинг стойких органических загрязнителей / В.Н. Майстренко, Н.А. Клюев. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015.

2. Wang, H. Direct determination of benzo[a]pyrene in water samples by a gold nanoparticle-based solid phase extraction method and laser-excited time-resolved Shpol'skii spectrometry / H. Wang and A. D. Campiglia // Talanta. – 2010. – V.83. – P. 233–240.

3. Ackerman, A. H. Methods for coating filter paper for solid-phase microextraction with luminescence detection and characterization of the coated filter paper by infrared spectrometry / A. H. Ackerman and R. J. Hurtubise // Anal. Chim. Acta. – 2002. – V. 474. – № 1-2. – P. 77–89.

4. Jiaming, L. Determination of trace tin by solid substrate-room temperature phosphorimetry using sodium dodecyl sulfate as sensitizer / L. Jiaming, Z. Guohui, Y. Tianlong, W. Aihong, F. Yan, and L. Longdi // Spectrochim. Acta - Part A Mol. Biomol. Spectrosc. – 2003. – V. 59. - P. 2081–2085.

УДК 504.75

ПРИНЦИПЫ КОНЦЕПЦИИ «ЗЕЛЕНОГО» СТРОИТЕЛЬСТВА

Растрепина Марина Алексвндровна, Козлов Николай Алексеевич

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., Россия, e-mail: marinarastrepina@yandex.ru, kozlovnikolai@rambler.ru

Аннотация. Целью данного исследования является выявление основных принципов концепции «зеленого» строительства.

Ключевые слова: «зеленое» строительство, экологические стандарты, энергоэффективность, рациональное водопользование, комфорт среды обитания, безопасность жизнедеятельности, вертикальное озеленение

PRINCIPLES OF THE CONCEPT OF «GREEN» CONSTRUCTION

Rastrepina Marina Aleksvndrovna, Kozlov Nikolay Alekseyevich

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Russia, e-mail: marinarastrepina@yandex.ru, kozlovnikolai@rambler.ru

Abstract. An objective of this research is identification of the basic principles of the concept of "green" construction.

Keywords: «green construction», environmental standards, energy efficiency, rational water use, comfort of the habitat, health and safety, vertical gardening

В настоящее время вопросы экологии, а именно «зеленого» строительства, - одни из самых важных вопросов мирового уровня. Актуализация экологического строительства является признаком осознания мировым сообществом той роли, которую человеческая цивилизация играет в разрушении устойчивости экосистемы нашей планеты.

После проведения многочисленных исследований было выявлено, что современные города, а точнее здания – одни из главных источников загрязнения окружающей среды. Темпы технологического развития создают для человека агрессивные условия, отличающиеся от природных. Поэтому в последние десятилетия ведутся активные дискуссии о концепции «зеленого» строительства. Появилась острая необходимость в формировании не только ключевых принципов «зеленого строительства», но и четких критериев.

Целью данного исследования является выявление основных принципов концепции «зеленого» строительства.

«Зелёное» строительство – отрасль, включающая в себя строительство и эксплуатацию зданий с минимальным воздействием на окружающую среду. Основной задачей «зелёного» строительства является снижение уровня потребления ресурсов (энергетических и материальных) на протяжении всего жизненного цикла здания: от выбора участка по проектированию до сноса [1].

«Зеленое» строительство – это механизм обеспечения устойчивого развития территории, на которой размещается строительный объект. Экоустойчивое развитие строительства регулируют различные системы сертификации «зелёных» зданий, национальные строительные нормы и стандарты, законодательство страны.

На сегодняшний день в мире действует несколько десятков национальных «зелёных» строительных стандартов, которые учитывают социально-экономические, климатические, природные и другие условия каждой страны. Но, несмотря на региональные предпочтения в применении национальных систем сертификации, наиболее известными, успешно применяемыми и доминирующими являются международные системы BREEAM, LEED и DGNB.

В основу разработки международных экологических стандартов заложены следующие принципы:

– безопасность и благоприятные здоровые условия жизнедеятельности человека;

– ограничение негативного воздействия на окружающую среду;

– учет интересов будущих поколений.

Полная адаптация зарубежных систем стандартизации для нашей страны не представляется возможной по причине несоответствия нормативных документов. Поэтому в России разрабатываются собственные «зелёные» стандарты. Организации в области «зелёного» и экоустойчивого проектирования разделены на четыре группы:

1 группа – организации, разрабатывающие российские системы добровольной сертификации экоустойчивости среды: НП «Совет по «зелёному строительству» при Союзе архитекторов России; НП «Центр экологической сертификации – «Зелёные стандарты» (при Министерстве природных ресурсов и экологии РФ); НОСТРОЙ.

2 группа – организации, продвигающие зарубежные системы добровольной сертификации LEED, BREEAM: Совет по экологическому строительству (RuGBC); НИЦ «Сколково»; Госкорпорация «Олимпстрой».

3 группа – организации, разрабатывающие российские экомаркировки строительных материалов: Некоммерческое партнерство «Национальное бюро экологических стандартов и рейтингов»; Санкт-Петербургский Экологический союз; группа компаний Эко-стандарт.

4 группа – организации, пропагандирующие идеологию «зелёного» строительства: Фестиваль «Зелёный проект»; Ежегодная конференция «Экоустойчивая позиция»; фестиваль «Green Awards»; конференция «Технология проектирования и строительства энергоэффективных зданий. Passive House» в рамках строительной и интерьерной выставки «Mosbuild»; международная конференция «Active House» в рамках архитектурного фестиваля «Зодчество» [2].

Эти стандарты не вводят строгих рамок и не предписывают применять какие-либо конкретные материалы и решения, а позволяют оценить каждый проект индивидуально. Общим принципом работы для всех рейтинговых систем оценки «зелёных» зданий является:

– оценка проекта или здания отдельно по каждой категории;

– выставление единой оценки;

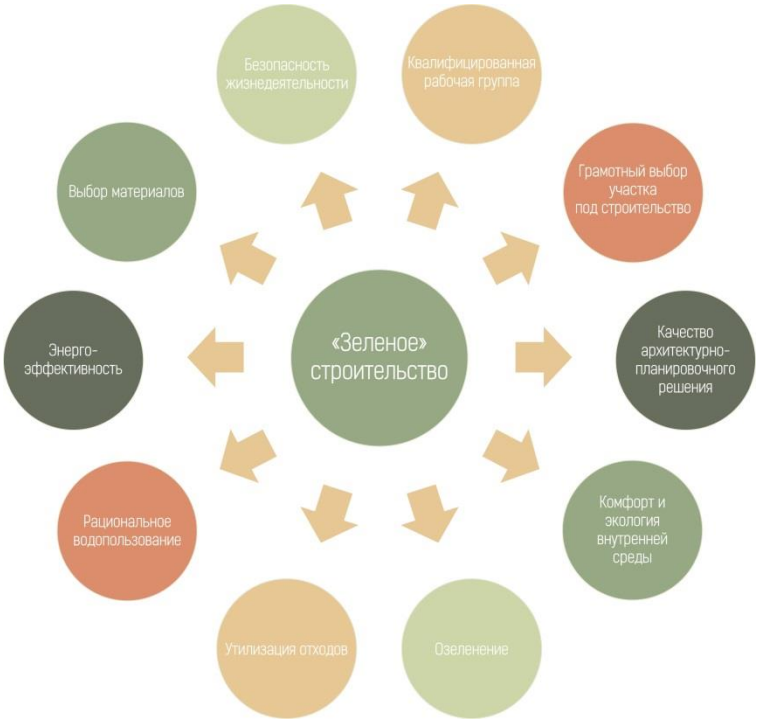
– присвоение уровня соответствия и выдача сертификата на основе единой оценки [3].

В концепции «зеленого» строительства выделяют несколько принципов: квалифицированная рабочая группа, грамотный выбор участка под строительство, качество архитектурно-планировочного решения, комфорт и экология внутренней среды, озеленение, утилизация отходов, рациональное водопользование, энергоэффективность технологий и решений, выбор материалов и безопасность жизнедеятельности (рисунок).

В проектировании, строительстве и эксплуатации зданий должны участвовать квалифицированные специалисты, аттестованные по оценке соответствия «зеленых» зданий. Необходимо создание системы экологического менеджмента, главной задачей которой является мониторинг и информирование граждан об основных показателях объекта недвижимости.

При выборе участка под строительство необходимо провести тщательный анализ почвы, воздуха и воды, учесть доступность общественного транспорта и объектов социально - бытовой инфраструктуры, наличие озеленения территории и близость водной среды.

Уделить особое внимание доступности зданий для мало мобильных групп населения, а также вопросам инсоляции и защиты территории от шума.



Принципы «зеленого» строительства

При проектировании здания необходимо учесть форму, ориентацию здания, обеспечить полезной площадью, естественным освещением и инсоляцией, автостоянками, защитить помещения от избыточной инсоляции.

Микроклимат помещений напрямую влияет на здоровье человека. Соблюдение требуемых параметров воздушно-теплового, светового, акустического комфорта и применение локальных систем автоматизации систем инженерного обеспечения – необходимые меры по обеспечению безопасности внутренней среды. Неотъемлемой частью «зеленого» строительства является озеленение искусственных поверхностей зданий и сооружений (крыш, фасадов), устройство садов, установка внутри помещений фитостен. Вертикальное озеленение стен зданий широко используется для улучшения визуального восприятия всего здания; шумогашения; небольшого повышения теплозащитных характеристик стен; улучшения состава воздуха, а также поглощения загрязнений.

Необходимо обеспечить качество санитарной защиты, организовать сбор и утилизацию отходов, использовать вторично отходы строительства, в том числе рециклинг. После сноса или возведения здания остается огромное количество строительных отходов. Существуют методики, которые позволяют использовать строительный мусор вторично. Вторичное использование строительных отходов решает несколько вопросов:

загрязнение окружающей среды, утилизацию отходов, снижение стоимости на строительные материалы [4].

Благодаря особенным конструкциям, специально подобранным строительным материалам, электронному управлению показатель потребления энергии и тепла в «зеленых» зданиях значительно ниже. Главная задача «зеленого» проектирования – минимизировать потери тепла во внешнюю среду. Для решения этой задачи используются системы кондиционирования воздуха с рекуперацией тепла, системы вентиляции, контролирующие температуру воздуха, поступающего из внешней среды.

Важным принципом экологического строительства является использование сертифицированных (маркированных) строительных материалов и конструкций, в приоритете природные материалы местного происхождения. Задача всех строительных материалов - создать здоровую и безопасную среду обитания.

«Зеленые» здания состоят из множества систем, создающих комфортную и безвредную жизнь, как для человека, так и для планеты. Также подробно необходимо проработать вопрос безопасности в случаи аварийных ситуациях. Для этого создаются резервные системы, обеспечивающие бесперебойное функционирование такого сложного «организма» как «зеленое» строение.

Развитие зеленого строительства идет по пути улучшения архитектурно-конструктивных решений, повышения качества внутренней среды, совершенствования методов оценки энергетических характеристик зданий, снижения стоимости строительства, повышения эффективности инженерного оборудования зданий [5].

«Зеленые» здания имеют меньший потенциал негативного воздействия на окружающую среду, чем стандартные здания. Это достигается путем более эффективного и рационального использования ресурсов, использования альтернативных ресурсов для сохранения природных, переработки отходов [4].

Создание «зеленых» стандартов является важным шагом в развитии не только человечества, но и целой планеты. Техногенное воздействие достигло своего пика, но еще не поздно пересмотреть устройство среды обитания с учетом всех экологических требований. И благодаря новой системе «зеленого» строительства появилась перспектива восстановить необходимый баланс в экосфере.

Список литературы

1. Кошкина, С.Ю., Корчагина, О.А., Воронкова, Е.С. «Зелёное» строительство как главный фактор повышения качества окружающей среды и здоровья человека // Вопросы современной науки и практики. Ун-т им. В. И. Вернадского. 2013. № 3 (47). С. 150 –158.

2. Классификация организаций в сфере экоустойчивого строительства //НП «Содействие устойчивому развитию архитектуры и строительства – Совет по «зеленому» строительству» URL: http://rsabc.ru/ru/o-sovete/klassifikatsiya/ (Дата обращения: 1.03.2019).

3. Гаевская, З.А., Лазарева, Ю.С., Лазарев, А. Н. Проблемы внедрения системы «зеленых» стандартов // Молодой учёный. 2015. № 16 (96). С. 145–152.

4. Бенуж, А.А. Анализ концепции зеленого строительства как механизма по обеспечению экологической безопасности строительной деятельности // Вестн. МГСУ. 2012. № 12. С. 161–165.

5. Корниенко С. Зеленое строительство – инновационный и социально значимый элемент повышения устойчивости среды // Здания высоких технологий. 2017. №3. С. 61– 67.

УДК 628.4.02;628.4.08; 504

ПЛОТНОСТЬ ТКО КАК ВЕДУЩИЙ ПОКАЗАТЕЛЬ ПРИ МОДЕРНИЗАЦИИ СИСТЕМЫ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ

Симонова Зоя Александровна, Омариев Руслан Тагирович, Макарова Алла Алексеевна

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., Россия, e-mail: simonovaza@yandex.ru

Аннотация. Произведены расчеты удельного выхода свалочного газа на полигоне складирования отходов в зависимости от разных плотностей накопления ТКО. Определены максимально-разовые и валовые выбросы биогаза и его компонентов с территории полигона. Указана необходимость учитывать плотность ТКО при организации процесса рациональной утилизации отходов.

Ключевые слова: плотность, твердые коммунальные отходы, свалочный газ, выбросы загрязняющих веществ

DENSITY OF SMW AS A LEADING INDICATOR IN THE MODERNIZATION OF WASTE MANAGEMENT SYSTEM

Simonova Zoya Aleksandrovna, Omariev Ruslan Tagirovich, Makarova Alla Alekseevna

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Russia, e-mail: simonovaza@yandex.ru

The specific output LFG at landfill was calculated depending on the different densities of solid municipal waste accumulation. The maximum one-time and gross emissions of biogas and its components from the landfill site were determined. The need to take into account the density of MSW in the process of rational waste disposal was indicated.

Keywords: density, municipal solid waste (MSW), landfill gas (LFG), pollutant emissions

В настоящее время на всех уровнях власти и во всех сферах деятельности остро обсуждается вопрос, связанный с обращением с отходами. Законодательство в этой сфере пересматривается и актуализируется ежегодно, однако до сих пор существенных изменений не происходит. Вместе с тем

стало очевидным, что избавление от мусора только путем складирования его на полигонах совершенно нецелесообразный процесс как с экологической, так и с экономической точек зрения. По мнению большинства исследователей, единственно возможным выходом из сложившейся ситуации является организация процесса рациональной утилизации отходов, включающего разработку территориальных схем, экологических технологий по вторичному получению материальных ресурсов из отходов, современных подходов к мониторингу за окружающей средой в районе полигонов депонирования ТКО. Любой из предлагаемых этапов данного процесса должен учитывать свойства и характеристики отходов, среди которых одну из наиболее важных функций играет плотность.

Знание плотности ТКО по конкретному региону позволит спрогнозировать необходимую для данной местности мощность мусороперерабатывающих предприятий и полигонов складирования отходов, оценить реальные выбросы загрязняющих веществ от них, пересмотреть наносимый окружающей среде экологический ущерб. Кроме того, современная система модернизации области обращения с отходами, направленная на поэтапное введение запрета на их захоронение и извлечение из них выгоды, переход на «безотходную» экономику обратили внимание на возможность использования ТКО в качестве источников энергии, в частности, применение свалочного газа, основного загрязняющего вещества, образующегося при разложении отходов, для получения электрической и тепловой энергии. Спрогнозировать объемы выделяющегося газа и, соответственно, возможное количество образующейся энергии, также позволит знание плотности ТКО.

Нами в зависимости от разных плотностей ТКО были произведены расчеты количества образующегося свалочного газа на одном из полигонов складирования отходов, расположенного на окраине города Саратова. Кроме того, мы определили максимально-разовые и валовые выбросы компонентов газа, которые рассматриваются и как загрязнители окружающей среды. Расчеты проводились для нормального режима работы полигона в соответствии с «Методикой расчета количественных характеристик выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от полигонов твердых бытовых и промышленных отходов» [1].

В соответствии с утвержденной территориальной схемой обращения с отходами в Саратовской области [2] на анализируемый полигон ежегодно предполагается поступление 427,9 тысяч м^3 отходов или 85,6 тыс. тонн. Площадь полигона составляет 23,57 га. Вместимость – 1200 тыс. тонн. На сентябрь 2017 года фактическое заполнение полигона составило 69%, или 827,6 тысяч тонн.

Согласно Приказу Министерства природных ресурсов и экологии Саратовской области № 47 от 05 февраля 2018 года «Об установлении нормативов накопления твердых коммунальных отходов на территории Саратовской области» (с изменениями на 19 февраля 2019 года) [3] средняя

плотность ТКО по региону, используемая для всех расчетов, составляет 128 кг/м^3. Исходя из данной плотности, нами и проводились расчеты.

Несмотря на то, что рассматриваемый полигон функционирует с 2005 года, мы определяли количество образующегося свалочного газа и его компонентов за период с 2016 (произошел пересмотр нормативов накопления ТКО в области) по 2027 (конечный год эксплуатации полигона) года. Период с 2005 по 2016 год в расчетах не учитывался, так как за это время не производилось определения морфологического состава ТКО, тщательного определения веса и т.д., и в настоящий момент выполнить все подобные операции не представляется возможным.

Зная объем поступающих отходов и используя утвержденную по Саратовской области плотность ТКО, в том числе и по г. Саратову, – 128 кг/м^3, мы установили, что на данный полигон должны завозить меньше отходов по массе – 54,8 тысяч тонн. Таким образом, все дальнейшие расчеты по образующемуся количеству биогаза, выбросов его и его компонентов мы проводили, используя две массы поступающих отходов – фактическую и рассчитанную нами.

Согласно методике [1] доля органической составляющей в отходах рассматриваемого полигона составляет 70620 тонн в год при М = 85,6 тыс. т или 45210 тонн в год при М = 54,8 тыс. т. В процентном соотношении от общей массы отходов доля органики составляет 82,5% и в первом, и во втором случае.

Доля органической составляющей, активно генерирующей биогаз, составляет 60348 тонн в год при М = 85,6 тыс. т или 38634 тонн в год при М = 54,8 тыс. т. В процентном соотношении от общей массы отходов доля активной органики составляет 70,5% и в первом, и во втором случае.

Для определения удельного выхода свалочного газа использовались среднестатистические значения по содержанию жироподобных, углеводоподобных и белковых веществ в органике, которые составляют, 2, 83 и 15 % соответственно. Средняя влажность отходов была принята равной 47% (что является среднестатистической величиной для городов средней полосы России). Проведенные расчеты показали, что с территории полигона за год выделяется 0,255 кг биогаза с кг отходов, или 21858 тонн с массы отходов 85,6 тыс. т и 13974 тонны с массы 54,8 тыс. т.

Произведя расчет количественного выхода биогаза за год, отнесенный к 1 т отходов, мы определили, что он равен 12,53 кг с одной тонны отходов в год, или 1072617 кг с массы отходов 85,6 тыс. т и 686675 кг с массы в размере 54,8 тыс. т (при условии, что продолжительность теплого периода года в районе полигона составляет 239 дней, а средняя из среднемесячных температура воздуха в районе полигона за теплый период года – 11,8 ^{0}С).

Однако, рассматривая свалочный газ как ресурс для получения тепловой или электрической энергии, не стоит забывать о том, что его компоненты оказывают негативное воздействие на окружающую среду. Для расчета выбросов компонентов газа необходимо учитывать количество отходов,

стабильно его генерирующих, с учетом того, что период стабилизированного активного выхода биогаза составляет в среднем двадцать лет, а фаза анаэробного стабильного разложения органической составляющей отходов наступает в среднем спустя два года после захоронения отходов. Следовательно, в число активных не будут входить отходы, завезенные в последние два года. При расчетах использовался среднестатистический состав свалочного газа [1].

Согласно территориальной схеме на полигон по указанной статистике ежегодно до 2027 года должно поступать 85,6 тыс. т отходов, но в соответствии с установленным нормативом плотности завозимая масса отходов должна составлять 54,8 тыс. т. Таким образом, в соответствии с фактической и рассчитанной массой за период с 2016 по 2027 год на полигоне масса отходов должна увеличиться на 941,6 тыс. т в первом случае или на 602,8 тыс. т во втором случае. Из этого количества отходов, стабильно генерировать биогаз к концу 2027 года, при условии, что доля активной органики в отходах полигона так и будет составлять 70,5%, будут только 543 тыс. т при фактической плотности или 347,7 тыс. т при утвержденной плотности в 128 кг/м^3.

Максимально-разовые и валовые выбросы биогаза, а также его компонентов в зависимости от различной плотности ТКО представлены в таблице.

Максимально-разовые (M_i, г/с) и валовые (G_i, т/год) выбросы биогаза и его компонентов

Компонент	*при М =543 тыс. т*		*при М = 347,7 тыс. т*	
	M_i, г/с	G_i, т/год	M_i, г/с	G_i, т/год
Биогаз	398,66	7776,95	255,27	4979,83
Метан	210,95	4115,2	135,08	2635,17
Толуол	2,88	56,23	1,85	36,00
Аммиак	2,12	41,45	1,36	26,54
Ксилол	1,77	34,45	1,13	22,06
Углерода оксид	1,00	19,6	0,64	12,55
Азота диоксид	0,44	8,63	0,28	5,53
Формальдегид	0,38	7,47	0,25	4,78
Этилбензол	0,38	7,39	0,24	4,73
Ангидрид сернистый	0,28	5,44	0,18	3,49
Сероводород	0,10	2,02	0,07	1,29

Таким образом, наши расчеты показали, что при меньшей массе отходов, которая может образовываться при утвержденной плотности 128 кг/м^3, количество свалочного газа, его выбросы и выбросы его компонентов в атмосферный воздух будут значительно ниже.

Проведенные нами теоретические расчеты важны в основном для планирования мощности полигонов, для определения приблизительной платы за негативное воздействие, за переработку отходов. Однако они также показывают, что образующееся количество газа, который может использоваться в качестве источника энергии, зависит от плотности отходов,

что следует учитывать, разрабатывая технологии улавливания свалочного газа или анаэробного сбраживания органической составляющей отходов для производства биогаза.

Список литературы

1. Методика расчета количественных характеристик выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от полигонов твердых бытовых и промышленных отходов / под ред. Абрамова Н.Ф., Санникова Э.С., Русакова К.Б. и др. – М., 2004. – 12 с.

2. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Саратовской области № 707 от 22 сентября 2016 года «Об утверждении территориальной схемы обращения с отходами, в том числе с твердыми коммунальными отходами, в Саратовской области» (с изменениями на 28 сентября 2017 года). – Саратов, 2017. - [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://docs.cntd.ru/document/467711267 (дата обращения 25.04.2019)

3. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Саратовской области № 47 от 05 февраля 2018 года «Об установлении нормативов накопления твердых коммунальных отходов на территории Саратовской области» (с изменениями на 19 февраля 2019 года). – Саратов, 2019. - [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://docs.cntd.ru/document/467716618 (дата обращения 25.04.2019)

УДК 574.583

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ СООБЩЕСТВ ЗООПЛАНКТОНА ПОЙМЕННЫХ ВОДОЕМОВ НИЖНЕГО ИРТЫША

Суставов Александр Алексеевич[1], Болотов Сергей Эдуардович[2]

[1]Югорский государственный университет, г. Ханты-Мансийск, Россия,
[2]Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН, г. Борок, Россия,
e-mail: alexandersustavov@yandex.ru, alhimikhmu@yandex.ru

Аннотация. Приведены результаты изучения пространственной организации сообществ зоопланктона пойменно-руслового комплекса Нижнего Иртыша. Показана экологическая специфика (фаунистическое и видовое богатство, повышенное удельное разнообразие, численность и биомасса, своеобразие экологической структуры) пойменных сообществ зоопланктона относительно реки Иртыш и ее надпойменной террасы.

Ключевые слова: зоопланктон, сообщество, пространственная структура, пойма, Иртыш

THE SPATIAL ORGANIZATION OF THE ZOOPLANKTON COMMUNITY OF FLOODPLAIN WATERBODIES LOWER IRTYSH

Sustavov Alexandr Alexeevich[1], Bolotov Sergey Eduardowich[2]

[1]Ugra State University, Khanty-Mansiysk, Russia,
[2]I.D. Papanin Institute for biology of inland waters RAS, Borok, Russia,
e-mail: alexandersustavov@yandex.ru, alhimikhmu@yandex.ru

Abstract. The results of the study of the spatial organization of zooplankton communities in the floodplain-channel complex of the Lower Irtysh are presented. The ecological specificity (faunistic and species richness, increased specific diversity, abundance and biomass, distinctive ecological structure) of floodplain communities of zooplankton is shown relative to the Irtysh river and its above-floodplain terrace.

Keywords: zooplankton, community, spatial structure, floodplain, Irtysh

Уникальной гидроэкологической особенностью Обь-Иртышского междуречья выступает его обширная пойменно-русловая система, крупнейшая в Северном полушарии, обеспечивающая ключевые экологические функции природных комплексов территории. Своеобразие поймы Нижнего Иртыша заключается не только в огромных размерах, но и в исключительном по продолжительности и величине весенне-летнем паводке и формировании чрезвычайно сложных по структуре и динамическим свойствам биогеоценозов.

К одной из наиболее интересных и малоизученных граней пространственной структуры поймы следует отнести ландшафтно-биотопическую организацию биотических сообществ пойменно-руслового комплекса Нижнего Иртыша. Однако современные данные об экологической организации сообществ водоемов поймы Нижнего Иртыша, их биоразнообразии, структуре и обилии в контексте ландшафтно-биотопического градиента практически отсутствуют.

Цель работы – характеристика пространной организации (в части структуры и обилия) сообществ зоопланктона пойменных водоемов и водотоков на ландшафтно-биотопическом градиенте пойменно-руслового комплекса Нижнего Иртыша.

В основу работы положены материалы полевого гидроэкологического изучения разнотипных водоемов пойменно-руслового комплекса Нижнего Иртыша, выполненного в летний период 2018 г. С разной степенью детализации исследованиями были охвачены нижнее течение р. Иртыш, протока Байболак, малые пойменные реки Живая и Мухрина, а также озерца болотного массива «Мухрино».

Зоопланктон собирали и обрабатывали традиционными в гидробиологии методами [1]. Сообщество оценивали по видовому богатству, удельному разнообразию, численности и биомассе, которые рассчитывали с использованием авторской запатентованной программы для ЭВМ «Программа расчета параметров количественного развития сообществ пресноводного зоопланктона» [2]. Одновременно с гидробиологическими изысканиями выполнены описания абиотических параметров водной среды обитания гидробионтов, осуществлен отбор и кислотная консервация проб воды для последующего гидрохимического анализа. В полевых условиях измеряли глубину и прозрачность водной толщи (по диску Секки), температуру воды (T); многопараметрическим анализатором HACH-Lange потенциометрически определяли величину pH, окислительно-восстановительный потенциал (ОВП), электропроводность (Us) и содержание растворенного в воде кислорода. В

условиях лаборатории анализировали цветность воды, концентрацию биогенных компонентов, в т.ч. нитратов (NO_3^-) и фосфатов (PO_4^{3-}), некоторых тяжелых металлов ($Fe^{2+,3+}$, Al^{3+}). Определение проводили аттестованными методами ПНД Ф со спектрофотометрическим окончанием на УФ-спектрофотометре ПЭ-5400.

Водоемы отличаются небольшими глубинами, которые уменьшаются от главной реки к пойменной террасе. Реки хорошо прогреваемы, отличаются невысокой прозрачностью и высокоцветной водой, что связано с сильной заболоченностью территории. Нижнее течение Иртыша и водотоки его поймы характеризуются слабощелочными и маломинерализованными водами с умеренно-выраженными окислительными свойствами. Водоемы надпойменной террасы являют собой дистрофные болотные озерца с выраженной окислительной обстановкой, слабокислыми, резко опресненными водами. Гидрохимический режим водоемов благоприятен для развития зоопланктона как в отношении содержания растворенного кислорода, так и биогенных компонентов. Однако в пойменных водоемах отмечается снижение содержания в воде нитратного азота, вероятно, потребляемого микроводорослями [3].

Зоопланктон водоемов пойменно-руслового комплекса Нижнего Иртыша летом 2018 г. был представлен 131 таксоном, из которых коловраток – 78, ветвистоусых – 41 и веслоногих ракообразных – 12 видов. Основу видового состава формируют виды космополитного распространения, представители зарослевой фауны. Устойчиво регистрируются виды-индикаторы эвтрофных вод - *Keratella quadrata, Keratella cochlearis, Bosmina longirostris, Daphnia cucullata*. Микрофотографии некоторых их представителей вы можете видеть на данном слайде. Здесь показаны основные и наиболее массовые представители зоопланктона изученной водной системы Нижнего Иртыша, в том числе – коловратки, ветвистоусые и веслоногие ракообразные.

Максимальное видовое богатство зоопланктона регистрировали в пойменной прот. Байболак – 82 вида, меньшее – в р. Иртыш и малых реках Мухрина и Живая. Наименьшее число видов отмечено в дистрофных болотных озерцах – 27–30 видов. Основную долю видового богатства зоопланктона составляли коловратки. В контексте ландшафтно-биотопической дифференциации пойменно-руслового комплекса наибольшее видовое богатство зоопланктона сосредоточено и поддерживается в пойменных водотоках – 101 вид; в реке и озерцах надпойменной террасы общее число видов составляло 55 и 42 соответственно. При этом только в пойменных водоемах отмечено 48 уникальных видов, не встреченных ни в материнской реке, ни озерцах надпойменной террасы (в реке таковых 10, в болоте – 18). Таким образом, в пойме Нижнего Иртыша локализовано повышенное видовое богатство зоопланктона, значительную долю которого составляют уникальные виды, не встречающиеся в граничащих экосистемах реки и надпойменной террасы. Основные показатели количественного развития сообществ зоопланктона пойменных водоемов представлены в таблице.

Основные количественные показатели развития зоопланктона изученных водоемов на ландшафтно-биотопическом градиенте поймы Нижнего Иртыша.

Показатель	р. Иртыш	прот. Байболак	р. Мухрина	р. Живая	Болото		
					Озерцо-1	Озерцо-2	Озерцо-3
Nsp	55	82	47	45	30	27	28
Sp	35.0±0.7	50.2±1.6	29.4±5.4	27.0±2.7	21.0±1.3	21.0±1.7	22.7±2.0
N	44.9±3.2	77.1±9.2	649.9±447	231.6±49	97.8±37	233.5±87	189.1±34
B, г/м^3	0.27±0.03	0.25±0.04	2.68±1.75	0.71±0.20	2.15±1.28	4.22±1.02	1.10±0.36

Обозначения: *Nsp* – видовое богатство, *Sp* – среднее число видов в одной пробе, *N* – численность (тыс.экз./м^3), *B* – биомасса (г/м^3) зоопланктона.

Повышенное удельное разнообразие зоопланктона (число видов, встреченное в одной пробе) отмечали в пойменной прот. Байболак (50.2 вида/пробу). Меньшее число видов в одной пробе фиксировали в р. Иртыш (35.0). При переходе к надпойменной террасе удельное разнообразие беспозвоночных планктона снижалось с до 21.5 вида/пробу.

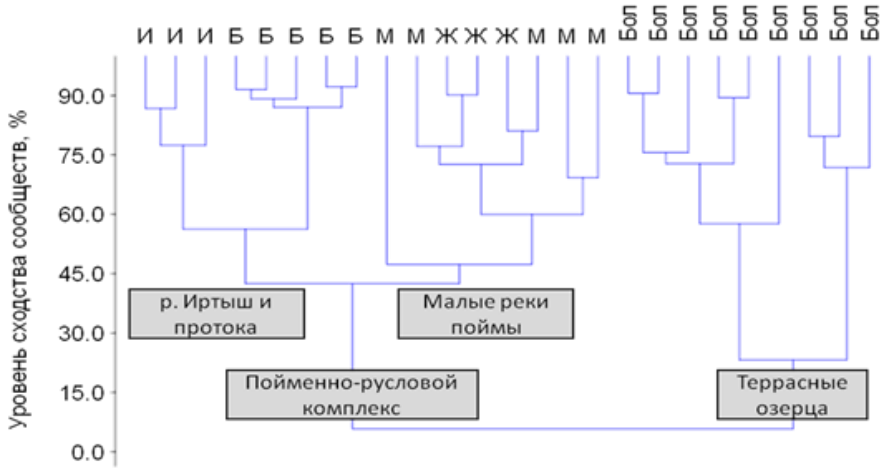
Минимальные показатели обилия зоопланктона регистрировали в р. Иртыш и пойменной прот. Байболак (45-77 тыс. экз/м^3 и 0.25-0.27 г/м^3). Наибольшее обилие планктонных животных характерно для малых пойменных рек. Так, обилие беспозвоночных в р. Мухрина в среднем составляло 650 тыс. экз/м^3 и 2.7 г/м^3, в р. Живая – 230 тыс. экз/м^3 и 0.7 г/м^3 соответственно. Превалирование крупных полифемусов определяло повышенные значения биомассы сообществ болотных озерцов (1.1-4.2 г/м^3) при сравнительно невысокой (100-230 тыс. экз/м^3) численности планктона.

Основу обилия зоопланктона р. Иртыш составляли коловратки, и главным образом, – *Synchaeta tremula* (27%), по биомассе преобладал ветвистоусый рачок *Bosminopsis deitersi* (37%). В пойменных водоемах как по численности, так и по биомассе доминировали преимущественно коловратки – виды рода *Synchaeta*, *Asplanchna*, *Keratella* и *Polyarthra*. Сообщество террасных водоемов как по численности, так по биомассе формировали ветвистоусые рачки – в основном, крупный *Polyphemus pediculus* и *Bosmina longirostris*.

Изученные водоемы демонстрируют выраженную экологическую дифференциацию в отношении видовой структуры зоопланктона в соответствии с ландшафтно-биотопическим градиентом пойменно-руслового комплекса Нижнего Иртыша (рисунок).

Видно, что сообщества зоопланктона изученных водоемов объединяются в три основных кластера описаний. Первый кластер объединяет сообщества зоопланктона Нижнего Иртыша и водотока нижней поймы – протоки Байболак. Второй кластер включает ценотически схожие сообщества водотоков средне-нижней поймы – малых рек Мухрина и Живая. Третий, и наиболее отличный от прочих, кластер группирует сообщества террасных болотных водоемов. Результаты статистического тестирования полученных кластерных решений методом Краскела-Уоллиса

указывает значимость различий (p = 0.00269) структуры сообществ пойменно-руслового комплекса Нижнего Иртыша вдоль ландшафтно-биотопического градиента среды.



Экологическая дифференциация сообществ зоопланктона водоемов пойменно-руслового комплекса Нижнего Иртыша

Таким образом, результаты гидроэкологического изучения нижнего течения р. Иртыш свидетельствуют о существенной экологической роли пространственно-типологической структуры пойменно-руслового комплекса в формировании его биологического режима, повышенного биоразнообразия, количественного развития и продуктивности водных сообществ поймы.

Показано, что зоопланктон пойменных водоемов Нижнего Иртыша значимо отличается от сообществ граничащих экосистем реки и водоемов надпойменной террасы значительным фаунистическим разнообразием, высокой встречаемостью видов, тяготеющих к эвтрофным условиям среды, повышенной видовым богатством, удельным разнообразием, численностью и биомассой.

Продемонстрирована экологическая дифференциация пойменных водоемов относительно р. Иртыш и озер надпойменной террасы. Результаты кластерного анализа свидетельствуют о выраженной и значимой специфике пойменных водоемов в отношении видовой структуры зоопланктона в соответствии с ландшафтно-биотопическим градиентом пойменно-руслового комплекса Нижнего Иртыша.

Полученные результаты подчеркивают необходимость дальнейшего обстоятельного изучения экологической структуры и динамики сообществ зоопланктона поймы Нижнего Иртыша в контексте динамики развития половодий и режима затопления полыми водами (поемности) [4,5].

Список литературы

1. Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов / Под ред. проф. Ф.Д. Мордухай-Болтовского. М.: Наука, 1975. 240 с.

2. Суставов А.А. (RU) Программа расчета параметров количественного развития сообществ пресноводного зоопланктона // Свидетельство РОСПАТЕНТа об официальной регистрации программы для ЭВМ №2018665604 от 06.12.2018.
3. Андроникова И.Н. Изменения в сообществе зоопланктона в связи с процессом эвтрофирования // Эвтрофирование мезотрофного озера. Л.: Наука, 1980. С. 173–180.
4. Крылов А.В. Зоопланктон равнинных малых рек. М.: Наука, 2005. 263 с.
5. Крылов А.В., Жгарева Н.Н. Влияние поемности на летний зоопланктон малых озер // Известия РАН. Серия географическая. 2016. №1. С. 58-66.

УДК 628.31

ЦИНК В СТОЧНЫХ ВОДАХ И НЕОБХОДИМОСТЬ ЕГО ИЗВЛЕЧЕНИЯ ПЕРЕД СБРОСОМ

Федорова Ольга Анатольевна

Центр лабораторного анализа и технических измерений по Мурманской области, г. Мурманск, Россия, e-mail: Olga_Fiodorova@mail.ru

Аннотация. В статье приведены результаты исследования концентраций цинка в сточных водах населенных пунктов и промышленных предприятий Мурманской области, которые показали необходимость извлечения данного металла из сточных вод некоторых промышленных предприятий перед их выпуском в водные объекты рыбохозяйственного значения в соответствии с природоохранным законодательством. Далее приводится аналитический обзор о необходимости цинка для здоровья человека и наличии у населения цинкдефицитных состояний. Делается вывод о необходимости пересмотра природоохранных нормативов в сторону их увеличения.

Ключевые слова: цинк, сточные воды, цинкдефициентные состояния

ZINC IN THE WASTEWATER AND THE NEED FOR ITS EXTRACTION PRIOR TO DISCHARGE

Fedorova Olga Anatolievna

Center for laboratory analysis and technical measurements in Murmansk region, Murmansk, Russia, e-mail: Olga_Fiodorova@mail.ru

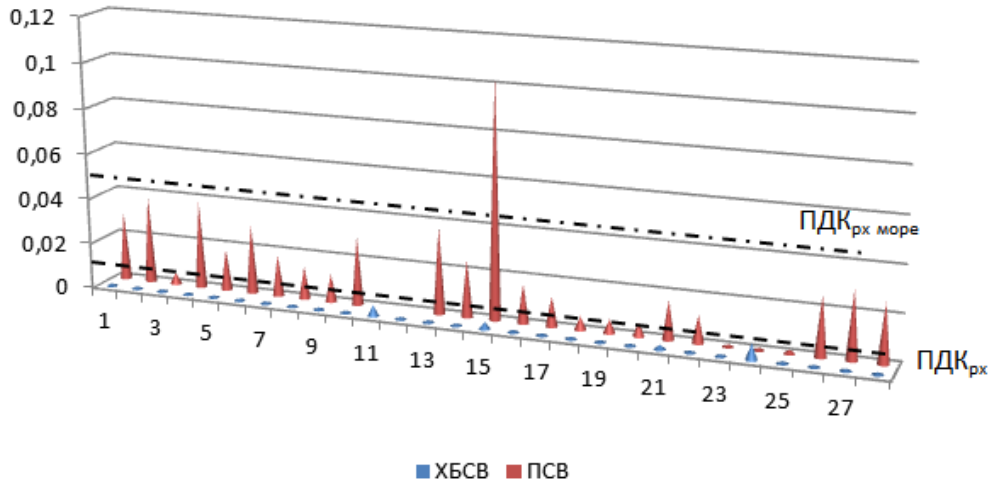
Abstract. The article presents the results of a study of zinc concentration in industrial and domestic wastewater of the Murmansk region which showed the need to extract this metal from wastewater of some industrial enterprises before their release into water bodies of fishery value in accordance with the Russian environmental legislation. The following is a review of the need for zinc for human health and the presence of zinc deficiency in the population. It is concluded that it is necessary to revise environmental standards in the direction of their increase.

Keywords. Zinc, wastewater, zinc deficiency

Немалое количество публикаций в области очистки сточных вод уделяется извлечению тяжелых металлов, к которым относят и цинк.

Методы дорогостоящие как по капитальным, так и по эксплуатационным затратам. Мурманская область является промышленно развитой, в связи с чем представляет интерес выявить присутствует ли цинк в сточных водах региона и в каких количествах.

Для определения цинка была выбрана методика ПНД Ф 14.1:2:4.139-98 [1]. Данная методика предусматривает пламенный атомно-абсорбционный метод определения массовых концентраций кобальта, никеля, меди, цинка, хрома, марганца, железа, серебра, кадмия и свинца в питьевых, природных и сточных водах. Данные результатов анализа сточных вод различного генезиса за 2012-2018 гг. были статистически обработаны и представлены на рисунке.



Фактические концентрации цинка в сточных водах населенных пунктов (ХБСВ) и промышленных предприятий (ПСВ) в сравнении с ПДК воды водных объектов рыбохозяйственного значения

В связи с конфиденциальностью информации названия предприятий не указываются. Промстоки большей своей частью содержат цинк в концентрациях, не превышающих ПДК в воде морских водных объектов рыбохозяйственного значения, но превышающих ПДК для пресноводных. В хозяйственно-бытовых сточных водах нет превышения ПДК и для пресноводных водных объектов. Таким образом, на основании природоохранного законодательства можно сделать вывод о необходимости очистки промышленных сточных вод от цинка при сбросе их в пресноводные водоемы и водотоки без учета их разбавления, очистка же хозяйственно-бытовых вод от рассматриваемого металла не требуется. Следует отметить, что данный вывод сделан только на основании имевшихся данных, вполне вероятно, что при ежедневном исследовании стоков на одном и том же выпуске или на входе на очистные сооружения картина может существенно измениться.

С другой стороны, известно, что цинк – один из важнейших элементов для всех форм жизни, включая человека. Тело взрослого человека содержит

около 2 г цинка. Необходимость и незаменимость цинка для Homo sapiens была установлена более 100 лет назад [2].

Роль цинка в жизнедеятельности организмов обусловлена, в основном, тем, что он входит в состав более 40 важных ферментов, которые катализируют гидролиз белков, пептидов, некоторых эфиров и альдегидов. Наибольшее внимание исследователей в этой области знаний привлекают два цинксодержащих фермента: карбоксипептидаза А и карбоангидраза [2]. Цинк участвует в углеводном обмене с помощью цинксодержащего гормона – инсулина. Только в присутствии цинка действует витамин А. Этот элемент необходим для формирования костей. [2], а также является антиксерофтальмическим фактором. Его недостаток приводит к остеопорозу и куриной слепоте.

Считается, что существует определенная связь между умственными и физическими способностями человека и содержанием цинка в его организме. Так, у хорошо успевающих студентов в волосах содержится больше цинка, чем у студентов отстающих. У больных ревматизмом и артритом наблюдается понижение уровня цинка в крови [2].

Снижение концентрации цинка в крови, тканях, миокарде больных атеросклерозом и его осложнениями отмечают одновременно со снижением активности связанных с ним ферментов. Включение в лечебный комплекс цинксодержащих препаратов в физиологических дозах способствует нормализации липидного обмена и повышению эффективности лечения больных атеросклерозом и ишемической болезни сердца [3]. Алиментарная недостаточность цинка характеризуется определенным набором симптомов (болезнь Прасада): карликовость, половое недоразвитие, нарушение нормального оволосения, атрофия яичек и предстательной железы. [3]

В дерматологии недостаток цинка ассоциирован с угревой сыпью, себореей, алопецией, повышенной потливостью, псориазом. Маркером дефицита цинка в организме человека можно считать появление лейконихий. Одно из наиболее выраженных цинкдефицитных состояний – энтеропатический акродерматит [4].

Детальное описание гомеостаза цинка у человека и др. млекопитающих приведено в статье В. М. Шейбак [5].

В медицине препараты цинка в виде его солей и оксида для лечения кожных и др. заболеваний используются давно и широко. Цинк обладает противовоспалительным, антиоксидантным, антимикробным, иммуномодулирующим и себосупрессивным свойствами. Традиционно препараты цинка применяются для лечения акне, себорейных дерматитов, пеленочных дерматитов и др. менее распространенных кожных заболеваний [6].

Рекомендуемая доза потребления цинка – 10-15 мг в сутки. Дефицит развивается при поступлении в организм 1 мг/день и менее, а порог токсичности составляет 600 мг/день [2]. Суточная потребность колеблется в диапазоне от 10 до 25 мг [4].

На сегодняшний день опасности развития цинкдефицитных состояний подвержены около 17-25 % жителей Земли. По данным Российского общества микроэлементологии, распространенность дефицита этого микроэлемента в России достаточно большая и достигает цифр в 30-90% в отдельных регионах страны [4].

Более детальное описание необходимости цинка в питании и источниках поступления цинка в организм человека дано в обзоре Е. В. Сальниковой [2]. В статье И.И. Шантырь и коллег приводятся неутешительные выводы о наличии дефицита цинка у жителей Санкт-Петербурга, сделанные на основании амбулаторного исследования 2457 человек [7]. По данным ученых, исследовавших наличие цинк-дефицитных состояний у коренного населения Арктики, сделан аналогичный вывод [8]. В. А. Исаев и др. относят к одной из возможных причин преждевременного старения недостаток микроэлементов, в т.ч. и цинк [9].

Ряд исследований в аспекте последующего влияния на здоровье человека посвящен определению концентраций цинка в сельскохозяйственных почвах и растениях. Авторы делают выводы о необходимости применения цинксодержащих удобрений при выращивании культур для дальнейшего их потребления человеком [10, 11].

Как известно, недостаток, равно как и избыток того или иного элемента, способен вызывать негативные процессы в любой живой системе (правило оптимума Либиха). Безусловно, данный постулат имеет отношение и к цинку. Цинковое отравление приводит к фиброзному перерождению поджелудочной железы. Постоянный избыток цинка в организме замедляет рост костей, нарушая их минерализацию. Повышенное содержание соединений цинка в крови приводит к ослаблению сухожильных рефлексов и прогрессирующей слабости. Отравление сульфатом цинка выглядит как ярко выраженное малокровие [12].

По данным, приведенным в [12], с продуктами питания в организм человека цинк поступает в количестве 20-30% от его суточной потребности. М. А. Казимов и Н. В. Алиева в результате своего исследования оценили дозовый риск от воздействия цинка для организма при поступлении в составе суточного рациона равным 0,58 (отсутствие риска) [13].

С другой стороны, в питьевой воде, согласно СанПиН 2.1.4.1074-2001, ПДК цинка составляет 5 мг/дм^3, рекомендации ВОЗ – 3 мг/дм^3 [14]. ПДК цинка в воде водных объектов рыбохозяйственного значения составляет 0,01 мг/дм^3 [15]. ПДК в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования (ГН 2.1.5.1315-03) составляет 1 мг/дм^3. При установлении для предприятия нормативов допустимых сбросов на уровне ПДК без учета разбавления получается, что концентрация цинка в сбрасываемых в водный объект стоках должна быть в 500 раз меньше, чем в питьевой воде.

Сопоставляя между собой исследования ученых в области медицины и нормы экологического законодательства приходится делать неутешительные выводы о безосновательности установления таких жестких природоохранных нормативов.

Список литературы

1. ПНД Ф 14.1:2:4.139-98. Количественный химический анализ вод. Методика измерений массовых концентраций кобальта, никеля, меди, цинка, хрома, марганца, железа, серебра, кадмия и свинца в пробах питьевых, природных и сточных вод методом атомно-абсорбционной спектрометрии. URL: http://docs.cntd.ru/document/898902520 (дата обращения: 11.04.2019).

2. Сальникова Е.В. Цинк – эссенциальный элемент (обзор) // Вестник ОГУ. 2012. №10 (146). С. 170-172.

3. Машанов А.В. Юшков Г. Г. Значение микроэлемента цинка для организма человека и исследование цинксодержащих препаратов в условиях экспериментально-биологического моделирования (обзор) // Вестник АГТА. 2009. № 1. С. 136-140.

4. Халиуллина С. В. Клиническое значение дефицита цинка в организме ребенка (обзор) // Вестник современной клинической медицины. 2013. Т. 6, вып. 3. С. 72-76.

5. Шейбак В. М. Биологическое значение и регуляция гомеостаза цинка у млекопитающих // Проблемы здоровья и экологии. С. 11-16.

6. Хлебникова А. Н., Петрунин Д. Д. Цинк, его биологическая роль и применение в дерматологии // Вестник дерматологии и венерологии. 2013. № 6. С. 100 – 116.

7. Шантырь И. И., Яковлева М. В., Власенко М. А. Цинк-дефицитные состояния жителей Санкт-Петербурга // Профилактическая и клиническая медицина. 2015. № 4 (57). С. 12-16.

8. Зорина Д. Ю., Бацевич В. А. Микроэлементный статус коренного населения Арктики (чукчи и эскимосы) по результатам анализа волос // Антропология. 2011. № 4. С. 105-111.

9. Исаев В. А., Симоненко С. В., Сергеев В. Н. Преждевременное старение и его профилактика // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2016. № 10. С 253 – 257.

10. Ткаченко А. В., Маковкина Д. В., Дробышева О. М. Элемент здоровья – цинк и его определение в различных компонентах // Журнал научных статей "Здоровье и образование в XXI веке". 2017. № 10. С. 264-266.

11. Роль элементного комплекса в процессе гомеостаза / Е. В. Будко [и др.] // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2018. № 4. С. 53 – 57.

12. Эльдерханова М. Л. Физиологическая роль цинка в процессе метаболизма // Наука и молодежь : всеросс.научно-практ.конф-ция; Грозный, 27-28 октября 2016 г. Грозный, Изд-во ФГБОУ ВО "ЧГУ", 2016. С. 54-57.

13. Казимов М. А., Алиева Н. В. Изучение и гигиеническая оценка риска для здоровья от присутствия тяжелых металлов в продуктах питания // Казанский медицинский журнал. 2014. № 5. С. 706 – 709.

14. Требования, предъявляемые к питьевой воде Всемирной организацией здравоохранения (ВОС). Нормативная база. URL : http://www.amac.md/Biblioteca/data/28/14/06/04.06.2.pdf (дата обращения: 11.11.2018).

15. Приказ Минсельхоза от 13 декабря 2016 г.№552. URL : http://rulaws.ru/acts/Prikaz-Minselhoza-Rossii-ot-13.12.2016-N-552 (дата обращения: 12.04.2019).

УДК 628.511.1+504.3.054

РОЛЬ ФИТОМОНИТОРИНГА В ВЫЯВЛЕНИИ ТЕХНОГЕННОГО И ПРИРОДНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЙ В ГОРОДСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ

Глинянова Ирина Юрьевна

Волгоградский государственный технический университет, Россия,
e-mail: ecoris@yandex.ru

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы изучения дисперсного и химического состава пылевых частиц (PM2.5, PM10) на листьях абрикосовых деревьев, а также химический анализ листьев абрикосовых деревьев. Прогнозируются экологическая ситуация в жилой зоне Среднеахтубинского район Волгоградской области и возможные источники загрязнения.

Ключевые слова: пылевые частицы, дисперсный анализ, химический состав, экологическая ситуация

ROLE OF PHYTOMONITORING IN THE IDENTIFICATION OF TECHNOLOGICAL AND NATURAL POLLUTION IN URBAN AGLOMERATION

Glinyanova Irina Urievna

Volgograd State Technical University, Russia,
e-mail: ecoris@yandex.ru

Abstract. The article discusses the study of the dispersed and chemical composition of dust particles (PM2.5, PM10) on the leaves of apricot trees, as well as chemical analysis of the leaves of apricot trees, the ecological situation in the residential zone of the Sredneakhtubinsky district of Volgograd region and possible sources of pollution are predicted.

Keywords: dust particles, dispersion analysis, chemical composition, environmental situation

Листья растений служат отличными мониторами для определения загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских территорий. Об этом свидетельствуют многочисленные исследования ученых из разных странах мира.

Так, Kaique Mesquita C, de Paula A. [и др.] используют растительные сообщества в биомониторинге загрязнения городской среды [1,2,3]. R. Popek, A. Lukowski, C. Bates [и др.], провели ряд исследований в пяти польских городах по изучению фракций мелкодисперсной пыли, тяжелых металлов и ПАУ на листьях растений *(Tilia cordata Mill)*. [4]. T. Zhang, Y. Bai, X. Hong [etc.] измеряли количество осажденной мелкодисперсной

пыли и тяжелых металлов на листьях растения *Euonymus japonicus* в г. Пекине (Китай) во время восточноазиатского муссона, отмечая, что растения могут эффективно использоваться в качестве биомониторов загрязнения окружающей среды [5]. G. Sgrigna, A. Saebo, S. Gawronski [etc.] изучали мелкодисперсную пыль разных фракций: от 0,2 до 2,5 мкм и от 2,5 до 10 мкм на листьях растения - *Quercus ilex*, в т.ч. и осаждение PM 2,5; PM 10 в четырех районах г. Терни (Италия). В данной работе были обнаружены изменения в осаждении мелкодисперсной пыли, которые коррелировали по мнению авторов «с расстоянием до основных дорог и положением по ветру относительно промышленной зоны» [6]. Так, Чернышенко О.В. исследовала листья городских деревьев и кустарников *(Populus balsamifera; Pópulus nígra; Symphoricarpos albus; Sambúcus nígra)* по интенсивности накопления на них пыли, однако дисперсность пыли автором не рассматривалась [7]. Агеева Е.А., Казанцева М.Н. производила оценку пылеудерживающей способности листьев деревьев и кустарников *(Sorbus sibirica, Cotoneaster melanocarpu* и др.) в г. Тюмени. Анализ полученных данных показал, что среднее количество пыли, осаждаемой листьями городских растений, существенно выше, чем в зеленой зоне города. Со стороны авторов дисперсность пыли не рассматривалась [7]. Аткина Л. И., Игнатова М.В. изучали количество пыли, задержанной листьями на деревьях *Malus baccata L., Sorbus aucuparia L., Acer negundo L., Crataegus sanguinea L.* в городских посадках г. Екатеринбурга, растущих вдоль магистрали, тем не менее диаметры пылевидных частиц ими не изучались также, на фракции пыль не разбивалась [8].

Объектом исследования в данной работе послужили листья абрикосовых деревьев *(Prúnus armeníaca)* из селитебной зоны Среднеахтубинского района Волгоградской области. Абрикосовые деревья *(Prúnus armeníaca)* – это массовый вид, который встречается в Волгоградской области повсеместно. Селитебная зона представляет собой малоэтажную жилую застройку, в т.ч объекты социального назначения: детский садик, школа-интернат, больница. В непосредственной близости от селитебной зоны находятся предприятия строительной индустрии (несколько заводов по производству керамзита), машиностроения.

Предметом исследования являлся дисперсный и химический состав пылевидных частиц на листьях абрикосовых деревьев *(Prúnus armeníaca)* в селитебной и условно чистой зоне (контрольная территория).

Цель работы – исследование экологической ситуации в городской агломерации (на примере селитебной зоны Среднеахтубинского района Волгоградской области) с позиции фитомониторинга.

Сбор материала для исследования проводился в конце июня 2018 г. после завершения интенсивного роста листьев. Образцы листьев отбирались на высоте 1,5–2 м. кроны (высота слоя воздуха, вдыхаемого человеком). Листья были взяты в 10 точках на различном расстоянии от

промышленной зоны: от 150 м до 800 м, в разных сторонах света, с разной ветровой нагрузкой. В каждой точке листья отбирались с одного абрикосового дерева *(Prúnus armeníaca*) по 10 шт., всего было собрано 100 шт. листьев. Листовые пластинки отбирались в 10-ти кратной повторности. Одновременно отбирались листья абрикосового дерева *(Prúnus armeníaca*) в условно чистой зоне (контроль) в СНТ «Орошенец» на берегу Варваровского водохранилища (Советский район г. Волгоград).

Все собранные листья по каждой пробе помещали в бумажные пакеты. На всех пакетах подписывали дату и время отбора материала, затем их доставляли в лабораторию, избегая встряхивания. Пыль с листьев одной пробы смывалась в химический стакан с дистиллированной водой. Полученная суспензия отфильтровывалась через середину фильтра АФА-ВП и высушивалась при температуре не более 30-40°С (естественная температура атмосферного воздуха летом в г. Волгограде и Волгоградской области). Высушенный фильтрат (пыль с листьев) размещали равномерно на предметное стекло, которое устанавливалось на оптический микроскоп. Каждая проба содержала смыв пыли с 10-15 листьев одного вида растения *(Prúnus armeníaca*). В каждой точке исследования было собрано не менее 1000 пылевидных частиц.

Выполнение измерений пылевидных частиц, обработка пыли, исследование дисперсного состава пыли производилось согласно п. 11-13 ГОСТа Р 56929-2016 [10] с помощью компьютерной программы «SPOTEXPLORER», позволяющей производить цифровую обработку черно-белых изображений в формате Windows Bitmap (*.bmp), по объему пылевидной частицы, рассчитывался ее эквивалентный диаметр, и определялось количество частиц различного размера [11]. По окончании сканирования фотографии, определялся дисперсный состав генеральной совокупности пыли. Результаты измерений оформляли в виде таблиц, на основе которых строились дифференциальные и интегральные функции распределения массы частиц по размерам, откладывая по оси абсцисс значения (десятичный логарифм эквивалентного диаметра частиц), а по оси ординат - плотность распределения частиц соответствующего размера в процентах. Таким образом, определялся не только дисперсный состав генеральной совокупности пыли, но и ее мелкодисперсной составляющей.

Химический анализ пылевидных частиц осуществлялся на растровом электронном микроскопе Versa 3D Dual Beam.

В результате проведенных исследований были обнаружены мелкодисперсные частицы: PM2.5, PM10, которые по своим значениям (Ndтч, %), (Ddч, %) значительно превышали данные по мелкодисперсной пыли в условно чистой зоне (контроль) в СНТ «Орошенец» (Советский район г. Волгоград), что создает определенные экологические риски для местных жителей.

Наиболее безопасной территорией в селитебной зоне является территория школы-интернат по ул. Воровского, Среднеахтубинсий район

Волгоградской области. На листьях абрикосовых деревьев, в основном, зафиксированы более тяжелые фракции, размером: 10-20, 20-40 мкм (рис.1), которые представляют меньшую угрозу для человека.

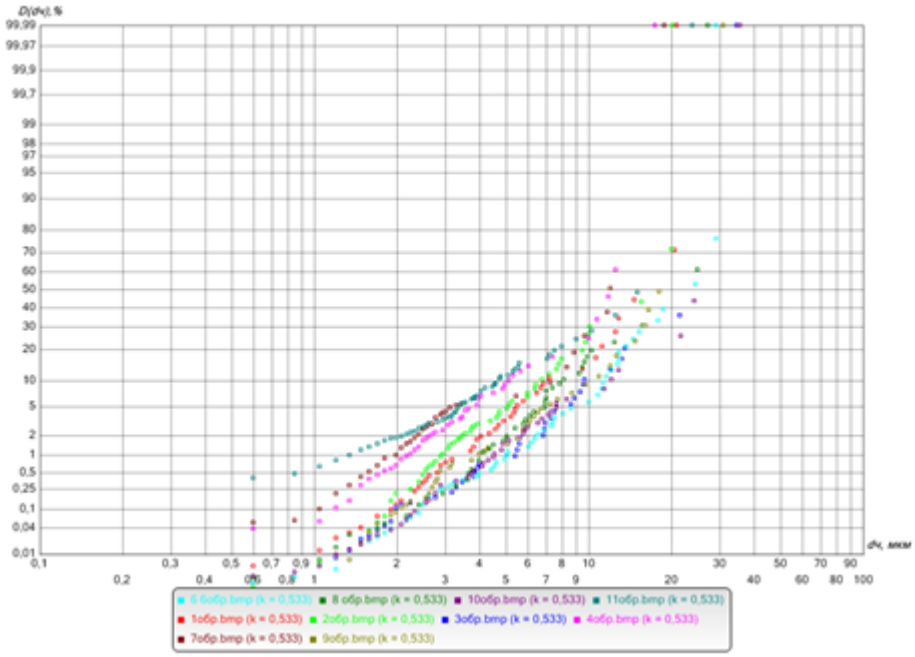


Рис.1. Интегральные кривые распределения массы частиц по эквивалентным диаметрам в вероятностно-логарифмической сетке для пыли отобранной в селитебной зоне по ул. Воровского (Среднеахтубинский район, Волгоградская область)

Наиболее неблагоприятной оказалась территория больницы по ул. Больничной (Среднеахтубинский район Волгоградской области). Это западная точка и расположена она ориентировочно в 660 м от промышленной зоны.

Как на рисунке 1, так и на рисунке 2 представлено 10 интегральных кривых, построенных в вероятностно-логарифмической сетке на основе 10 проб (1а-10а) пылевидных частиц, отобранных с листовых пластинок абрикосовых деревьев (*Prúnus armeníaca*), в которых содержалось не меньше 1000 шт. пылевидных частиц, изученных на оптическом микроскопе. По оси абсцисс (x) откладывался диаметр частиц (dч, мкм), по оси ординат (y) – массовая доля частиц (D(dч), %).

Данные исследований химического состава пылевидных частиц с листьев абрикосовых деревьев в селитебной зоне Среднеахтубинского района Волгоградской области на растровом электронном микроскопе Versa 3D Dual Beam свидетельствуют о том, что мелкодисперсная пыль (PM2.5, PM10) в этой селитебной зоне состоит, в основном, из C, O, Mg, Al, Si, Cl, K, Ca, P. В некоторых пробах на листьях абрикосовых деревьев (*Prúnus armeníaca*) зарегистрированы в небольших количествах пылевидные частицы с F (3,51%), Mo (0,36%), Fe (0,25-0,61%) (рис.1); S (0,07-0,55%), P (0,04-0,52%).

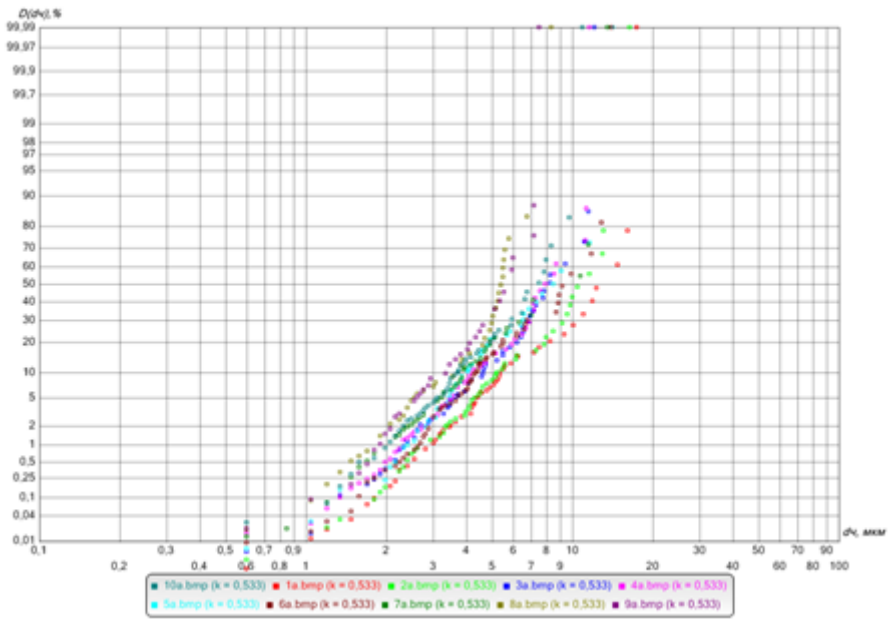


Рис. 2. Интегральные кривые распределения массы частиц по эквивалентным диаметрам в вероятностно-логарифмической сетке для пыли отобранной в селитебной зоне по ул. Больничная (Среднеахтубинский район, Волгоградская область)

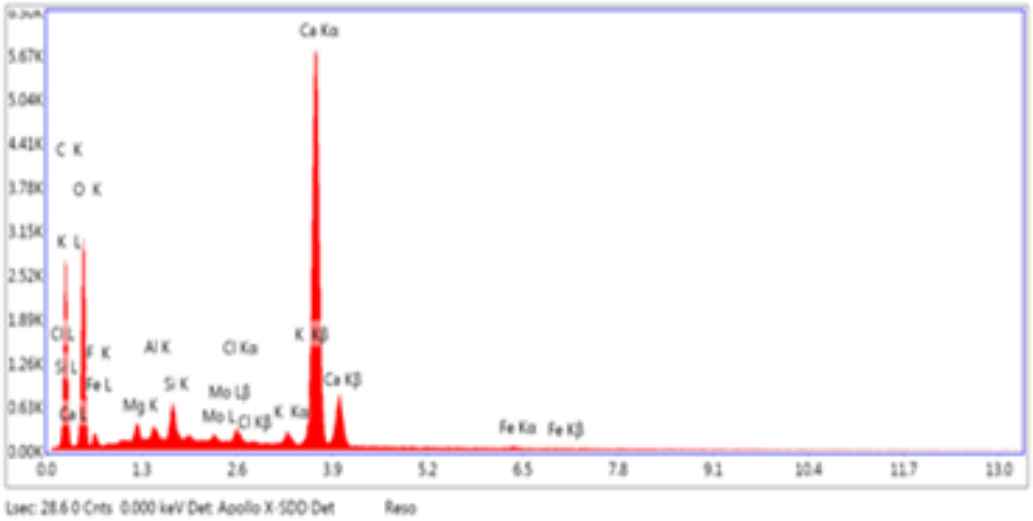


Рис.3. Химический состав пылевидных частиц на листьях абрикосовых деревьях *(Prúnus armeníaca)* в селитебной зоне с Fe, Mo, F

Выводы исследования: во всех образцах пылевидных частиц, собранных с листьев абрикосовых деревьев в селитебной зоне Среднеахтубинского района Волгоградской области обнаружена мелкодисперсная пыль (PM2.5,PM10). Наиболее благоприятной территорией является социальной объект – школа-интернат по ул. Воровского, неблагоприятная экологическая ситуация складывается на территории больницы по ул. Больничной. Проведенный дисперсный анализ пылевидных частиц с позиции случайных функций в перспективе позволит с достаточно высокой степенью точности прогнозировать запыленность атмосферного

воздуха городских агломераций в диапазоне среднемесячных и/или среднесезонных величин по сравнению с традиционным измерением концентрации мелкодисперсной пыли в атмосферном воздухе городской среды как максимально разовой или среднесуточной величины. Исходя из химического анализа пылевидных частиц техногенную нагрузку оказывают предприятия стройиндустрии (соединения Ca), а со стороны природного загрязнения, возможно - Mo, Ti, Fe и др. Дальнейший фитомониторинг данной территории позволит выявить реальную степень нагрузки, который исходит либо от техногенного или от природного загрязнений, для этого потребуется дальнейшие испытания химического состава листовых пластинок абрикосовых деревьев (*Prúnus armeníaca*) в сравнении с условно-чистой зоной.

Список литературы

1. Kaique Mesquita C, de Paula A. [etc.] Use of species of urban trees in environmental pollution biomonitoring// Ciencia florestal. 2017. V.27. issue:2. pp. 535-547.

2. Franzaring J., Mbaka, G. [etc.] Foliar nutrient and metal levels of crops in the Mount Cameroon area-reference values for plant nutrition and environmental monitoring// Environmental monitoring and assessment 2017. V.189. Issue:4.

3. Kapoor C., Bamniya B., Kapoor K. Efficient control of air pollution through plants, a cost-effective alternative: studies on Dalbergia sissoo Roxb// Environmental monitoring and assessment. 2013. V.185. Issue:9. pp. 7565-7580.

4. Popek R., Lukowski A., Bates C. [etc.] Accumulation of particulate matter, heavy metals, and polycyclic aromatic hydrocarbons on the leaves of Tilia cordata Mill. in five Polish cities with different levels of air pollution// International journal of phytoremediation.2017.V.19.Iissue: 12.pp. 1134-1141.

5. Zhang T., Bai Y., Hong X. [etc.] Particulate matter and heavy metal deposition on the leaves of Euonymus japonicus during the East Asian monsoon in Beijing, China// Plos one. 2017.V. 12. issue: 6. pp.1-16.

6. Sgrigna G., Saebo A., Gawronski S. [etc.] Particulate Matter deposition on Quercus ilex leaves in an industrial city of central Italy//Environmental pollution. 2015.V. 197. pp. 187-194.

7. Чернышенко О.В. Пылефильтрующая способность древесных растений //Лесной вестник. 2012. №3. С. 7-10.

8. Агеева Е.А., Казанцева М.Н. Оценка пылеудерживающей способности листьев деревьев и кустарников в насаждении г. Тюмени// Актуальные проблемы лесного хозяйства.2012. № 31.С. 88-91.

9. Аткина Л. И., Игнатова М. В. Особенности пылеудерживающей способности листьев Malus baccata L., Sorbus aucuparia L., Acer negundo L., Crataegus sanguinea L. в городских посадках Екатеринбурга// Леса России и хозяйство в них. 2014. Вып. 4 (51). С. 79-82.

10. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу. Исследования фракционного состава пыли оптическим методом при нормировании качества воздуха. М.: Стандартинформ. 2016. 15 с.

11. Азаров А.В., Азаров В.Н., Николенко Д.А., Азаров Д.В. Программный комплекс расчетных моделей для апроксимационного представления интегральных функций распределения массы частиц по диаметрам пыли в СКА Maple//Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2016616463 РФ

УДК 332.025.12

ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ СЕТЕЙ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ

Ревзин Станислав Рувимович

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., Россия, e-mail: revzin@inbox.ru

Аннотация. В статье исследованы экономические и экологические аспекты развития сетей мобильной связи, в том числе с учетом необходимости комплексного исследования отдаленных последствий воздействия электромагнитного излучения радиочастотного диапазона на человека и окружающую среду, а также регулирования этого воздействия посредством экономических и административно-правовых методов. Показано, что несмотря на существование разработанных экономических механизмов регулирования, в России в настоящее время сделан акцент на административные рычаги в рамках риск-ориентированного подхода, не дающего существенных стимулов сотовым операторам к экологическому инвестированию. Обоснована необходимость комплексного применения экономического и административного подходов в сочетании с просветительской работой по переводу риска от электромагнитного воздействия сетей мобильной связи из вынужденного в добровольный.

Ключевые слова: электромагнитное воздействие, электромагнитные поля, мобильная связь, экономические методы регулирования электромагнитного излучения.

ECOLOGICAL AND ECONOMIC ASPECTS OF MOBILE COMMUNICATION NETWORKS DEVELOPMENT

Revzin Stanislav Ruvimovich

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Russia, e-mail: revzin@inbox.ru

Abstract. The article examines the economic and environmental aspects of the development of mobile communication networks, including taking into account the need for a comprehensive study of the long-term effects of electromagnetic radiation of radio frequency band on humans and the environment, as well as regulating this impact through economic, administrative and legal methods. It is shown that, despite the existence of developed economic regulatory mechanisms, Russia currently focuses on administrative leverage in a risk-based approach that does not provide significant incentives for cellular operators to make environmental investments. The necessity of an integrated application of economic and administrative approaches in conjunction with educational work on the transfer of risk from the electromagnetic effects of mobile networks from forced to voluntary has been substantiated.

Keywords: electromagnetic influence, electromagnetic fields, mobile communication, economic methods of controlling electromagnetic radiation.

Результаты исследований влияния электромагнитного излучения (ЭМИ) мобильных устройств связи на человеческий организм не выявили

доказательств безопасности их использования на долгосрочную перспективу. По итогам анализа результатов исследований воздействия абонентских устройств мобильной связи, проведенных в различных странах, Международной комиссией по защите от неионизирующих излучений (МКЗНИ) сделан вывод, что имеющиеся данные не могут трактоваться однозначно, а последствия данных излучений могут проявиться через десятилетия. Существуют многочисленные исследования, связывающие увеличение риска возникновения онкологических заболеваний с воздействием ЭМИ, создаваемого абонентскими и базовыми станциями сотовой связи. Несомненно, задача изучения, предотвращения или минимизации электромагнитного воздействия оборудования и абонентских устройств сетей мобильной связи на окружающую среду и человека является актуальной, и ее решение затронет как отрасль связи, так и медицинскую отрасль. Решаться данная задача должна в эколого-экономическом и медико-социальном аспектах.

Блок экономических проблем замыкается на необходимости практически реализовать закрепленный законодательно принцип «загрязнитель платит». По сути, возникла необходимость разработки экономических инструментов регулирования электромагнитного воздействия РЧ-диапазона, стимулирующих, с одной стороны, инвестиции в природоохранные мероприятия из средств операторов мобильной связи, а с другой – позволяющих формировать источники финансирования просветительских мероприятий и программ, направленных на предупреждение потенциального ущерба от ЭМИ.

Существует несколько методических подходов к экономическому регулированию электромагнитного воздействия, в том числе разработанная автором [1]. В качестве базы платежей за электромагнитное воздействие предложена площадь селитебной территории, разделенная на три зоны риска (с уровнем, не превышающим рекомендуемые значения, с уровнем в пределах допустимых значений и с уровнем, превышающим допустимые значения ЭМИ). Расчеты площадей учитывают общий уровень мощности ЭМИ или суммарную напряженность ЭМП от всех источников. Эту информацию можно взять из санитарных паспортов базовых станций мобильной связи. Платежи должны рассчитываться отдельно за воздействие ЭМИ в рамках рекомендуемых нормативов, и с их превышением, исходя из использования базовой ставки платежа и повышающих коэффициентов (если в зоне риска превышен рекомендуемый уровень, то 5-кратный коэффициент, если превышен действующий норматив, то 25-кратный). Преимущество предложенного экономического инструмента заключается в том, что он отвечает следующим условиям: а) реализация принципа «загрязнитель платит» учитывает вклад каждого источника ЭМВ в общий

электромагнитный фон; б) разработанные нормативы соответствуют масштабу ЭМВ и его влиянию на здоровье населения; в) размер платежа пропорционален количеству населения в зоне риска; г) платежи, взимаемые по данной методике, смогут стимулировать предприятия к инвестициям в снижение ЭМВ, не вызывая негативных социально-экономических последствий.

В проведенных автором исследованиях было установлено, что внедрение экономических инструментов регулирования электромагнитного воздействия сетей мобильной связи на окружающую среду не окажет значительного негативного влияния на их показатели финансово-хозяйственной деятельности, т.к. финансовое положение операторов мобильной связи характеризуется как устойчиво стабильное [2]. Выявлена тесная корреляционная связь между количеством абонентов и доходностью операторов мобильной связи с коэффициентом эластичности 5,34%, что означает рост доходов операторов на 5,34% при увеличении увеличение числа пользователей на 1%.

Особое место в исследовании проблем развития сотовой связи занимает **экологический блок**. Мониторинг санитарных паспортов станций мобильной связи в Саратове позволил выявить тенденцию к снижению интенсивности электромагнитного воздействия на городской территории по мере увеличения плотности размещения базовых станций. Есть основания полагать, что подобная тенденция характерна для всех крупных населенных пунктов с большим количеством потенциальных пользователей мобильной связи, т.к. там издержки операторов окупаются быстро. В то же время, существует тенденция к увеличению электромагнитного воздействия внутри жилых помещений и на крышах зданий. Причина этого заключается в том, что увеличивается количество базовых станций, размещаемых на крышах общественных зданий, расположенных в населенных районах.

Инструменты, стимулирующим снижение ЭМВ сетей мобильной связи в местах длительного пребывания людей, могут быть экономические и административно-правовые. Экономическими могут выступить экологические платежи за ЭМИ. Особенно эффективными в плане улучшения электромагнитной обстановки они будут на территориях с низкой плотностью базовых станций сотовых операторов, из-за чего станции работают на максимальной мощности, негативно воздействуя на окружающую среду.

В России на практике не реализуются экономические подходы к эколого-экономическому регулированию развития сетей мобильной связи. На сегодняшний день используются лишь административные инструменты регулирования в рамках риск-ориентированного подхода, провозглашенного Постановлением Правительства РФ №806 [3]. Недостаток принятого

подхода состоит в том, что он не обеспечивает экономических стимулов сотовым операторам к экологическому инвестированию, т.к. в настоящее время их издержки напрямую не зависят от электромагнитной нагрузки, создаваемой их сетями.

Что касается излучения мобильных телефонов, то результаты исследований их воздействия не позволяют прогнозировать отдаленные неблагоприятные проявления для здоровья пользователей. Принятые в России и за рубежом нормативно-правовые акты, призванные регулировать воздействие ЭМИ РЧ-диапазона, создаваемого системами мобильной связи, не всегда отвечают сущности происходящих перемен и развития этой отрасли, а также по некоторым положениям спорны и противоречивы.

Российские СанПиН «Гигиенические требования к размещению и эксплуатации средств сухопутной подвижной радиосвязи» регламентируют максимальный уровень излучения абонентского мобильного устройства не более 100 мкВт/см^2, и это – самый жесткий норматив в мире для излучения сотовых телефонов [4]. Данный норматив научно обоснован целым рядом исследовательских работ, но надо также принимать во внимание концептуальную разницу в подходах к гигиеническому нормированию в России и за рубежом: у нас в качестве порогового уровня принимается такой, который не вызывает даже временных дисфункций организма, а также мобилизацию его защитных механизмов в ближайшем или отдаленном будущем. Российский норматив установлен, исходя из того, что человек будет пользоваться мобильным устройством радиочастотного диапазона ежедневно по часу на протяжении 50 лет. За рубежом же в процессе гигиенического нормирования принято устанавливать пороговое значение допустимого воздействия на уровне, который гарантировано и доказано вызывает негативные последствия, с которыми у гражданина будут высокие шансы выиграть судебный иск о возмещении нанесённого ущерба. Очевидно, что отечественные нормативы более гуманны с медицинской точки зрения, что признают и зарубежные специалисты. Этим обуславливается необходимость сближения гигиенических стандартов электромагнитной безопасности в области мобильной связи. И хотя использование мобильных телефонов не угрожает в краткосрочной перспективе здоровью пользователей, в долгосрочной перспективе это отсроченная угроза.

В условиях сложившейся научной неопределенности ВОЗ рекомендует использовать предупредительный принцип регулирования воздействия ЭМИ сотовой связи и максимально ограничить использование мобильных телефонов детьми и подростками до 16 лет. РНКЗНИ рекомендует населению ограничить продолжительность разговоров (продолжительность однократного разговора – 3 мин.), максимально

увеличивать период между двумя разговорами (минимально рекомендованный – 15 мин.) При равной общей продолжительности разговоров, для организма человека безопаснее несколько длинных разговоров, чем большое количество коротких, т.к. в момент вызова автоматическая регулировка мощности передатчика в телефоне выводит её на максимум для гарантированного обеспечения качественного соединения.

В снижении риска воздействия ЭМИ систем сотовой связи на пользователей и население в целом далеко не все зависит от операторов. К сожалению, вопросу восприятия гражданами рисков пользования мобильной связью и расширения сетей уделяется мало внимания. Между тем оценка возможного риска населением может значительно отличаться от его экспертной оценки, особенно в условиях существующей «научной неопределенности». Примером является то, что именно размещение базовых станций иногда вызывает конфликты населения с мобильными операторами, хотя вопросы гигиенической регламентации их воздействия сегодня не вызывают беспокойства у экспертов. Поэтому информационно-просветительская работа позволит людям осознавать степень риска, чтобы решить, в каком объеме им надо пользоваться мобильной связью, т.е. определить меру добровольного риска и минимизировать риск вынужденный.

Необходимо формирование государственной концепции электромагнитной безопасности, основанной на комплексном использовании экономических и административно-правовых инструментов регулирования сетей мобильной связи, и где не последняя роль будет уделяться проведению просветительской работы с населением, чтобы люди осознавали степень риска и на этой основе решали, в какой мере они хотят пользоваться услугами мобильной связи.

Список литературы

1. Ревзин С.Р., Щербаков В.А. Экономические методы защиты окружающей среды от техногенного электромагнитного воздействия // Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета – 2018. – № 1(70). – С. 61-65.

2. Ревзин С.Р. Эколого-экономическое регулирование электромагнитного воздействия на окружающую среду: дисс. … канд. экон. наук. СГАУ. – Саратов, 2006.

3. Постановление Правительства РФ от 17.08.2016 N 806 (ред. от 19.02.2018) «О применении риск-ориентированного подхода при организации отдельных видов государственного контроля (надзора) и внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации» [Электронный ресурс] Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_203819/ (дата обращения 30.04.2019).

4. Гигиенические требования к размещению и эксплуатации средств сухопутной подвижной радиосвязи. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.1.8/2.2.4.1190-03. – М.: ФЦ ГСЭН Минздрава России, 2003. – 27 с.

УДК 551.4.042 (476.5)

ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ МЕСТ ПРОЯВЛЕНИЯ ОПАСНЫХ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА ВИТЕБСКА

Торбенко Андрей Борисович, Байдаков Никита Владимирович, Галкин Александр Николаевич, Соколовский Евгений Валерьевич

Витебский государственный университет имени П.М. Машерова, Республика Беларусь
e-mail: torbenko_a@mail.ru, galkin-alexandr@yandex.ru

Аннотация. В статье рассматривается проблема проявления опасных инженерно-геоморфологических процессов на урбанизированных территориях. Дана краткая характеристика наиболее типичных для города Витебска процессов и проанализирована их приуроченность к тем или иным формам рельефа.

Ключевые слова: инженерно-геологические процессы, Витебск, плоскостная эрозия, оврагообразование, русловые процессы, оползневые процессы

INVENTORY OF PLACES OF MANIFESTATION OF HAZARDOUS ENGINEERING AND GEOMORPHOLOGICAL PROCESSES IN THE TERRITORY OF THE CITY OF VITEBSK

Torbenko Andrey Borisovich, Baidakov Nikita Vladimirovich, Galkin Alexander Nikolaevich, Sokolovsky Evgeny Valerievich

Vitebsk State University named after PM. Masherova, Belorussia
e-mail: torbenko_a@mail.ru, galkin-alexandr@yandex.ru

The article deals with the problem of manifestation of hazardous engineering and geomorphological processes in urbanized areas. A brief description of the most typical processes for the city of Vitebsk is given and their association with one form of relief or another is analyzed.

Geotechnical processes, Vitebsk, plane erosion, gullying, river bed processes, landslide processes

Инженерно-геологические процессы – один из наиболее динамичных факторов преобразования земной поверхности, который существенно влияет как на геологическую среду, так и хозяйственную деятельность человека: на состояние инженерных сооружений и прочих хозяйственных объектов, экосистем, а также на саму жизнедеятельность людей. Инженерно-геоморфологические процессы являются аналогами природных естественных процессов. Для них характерен быстрый темп развития, меньшая площадь распространения. Также от естественных они отличаются большей интенсивностью и меньшей степенью изученности. Проявление этих процессов обусловлено целым рядом техногенных факторов. К ним

относятся: преобразование условий поверхностного стока, земной поверхности, изменение давления, температурного режима, гидравлического градиента и т.д. Для территории города Витебска характерен целый комплекс инженерно-геоморфологических процессов и созданных ими явлений. Этот комплекс достаточно обширен и специфичен. Он включает в себя эрозионные процессы, суффозию, оползни, крип, морозное пучение и другие процессы.

В данной работе мы ставили перед собой целью изучение мест проявления опасных инженерно-геоморфологических процессов на территории г. Витебска. Использовались карты генерального плана города, материалы градостроительных организаций, общедоступные сетевые ресурсы в сервисах Яндекс, Гугл. Для отслеживания динамики процессов использовались также топографические карты советского периода и более ранних лет. Основное внимание было уделено процессам, которые протекают в районах Гапеевского ручья, протекающего по Московскому проспекту и по ул. Правды, ручья Дунай по проспекту Фрунзе, долины реки Витьба, улиц Офицерская, 6-ая Стадионная, Садовая, Шрадера, проспекта Генерала Людникова и др. В настоящее время выявлено более 150 мест проявления опасных инженерно-геоморфологических процессов.

Витебск – город на северо-востоке Белоруссии, занимает площадь 124 км². Население составляет 377 тыс. человек. В тектоническом отношении территория города и его окрестностей приурочена к Витебской мульде Оршанской впадины. Осадочную толщу слагают рифейские, вендские, средне- и верхнедевонские, четвертичные породы. Мощность четвертичных отложений составляет 40–120 метров. В плейстоцене территория Витебска 4 раза покрывалась ледником.

Витебск находится на холмистой местности, в западной части Витебской возвышенности. Территория прорезана оврагами, глубина которых в среднем составляет 10–12 м, местами достигает 40 м. Самые известные положительные формы рельеф - Духовская гора, Успенская гора, Юрьева горка, Замковая гора и др.

Климат города умеренно-континентальный с четко выраженной сезонностью. Господствуют ветры западных румбов, характерна интенсивная циклоническая деятельность, вызывающая оттепели и перепады температур. Среднемесячные температуры изменяются от –8°С в январе до +17,8°С летом. Осадки распределены по всем сезонам при явном максимуме в летний период.

Среди почв преобладают дерново-подзолистые, также встречаются дерновые заболоченные, дерново-подзолистые заболоченные, местами и дерново-карбонатные почвы. По механическому составу почвы суглинистые, супесчаные, встречаются местами глинистые.

В пределах Витебска и его окрестностей протекают р. Западная Двина и ее притоки: Лучоса и Витьба – левые притоки, которые впадают в черте города, густота речной сети составляет 0,45 км/км^2. По водному режиму

реки равнинные. По режиму питания преобладает снеговое. В окрестностях города расположено 12 крупных озер.

Среди комплекса опасных инженерно-геоморфологических процессов на территории Витебска своей масштабностью и интенсивностью выделяются *эрозионные*, которые проявляются в виде плоскостного смыва, оврагообразования и русловых процессов.

Плоскостная эрозия выражена в левобережной части Витебска, которая характеризуется холмистым рельефом, значительным перепадом высот – до 80 м, часто оголенными, незадернованными склонами, сложенными пылеватыми суглинистыми и супесчаными грунтами.

Активному развитию плоскостного смыва в городе часто подвержены и техногенные сооружения – дорожные насыпи, отвалы и др.

Оврагообразование в городе приурочено преимущественно к склонам речных долин Западной Двины и ее притоков: Витьбы и Лучосы, а также крупных овражно-балочных систем Дунай и Гапеевский.

Русловые процессы, представленные преимущественно боковой эрозией, характерны для всех постоянных водотоков в Витебске. В долинах рек в пределах городской черты эрозионные процессы имеют ограниченное распространение, поскольку речные берега в своем большинстве защищены от размыва. Интенсивно русловые процессы протекают в балочных системах Дунай и Гапеевский.

Распространенным и опасным процессом в городе является *суффозия*. Развивается она в неоднородных по гранулометрическому составу грунтах с размером пор, достаточным для передвижения тонкодисперсных частиц, при значительном градиенте напора фильтрационного потока и наличии условий для разгрузки. Суффозию можно наблюдать на склонах берегов рек и оврагов – в местах выхода на поверхность подземных вод. Особенно широко данный процесс проявляется на склонах оврага Гапеевский в районах Московского проспекта и улицы Правды. Нередко причиной суффозии в городе является хозяйственная деятельность человека. Причем техногенная суффозия по своей интенсивности часто превосходит природную. Утечки из водонесущих коммуникаций, вскрытие водоносных горизонтов выработками, работа дренажных систем способствуют активному развитию суффозионных процессов. Очень быстро образуются суффозионные провалы при авариях водопроводных и канализационных систем.

Активно в городе проявляются *склоновые процессы*. Наиболее опасными среди них являются *оползни*, которые приносят значительный ущерб. Эти процессы в Витебске отличаются многообразием генезиса и форм проявления. В пределах города можно встретить оползни срезания, выдавливания, потоки, а также суффозионные.

Оползни срезания образуются на относительно высоких и крутых (30° и более) склонах, сложенных моренными и флювиогляциальными отложениями.

Оползни выдавливания нередко формируются на склонах крупных оврагов и балок в результате отседания и смещения блоков плотных однородных или слоистых пород вследствие вязкопластического течения подстилающего относительно слабого пласта и его выдавливания под весом перекрывающей толщи.

Оползни-потоки наиболее встречающийся тип оползней на территории города. Сложены они водонасыщенными глинистыми, пылеватыми и обломочно-глинистыми массами. Возникают при увлажнении образующих их пород дождевыми, снеговыми, подземными или хозяйственными водами. Необходимыми условиями для формирования данных оползней являются: склон крутизной 12-15°, наличие постоянно пополняющегося источника рыхлого материала и его обводнение.

Суффозионные оползни часто возникают в глубоких оврагах, дренирующих подземные воды (овраги Гапеевский и Дунай), и представляют собой смещение продуктов обрушения суффозионных ниш, сложенных однородными или слоистыми породами.

Широкое развитие на склонах речных долин и оврагов в городе получил *крип* – медленное смещение дезинтегрированных рыхлых отложений вниз по склону вследствие периодического изменения термического режима и увлажнения. В подобное перемещение вовлекается слой покровных отложений мощностью около 0,5 м. В результате смещения материала образуются ступенеобразные террасы. По данным наблюдений скорости смещения материала на склонах в городе составляют от 2 до 4 мм/год, в отдельные годы этот показатель может превышать 4 мм.

Довольно активно на территории Витебска протекают процессы, непосредственно связанные с объектами городской инфраструктуры, среди которых определенный интерес представляет *морозное пучение*. Происходит оно за счет объемных деформаций водонасыщенных глинистых, пылеватых и мелкопесчаных грунтов при их замерзании и проявляется главным образом в виде деформаций тротуарных плиток и асфальтового покрытия, а также «легких» зданий и сооружений. Его можно часто наблюдать на улицах Ленина, Правды, проспектах Победы, Строителей и др.

В заключение отметим, что степень изученности экзогенных инженерно-геоморфологических процессов в Витебске недостаточно высока и весьма неравномерна. Постановка работ по оценке их проявления носит, как правило, эпизодический характер. Тем не менее, результаты авторских исследований свидетельствуют о том, что рассматриваемая проблема для Витебска актуальна и требует дальнейшего изучения данных процессов, их негативного влияния на состояние окружающей среды и, как следствие, всей инфраструктуры города.

УДК 551.464:631.86/.87(470.26)(06)

РЕЗУЛЬТАТЫ ГИДРОХИМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ПРУДА У СТАДИОНА ПИОНЕР (Г. КАЛИНИНГРАД) С ОКТЯБРЯ 2018 ПО АПРЕЛЬ 2019 ГОДА

Цупикова Надежда Александровна, Сакович Виктория Геннадиевна

Калининградский государственный технический университет, Россия,
e-mail: tsoupikova@klgtu.ru, viktorias8899@gmail.com

В работе представлены данные гидрохимического мониторинга пруда у стадиона «Пионер», проводившийся в период с октября 2018 по апрель 2019 года. Изучение качества воды в водоёме по основным гидрохимическим показателям показали, что пруд можно оценить как загрязненный, бетамезосапробный.

Ключевые слова: гидрохимический мониторинг, растворенный кислород, перманганатная окисляемость, биогены, качество вод.

RESULTS OF HYDROCHEMICAL MONITORING OF THE POND NEAR THE PIONEER STADIUM (KALININGRAD) FROM OCTOBER 2018 TO APRIL 2019

Tsoupikova Nadezhda Aleksandrovna, Sakovich Victoria Gennadievna

Kaliningrad State Technical University, Russia,
e-mail: tsoupikova@klgtu.ru, viktorias8899@gmail.com

Abstract. The paper presents the results of hydrochemical monitoring of the pond at the Pioneer stadium, conducted from October 2018 to April 2019. Studies of the water quality in the water body based on the main hydrochemical indicators have shown that the pond can be estimated as polluted, betamesosaprobic.

Keywords: hydrochemical monitoring, dissolved oxygen, permanganate value, nutrients, water quality.

Пруд у стадиона «Пионер», располагающийся в Центральном районе г. Калининграда, уже более 20 лет является бесхозным. Этот водоём даже не имеет официального названия [1]. Его заросшие дикой растительностью и замусоренные берега отпугивают горожан. Однако при условии его очистки и облагораживании прилегающей территории этот пруд может вновь стать привлекательным объектом рекреации для местных жителей и гостей города.

Целью данной работы является оценка качества вод пруда у стадиона «Пионер» на основе гидрохимических исследований. В работе представлены результаты мониторинга, осредненные по трем станциям (станции расположены вдоль оси проточности пруда), за период с октября 2018 по апрель 2019 года. В качестве основных гидрохимических показателей были выбраны концентрации биогенных веществ,

содержание растворенного кислорода и величина перманганатной окисляемости. Отбор проб производился с прибрежного поверхностного горизонта.

Пруд был сооружен путем постройки плотины на ручье Воздушном и представляет собой каскад из двух водоёмов (мониторинг проводится в большем по размеру). Его длина составляет более 250 м, наибольшая ширина – около 85 м, средняя ширина – примерно 67 м, а длина береговой линии – более 650 м [1].

Кислородные условия водоёма характеризовались недосыщением на протяжении почти всего периода наблюдения (рис. 1). В октябре и ноябре отмечался острый дефицит кислорода (24 и 25 % соответственно), при этом абсолютные концентрации кислорода также были очень низкими (менее 4 мг/л). Вследствие теплой зимы 2019 г. (средняя температура воздуха в феврале составила 2,7 °С) фотосинтез, видимо, начался очень рано и уже в феврале содержание кислорода составило более чем 9 мг/л, а к апрелю достигло 14,2 мг/л (наблюдалось перенасыщение).

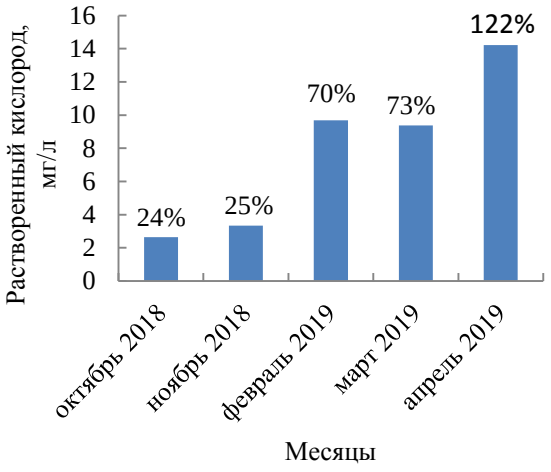


Рис. 1. Растворенный кислород

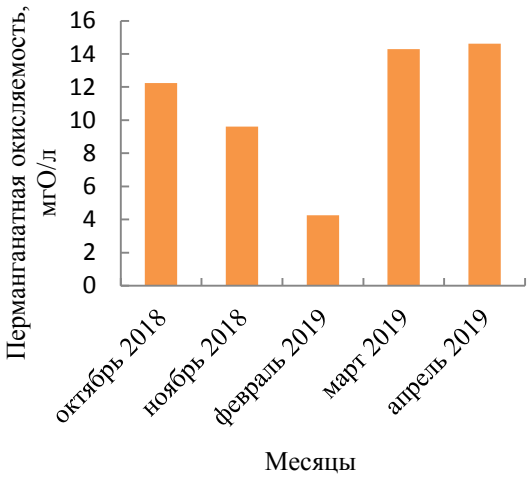


Рис. 2. Перманганатная окисляемость

Перманганатная окисляемость воды исследуемого пруда, в соответствии с классификацией О. А. Алекина [2], изменялась от повышенной в осенние и весенние месяцы до малой в феврале (рис. 2), что в целом близко к нормальному сезонному ходу. Быстрый рост окисляемости в марте-апреле до 14,3-14,6 мгО/л подтверждает факт раннего усиления интенсивности фотосинтеза, который уже в марте привел к накоплению в водоеме значительных объемов органических веществ.

Воды исследуемого пруда богаты биогенами. Их концентрации практически всегда превышают рыбохозяйственные нормативы в 3-6 и более раз. Для водоёма характерно постоянно высокое содержание общего железа. Его максимальное значение наблюдалось в апреле –

приблизительно 0,63 мгFe/л (рис. 3) и, вероятно, связано с усилением роли подземного питания в результате довольно длительного периода засушливой погоды (за две декады апреля, предшествовавшие отбору проб, атмосферных осадков в г. Калининграде вообще не наблюдалось).

Содержание фосфатов и соединений азота было подвержено большим колебаниям (рис. 4-5). Концентрация фосфора фосфатов, в основном, соответствовала нормативам для эвтрофных водоёмов. Она закономерно уменьшалась от максимального значения в октябре (0,22 мгР/л), по окончании вегетационного периода, достигнув минимального в феврале-марте (0,03 мгР/л), и затем стало вновь повышаться в апреле.

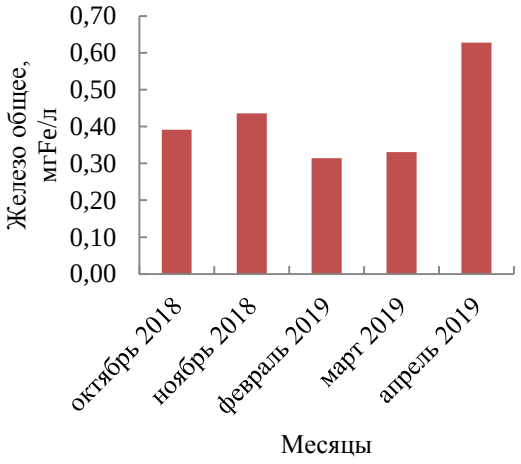


Рис. 3. Общее железо

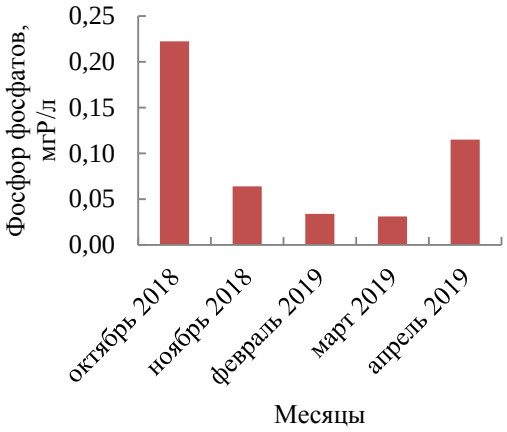
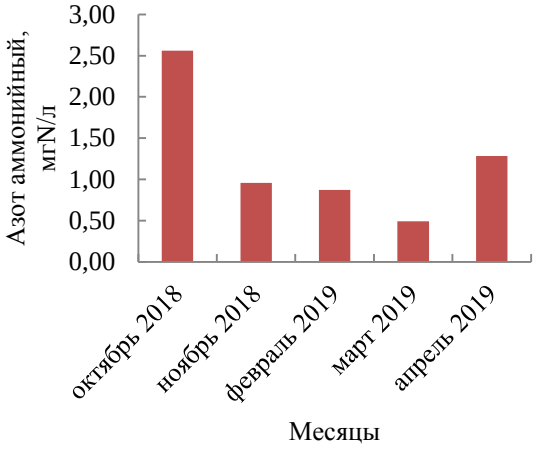
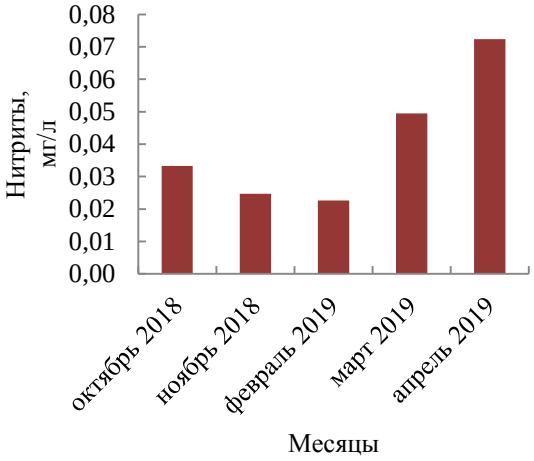


Рис. 4. Фосфор фосфатов

Вследствие поступления в пруд различных стоков, а также уже загрязненных биогенными веществами вод ручья Воздушного (часть его русла пролегает через садовые товарищества), в его водах наблюдается высокое содержание соединений азота, также превышающее ПДК на протяжении всего периода наблюдений (до 6ПДК в октябре по аммоний-иону и до 4ПДК в апреле по нитритам) (рис. 5).



Азот аммонийный



Нитриты

Рис. 5. Соединения азота

Оценка сапробности пруда у стадиона «Пионер» согласно ГОСТ 17.1.2.04-77 [3] показала, что по большинству показателей его можно отнести к бетамезосапробным водоёмам, но по концентрации азота аммонийного и в связи с острым дефицитом кислорода осенью данный пруд относится к полисапробным. Его воды характеризуются в целом как весьма загрязненные. Биогенная нагрузка на пруд, способствующая его усиленному эвтрофированию, особенно возрастает в теплое время года. Низкое качество вод пруда может вызвать трудности при осуществлении дальнейших планов по его благоустройству.

Список литературы

1. Цупикова, Н. А. Оценка экологического состояния пруда у стадиона «Пионер» (г. Калининград) в 2017 г. / Н. А. Цупикова, О. С. Бугранова, Е. Н. Блоцкая // VI Международный Балтийский морской форум: сб. тр. науч.-практич. конф. – Калининград: ФГБОУ ВО КГТУ, 2018. – Вып. 6. – С. 348-356.
2. Алекин, О. А. Основы гидрохимии. Л.: Гидрометеоиздат, 1978. – 443 с.
3. ГОСТ 17.1.2.04-77 Охрана природы (ССОП). Гидросфера. Показатели состояния и правила таксации рыбохозяйственных водных объектов // Сб. ГОСТов. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2000. – С.51-62.

УДК 332.1:912(574)

ДИНАМИКА СЕТИ ГОРОДСКИХ ПОСЕЛЕНИЙ В ЭВОЛЮЦИОННОЙ УРБАНИСТИКЕ (НА ПРИМЕРЕ КАЗАХСТАНА ЗА ВРЕМЕННОЙ ИНТЕРВАЛ XX – НАЧАЛА XXI ВЕКА)

Яшков Иван Александрович, Шардаков Алибек Какимуллович

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., e-mail: yashkovia@mail.ru, shardakov.alibek@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрено применение картографического метода в изучении эволюции сети городских поселений Казахстана, на территорию которого впервые построена серия тематических карт, источником информации для которых являются данные Всесоюзных переписей населения и национальных переписей Казахстана за 1926-2009 годы, географических словарей, Большой советской энциклопедии, разновременных топографических карт и картографического сервиса Google Maps. Вышеуказанные источники позволили сформировать базы данных, по которым в специализированной картографической программе выполнены все построения.

Ключевые слова: эволюционная урбанистика, геоэкология, Казахстан, картографическое моделирование

DYNAMICS OF THE NETWORK OF URBAN SETTLEMENTS IN EVOLUTIONARY URBANISTICS (BY THE EXAMPLE OF KAZAKHSTAN FOR THE TIME INTERVAL XX - THE BEGINNING OF THE XXI CENTURY)

Yashkov Ivan Aleksandrovich, Shardakov Alibek Kakimulovich

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Russia,
e-mail: yashkovia@mail.ru, shardakov.alibek@mail.ru

Abstract. The article describes the application of the cartographic method in the study of the evolution of the network of urban settlements of Kazakhstan, where the first built a series of thematic maps, sources of information for whom are the data of the all-Union population census and the national census of Kazakhstan for the years 1926-2009, geographic dictionaries, the Great Soviet encyclopedia, multi-temporal topographic maps and Google Maps service. The above sources allowed us to form a database on which a specialized mapping program is made all the formations. Cards on the territory of Kazakhstan was built in chetyrehkantnomu format - in English, Russian, German and Kazakh languages.

Keywords: evolutionary urbanistics, geoecology, Kazakhstan, cartographic modeling

В современной урбанистике как мультимеждисциплинарном научном знании, выполняются исследования широкого спектра городских проблем. Одним из таких актуальных направлений является комплексный анализ сложных геополитических, социально-экономических, геоэколого-исторических, демографических и миграционных процессов эволюции сети городских поселений [1].

Отдельное внимание авторов привлекла возможность применения картографического метода к построению специальных эколого-исторических карт на конкретные городские территории, где проявляются наиболее показательные процессы трансформации городской среды.

Применение картографического метода позволило визуализировать сложную динамику сети городских поселений Казахстана - медленный рост числа городских поселений в довоенный период, масштабный скачок в появлении на карте Казахской ССР городских поселений в послевоенное и доперестроечное время, вызванное процессами индустриализации и химизации экономики советской республики, и, на рубеже XX-XXI века - спад общего количества городских поселений, обусловленный сложными внутренними процессами в суверенном Казахстане.

Серия тематических карт, отражает эволюцию сети городских поселений территории Казахстана и охватывает исторический период с 1926-2009 год. Такой широкий временной диапазон позволяет, по нашему мнению, подойти к пониманию предпосылок серьезной трансформации сети городских поселений Казахстана на рубеже XX-XXI веков[2].

В ходе исследований был проведен анализ данных Всесоюзных переписей за 1926, 1939, 1959, 1970, 1979, 1989 гг. и Национальных переписей Казахстана за 1999 и 2009 гг. [3]. Представляем фрагмент сводной таблицы данных (2009г.) для создания разновременных карт (рисунок 1).

№	Название поселения	Широта	Долгота	Численность населения	Административный статус
255	г.Астана	51.1770979	71.4433543	613006	0
1	г.Алматы	43.2168818	76.6639769	1365632	255
162	г.Кокшетау	53.2988726	69.3404226	135106	255
163	п.Станционный	53.3546978	69.4697284	2249	162
300	г.Степногорск	52.348147	71.891098	46712	162
271	п.Аксу	52.467066	71.973586	3779	162
272	п.Бестобе	52.497250	73.0964778	6201	162
301	п.Заводской	52.466115	72.012776	3504	162
304	п.Шантобе	52.456189	68.181624	4214	162
259	г.Акколь	53.515319	69.4845337	14217	162

Рис. 1. Пример статистических источников: Население Республики Казахстан, 2009г.

Комплексирование методов обработки статистической информации и картографического метода позволили впервые для территории бывшей Казахской ССР и современного Казахстана получить серию тематических карт, демонстрирующих эволюцию сети городских поселений Казахстана за 1926 - 2016 годы, трансформацию некоторых конкретных городов, выбранных нами в качестве модельных [4].

Ключевым методом исследования являлся картографический, включающий ряд основных этапов подготовки тематических карт. Рассмотрим их последовательно.

1. Сбор ключевых данных. Включает в себя определение географических координат городских поселений. Для этих целей использовались разновременные географические и топографические карты на бумажных носителях в масштабах 1:500 000, 1:200 000, 1:100 000, а также электронные ресурсы Google карты, Яндекс карты и др.

2. Приведение географических координат населенных пунктов, полученных из разных источников, в единую систему координат. Координаты населенных пунктов, полученные из разных источников, были соответственно в нескольких системах координат: WGS-84-GD; СК-42-GD, СК-42 (проекция Гаусса, эллипсоид Крассовского). Для дальнейшей обработки данных все координаты переводились в государственную систему координат СК-42. Процедура конвертации координат в единую систему была выполнена в ПО CREDO Транскор.

3. Выбор проекции для построения карт. Так как территория Казахстана имеет значительную площадь и протяженность с запада на восток, был выполнен анализ табличных данных с учетом зональности прямоугольных координат. Известно, что территориально Казахстан расположен в зонах от №8 до №15. Зона №12 была выбрана центральной для дальнейшего построения карты.

4. Вынос населенных пунктов по координатам на выбранную нами проекцию. Процедура выноса населенных пунктов выполнялась в ПО CREDO ЛИНЕЙНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ. Был создан «Новый набор проектов» где для каждой зоны был создан свой проект. Последовательно в каждый проект

заносились данные из таблиц населенных пунктов в соответствии с выбранной зоной. Для дальнейшего сведения всех полученных проектов в единое целое создавались смежные точки для совмещения. Такими точками были выбраны населенные пункты расположенные близко к границам зон и несколько точек на самой границе каждой зоны.

Следующим шагом выполнялось преобразование координат проектов по совмещенным точкам и методом «интерактивно».

В результате последовательных манипуляций все проекты были сведены в единый проект с центром в зоне №12 .

5. Нанесение на карты гидрографическиех объектов, государственных и административных границ. Гидрографические объекты, границы государственные и административные создавались в отдельном проекте. Использовались в качестве растровых подложек географические и топографические карты.

Опорные точки при выполнении операции «Трансформация», создавались в координатах сводного набора проектов из ПО CREDO ЛИНЕЙНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ. Для этого тщательным образом выбирались характерные опознаки на картах, используемых в качестве подложек и в наборе проектов. Помимо опознаков, в качестве контрольных точек совмещения в «Набор проектов» были добавлены по координатам характерные изгибы государственных и административных границ, рек, контуров морей и озер. С помощью таких инструментов как «построение графической маски сплайном», «построение графической маски созданием элементов», «построение региона сплайном по точкам» и т.д. были отрисованы границы, реки, моря, озера.По завершении работы в «Наборе проектов» была проведена выборочная проверка «во вторую руку» правильности выноса объектов местности в проект карты.

6. Создание чертежных моделей. Создание чертежа начиналось с выбора его масштаба. В нашем случае был выбран масштаб 1:500 000. Дальнейшая чертежная работа выполнялась в «Чертежной модели». Населенные пункты обозначались пунсонами с диаметром удобным для чтения чертежа, увеличены толщины графических масок, озера и моря отображены на чертеже регионами с соответствующей объекту цветовой заливкой. В дальнейшем чертеж был экспортирован в формат *dxf для продолжения работы с ним в ПО CorelDRAW.

7. Окончательное графическое оформление в ПО CorelDRAW и подготовка карт к печати. Окончательное графическое оформление заключалось в следующем: создание условных обозначений; построение масштабной шкалы; создание дополнительных текстовых надписей. В подготовку к печати входило выбор формата для печати, необходимые манипуляции с текстом и дополнительными элементами в оформления карты. Далее представлен фрагмент синтетической карты (рисунок 2) [5].

Таким образом, для сети поселений Казахской ССР/Казахстана с применением картографического метода построена серия карт, отражающая эволюцию сети поселений.

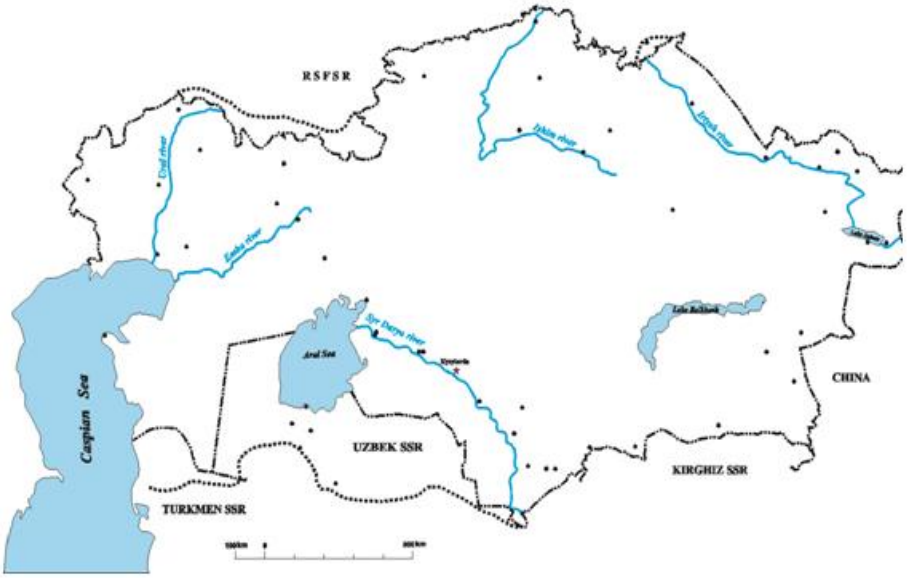


Рис. 2. Сеть городских поселений Казакской АССР на 1926 год

Сводные таблицы, разновременные и синтетические карты представлены в коллективной монографии «Эволюционная урбанистика Казахстана XX и XXI веков: картографическое и сетевое моделирование, социально-демографическая динамика, экологическая история» и Урбанистический атлас Казахстана. Динамика сети поселений в XX-XXI веках [6;7].

Источником информации для карт являются данные Всесоюзных переписей населения и национальных переписей Казахстана за 1926-2009 годы, географических словарей, Большой советской энциклопедии, разновременных топографических карт и картографического сервиса Google Maps.

Список литературы

1. Saymov Y., Ivanov A., Gabdullin R., Yashkov I.,Mifsud J., Vashenik A., Roh S. A city in the globalizing world. – Hong Kong-Moscow: «Global Publication Company» and « Moscow University Publishing House». 2016. 304p.

2. Всесоюзная перепись населения 1926 года. Т. 8. Казакская АССР. Киргизская АССР: народность, родной язык, возраст, грамотность. – М.: ЦСУ СССР. 1928.

3. Демографический электронный журнал «Демоскоп Weekly». Электронный ресурс: http://demoscope.ru

4. Население Республики Казахстан. Итоги Национальной переписи населения Республики Казахстан 2009 года. Том 1. Статистический сборник / под ред. А.А. Смаилова. – Астана. 2011. 242 с.

5. Яшков И.А., Иванов А.В., Кусков А.С., Баранов В.А. «Мертвые города в геоэкологическом и культурном пространстве». – М.: Издательский дом «Камертон». 2010. 212 с.

6. Эволюционная урбанистика Казахстана XX и XXI веков: картографическое и сетевое моделирование, социально-демографическая динамика, экологическая история / под ред. И.А. Яшкова, А.В. Иванова. – М.: Университетская книга. 2017. 216 с.

7. Яшков И.А., Иванов А.В., Виноградова Т.Н. Урбанистический атлас Казахстана. Динамика сети поселений в XX-XXI веках – Саратов: ООО «Кузница рекламы», 2016. – 36 с.

Научное издание

РЕСУРСОЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
В СТРОИТЕЛЬНОМ КОМПЛЕКСЕ

Сборник научных трудов
по материалам VII Международной
научно-практической конференции

Под редакцией д-ра техн. наук, профессора Ю.Г. Иващенко

Редактор Л.А. Скворцова

Компьютерная верстка Т.В. Семёновой

Подписано в печать 22.05.19 Формат 60×84 1/16
Бум. офсет. Усл. печ. л. 41,25 Уч. -изд. л. 38,3
Тираж 100 экз. Заказ 43 С 12
Саратовский государственный технический университет
410054, Саратов, Политехническая ул., 77
Отпечатано в Издательстве СГТУ. 410054, Саратов, Политехническая ул., 77
Тел.: 99-87-39, e-mail: izdat@sstu.ru