



НАУКА
БУДУЩЕГО
НАУКА
МОЛОДЫХ

СБОРНИК ТЕЗИСОВ УЧАСТНИКОВ ФОРУМА 2016

ТОМ 2

#НБНМ



Сборник тезисов участников форума «Наука будущего — наука молодых» — Казань, 2016. — Том 2, 454 с.

В сборнике собраны тезисы докладов участников Второго Всероссийского научного форума «Наука будущего — наука молодых», организованного Министерством образования и науки Российской Федерации (20 сентября — 23 сентября 2016 года, г. Казань).

Участники форума — ученые с мировым именем, ведущие молодые ученые, студенты-победители конкурса научно-исследовательских работ студентов (НИРС).

Доклады представлены на секциях:

6. Науки о жизни и медицина
7. Науки о Земле, экология и рациональное природопользование
8. Новые материалы. Производственные технологии и процессы
9. Физика и астрономия
10. Химия и химические технологии

Включенные в сборник произведения представлены в авторской редакции.

ISBN 978-5-9907236-0-3

© ООО «Инконсалт К», 2016

СБОРНИК ТЕЗИСОВ УЧАСТНИКОВ ФОРУМА

Дирекция форума — ООО «Инконсалт К»

Издательство — Инконсалт К

115035 г. Москва,

3-й Кадашевский пер., д. 6/2

6. НАУКИ О ЖИЗНИ И МЕДИЦИНА

Доклады членов экспертной группы.....	4
Доклады финалистов конкурса научно-исследовательских работ студентов.....	20

7. НАУКИ О ЗЕМЛЕ, ЭКОЛОГИЯ И РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

Доклады членов экспертной группы.....	92
Доклады финалистов конкурса научно-исследовательских работ студентов.....	10

8. НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ. ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ПРОЦЕССЫ

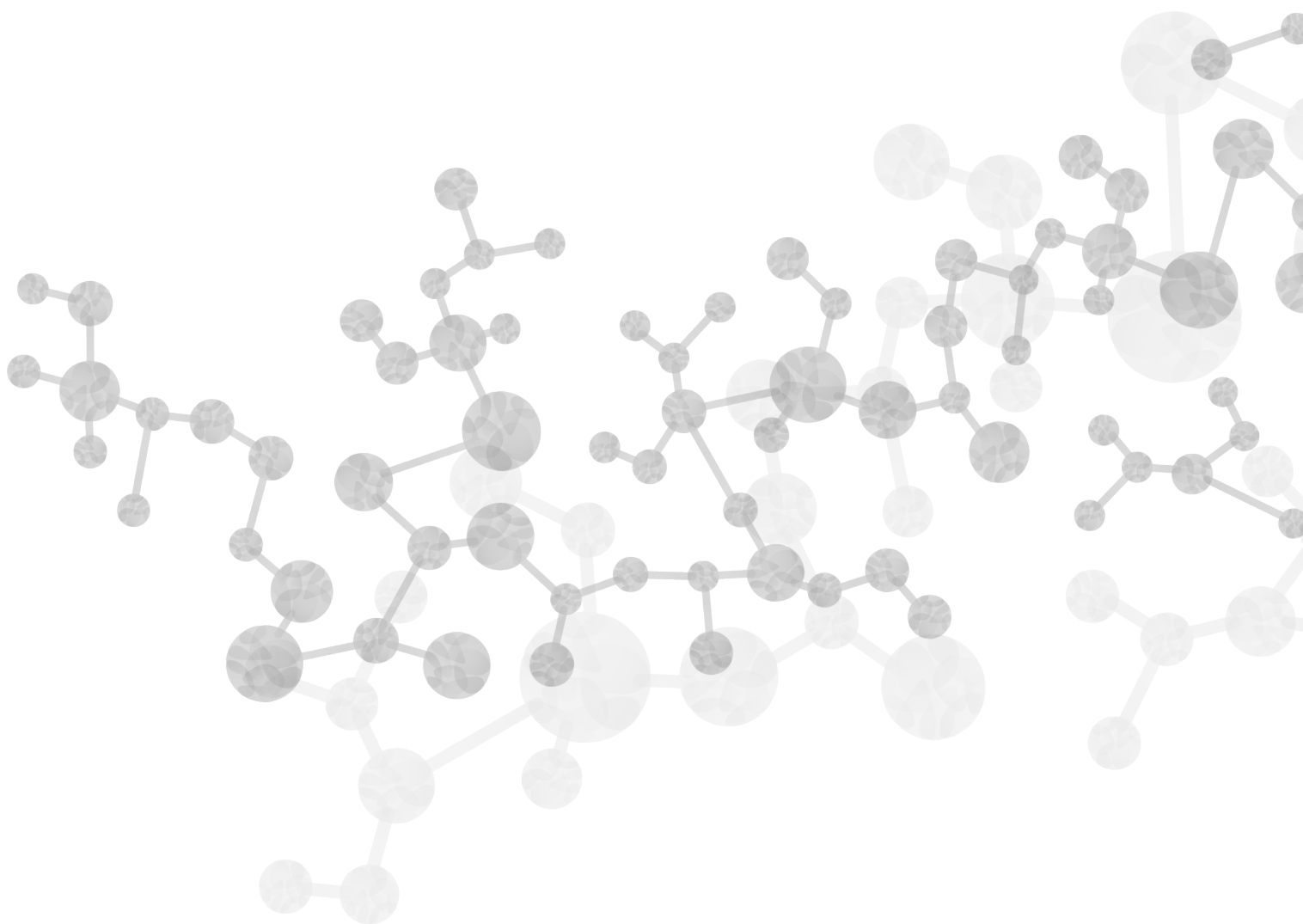
Доклады членов экспертной группы.....	186
Доклады финалистов конкурса научно-исследовательских работ студентов.....	203

9. ФИЗИКА И АСТРОНОМИЯ

Доклады членов экспертной группы.....	285
Доклады финалистов конкурса научно-исследовательских работ студентов.....	301

10. ХИМИЯ И ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

Доклады членов экспертной группы.....	370
Доклады финалистов конкурса научно-исследовательских работ студентов.....	379



НАУКИ О ЖИЗНИ И МЕДИЦИНА

ДОКЛАДЧИК:

Гудков Сергей Владимирович

Gudkov Sergey

Член экспертной группы

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА:

Исследование защитных свойств пероксиредоксина 6 при воздействии ионизирующего излучения

Peroxiredoxin 6 Is a Natural Radioprotector

ОРГАНИЗАЦИЯ:Институт общей физики им.
А. М. Прохорова РАН**РЕЗЮМЕ**

Показано, что пероксиредоксина 6 влияет на выживаемость животных самцов мышей Kv: SHK при внутривенном введении за 15 мин до рентгеновского облучения в диапазоне летальных доз 7–10 Гр. При введении пероксиредоксина 6 до облучения в концентрации ~20 мг/кг, оставались живыми в течение 30 дней приблизительно 95% животных при 100% гибели в контроле. Фактор изменения дозы 1,4. При этом пероксиредоксин 6 уменьшает тяжесть радиационной лейко- грануло- и тромбоцитопении, увеличивая количество форменных элементов крови у облученных животных, а так же предотвращает массовую гибель эпителиальных клеток и реструкцию тонкого кишечника под действием ионизирующей радиации. Prx6 может осуществлять радиозащитную функцию опосредованно — участвуя в передаче внутри- и межклеточных сигналов, а также модулируя уровень экспрессии «стрессовых» генов. Таким образом, пероксиредоксин 6 в существенной мере модифицирует эффекты рентгеновского облучения при введении его животным до облучения.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Пероксиредоксин 6, ионизирующее излучение, радиозащита, экспрессия генов

ТЕЗИСЫ

Пероксиредоксины (Prx) — семейство селен-независимых пероксидаз, которые способны восстанавливать гидропероксиды как органической, так и неорганической природы, участвуют в поддержании окислительно-восстановительного гомеостаза клетки, а также в передаче внутриклеточных и межклеточных сигналов. У млекопитающих обнаружено 6 представителей семейства пероксиредоксинов (Prx1 — Prx6), среди которых Prx6 обладает наиболее широким спектром нейтрализуемых перекисных субстратов, а также фосфолипазной активностью. Для Prx6 в модельных экспериментах на животных показана высокая эффективность при лечении патологий, сопровождающихся окислительным стрессом. Известно, что ионизирующее излучение сопровождается развитием мощного окислительного стресса, поэтому была поставлена цель — оценить радиозащитный потенциал Prx6. Исследована выживаемость 6-недельных самцов мышей Kv: SHK при облучении их в летальной дозе 7–10 Гр после внутривенного введения 0,2 мл раствора рекомбинантного Prx6 в 0,9% NaCl до конечной концентрации в организме 20 мг/кг (наиболее эффективная доза) до воздействия рентгеновского излучения. Средняя продолжительность жизни облученных мышей составила 7 сут, а максимальное время дожития 13 сут. Введение Prx6 за 15 мин до воздействия рентгеновского излучения существенно увеличило выживаемость мышей ($P < 0.001$). Около 95% животных остались живыми в течение 30 сут. Фактор изменения дозы для Prx6 равен примерно 1,4. Есть предположение, что Prx6 может осуществлять радиозащитную функцию опосредованно — участвуя в передаче внутри- и межклеточных сигналов. С целью проверки данного предположения, было исследовано влияние ионизирующего излучения (1,5 Гр) на экспрессию некоторых «стрессовых» генов в клетках костного мозга, а также влияние экзогенного Prx6 на уровень экспрессии этих «стрессовых» генов. Были проанализированы уровни экспрессии генов вовлеченных в нейтрализацию окислительного стресса (CAT, HO-1, SOD1–3, Prx1–6, NRF2, KEAP), воспалительный процесс (Nfkb, NKRF, TNFa, IL6, HSP70, HSP90), апоптоз (p53, Caspase3, ATR, ATM, AP1), репарацию ДНК (LigIV, XRCC4, XRCC5) и регенерацию (ki67). Результаты по экспрессии этих генов разделены на 3 группы. В 1-й группе, в ответ на ионизирующее излучение в дозе 1,5 Гр, происходит резкое увеличение

уровня экспрессии: ATR, Nfkb, NKRF, Prx2, Prx6, SOD3, XRCC4. Во 2-й группе происходит снижение уровня экспрессии: AP1, p53, HSP90, NRF2, Prx3, Prx4, Prx5, SOD1. Оставшиеся гены оказались в 3-й группе, которые в ответ на ионизирующее излучение меняли уровень экспрессии незначительно. Введение экзогенного Prx6 перед облучением животных (1,5 Гр) влияло на уровень экспрессии (- уменьшение, + возрастание) следующих генов: p53 (+), Apl (+), HSP90 (+), NRF2 (+), Nfkb (-), NKRF (-), Prx2 (-), Prx6 (-), Prx3 (+), Prx4 (+), SOD3 (-), LigIV (+), XRCC5 (+). Наблюдается компенсаторный эффект от введения экзогенного Prx6, т.к. уровень экспрессии этих генов приближается к контрольным значениям необлученных животных. Таким образом, впервые показан радиозащитный эффект пероксиредоксина 6.

SUMMARY OF THE PROJECT

It is shown that peroxiredoxin 6 affects the survival of animals male mice Kv: SHK when administered intravenously, 15 minutes before x-ray irradiation in the range of lethal doses of 7–10 Gy. With the introduction of peroxiredoxin 6 before irradiation at a concentration of ~20 mg/kg were alive during the 30 days approximately 95% of animals at 100% death in controls. Factor dosage of 1.4. Peroxiredoxin 6 reduces the severity of radiation leuko — granulo — and thrombocytopenia, increasing the number of blood cells in irradiated animals, as well as to prevent massive loss of epithelial cells and destruktiv the small intestine under the action of ionizing radiation. Prx6 may exercise radioprotective function indirectly participating in the transfer of intra — and intercellular signals, as well as modulating the expression level of «stress» genes. Thus, peroxiredoxin 6 substantially modifies the effects of x-ray irradiation when introducing him to the animals prior to irradiation.

KEYWORDS

Peroxiredoxin 6, ionizing radiation, radioprotection, gene expression

ДОКЛАДЧИК

Дубовая Анна Валериевна

Dubovaya Anna

Член экспертной группы

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Пути улучшения качества жизни детей с аритмиями, проживающих в экологически неблагоприятных условиях

Ways of Improving the Quality of Life of Children with Arrhythmias, Living in Ecologically Unfavorable Conditions

ОРГАНИЗАЦИЯ

Донецкий национальный
медицинский университет
им. М. Горького

РЕЗЮМЕ

В докладе представлен специальный опросник «Качество жизни детей с аритмиями», отражающий субъективную оценку качества жизни (КЖ) пациентов с нарушениями ритма сердца (НРС), и методика комплексной оценки качества жизни детей с аритмиями на основании субъективных и объективных данных. Приведены результаты использования указанных способов оценки качества жизни у 198 детей (107 мальчиков и 91 девочка) в возрасте от 6 до 17 лет с различными НРС (наджелудочковая и желудочковая экстрасистолия, хроническая непароксизмальная тахикардия, пароксизмальная наджелудочковая тахикардия, синдром Вольфа-Паркинсона-Уайта, синдром слабости синусового узла, атриовентрикулярная блокада II степени), проживающих в экологически неблагоприятных условиях Донбасса и имеющих превышение допустимой концентрации токсичных и потенциально токсичных химических элементов (ХЭ) — 66,7%, дефицит эссенциальных ХЭ — 91,9%, витамина D — 72,2%, В12—29,3%, В9—12,6%. Исходно КЖ было снижено у 80,8% пациентов (у 29,5% — значительно снижено). Дополнение стандартного комплекса лечебно-реабилитационных мероприятий у детей с НРС программой коррекции дисэлементоза и витаминной недостаточности способствовало восстановлению витаминно-минерального статуса у 85,9% пациентов, что сопровождалось восстановлением сердечного ритма у 39,9% пациентов, уменьшением выраженности аритмического синдрома у 60,1% обследованных, улучшением КЖ 75,6% больных.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Дети, аритмия, дисэлементоз, витаминная недостаточность, качество жизни

ТЕЗИСЫ

Цель: представить методику комплексной оценки качества жизни (КЖ) детей с нарушениями ритма сердца (НРС), опыт ее использования у данного контингента больных, разработать пути улучшения КЖ детей с НРС.

Методы: обследованы 198 детей (107 мальчиков и 91 девочка) в возрасте от 6 до 17 лет с различными НРС (наджелудочковая и желудочковая экстрасистолия, хроническая непароксизмальная тахикардия, пароксизмальная наджелудочковая тахикардия, синдром Вольфа-Паркинсона-Уайта, синдром слабости синусового узла, атриовентрикулярная блокада II степени), имеющих превышение допустимой концентрации токсичных и потенциально токсичных химических элементов (ХЭ) — 66,7%, дефицит эссенциальных ХЭ — 91,9%, витамина D — 72,2%, B12—29,3%, B9—12,6%. Дети группы I (n=42) получали терапию согласно протоколам Министерства здравоохранения Украины, для больных группы II (n=156) была дополнительно разработана программа коррекции дисэлементоза и витаминной недостаточности, в соответствии с которой пациенты на первом этапе в составе стандартного лечения аритмии получали энтеросорбент IV поколения в течение 14 дней; на втором этапе — препарат, содержащий микроэлементы железо, марганец и медь в течение 1 месяца; на третьем этапе — комплекс витаминов группы B (B1, B2, B6, B12) и тиоктовой (альфа-липовой) кислоты, препарат, содержащий макроэлементы калий и магний, препарат, содержащий кальций и витамин D3 в течение 1 месяца; четвертый этап включал применение витаминно-минерального комплекса в течение 1 месяца. Вопрос о необходимости назначения повторных курсов коррекции решался на основании данных биоэлементного статуса, витаминной обеспеченности организма, оценка которых проводилась 1 раз в 6 месяцев. КЖ оценивали по собственной методике «Способ комплексной оценки качества жизни детей с аритмиями» (Патент №15818. UA. МПК A61B 10/00) исходно, через 1 месяц после окончания курса лечения, затем 1 раз в 6 месяцев в течение 5 лет.

Результаты: исходно КЖ было снижено у 80,8±3,2% пациентов (у 29,5±3,7% — значительно снижено). Дополнение комплекса лечения детей с НРС программой коррекции дисэлементоза и витаминной недостаточности сопровождалось более выраженным, в сравнении с группой I, уменьшением частоты и степени выраженности жалоб (71,8±3,6% и 38,1±7,5% детей соответственно, $p<0,05$), улучшением показателей психоэмоционального (75,6±3,4% и 35,7±7,4% пациентов соответственно, $p<0,05$) и вегетативного (80,8±3,2% и 17,3±3,0% детей соответственно, $p<0,01$) статуса, положительной динамикой аритмического синдрома (84,6±2,9% и 54,8±7,7% больных соответственно, $p<0,05$), восстановлением витаминно-минерального статуса (85,9±2,8% и 17,3±3,0% детей соответственно, $p<0,01$).

Обсуждение: результаты оценки прогноза клинического течения аритмии, составленного на основе стратификации индивидуального риска развития осложнений и проведенного у 104 детей с аритмией в динамике 5-летнего проспективного наблюдения, получавших по показаниям курсы коррекции дисэлементоза и витаминной недостаточности, свидетельствовали об увеличении числа детей с благоприятным клиническим течением НРС на 28%, уменьшением числа пациентов с неблагоприятным течением аритмии на 10%, с неопределенным прогнозом — на 12%. Указанное привело к улучшению КЖ 75,6±3,4% больных.

Выводы: дополнение стандартного комплекса лечебно-реабилитационных мероприятий у детей с НРС программой коррекции дисэлементоза и витаминной недостаточности способствовало восстановлению витаминно-минерального статуса у 85,9±2,8% пациентов, что сопровождалось улучшением КЖ 75,6±3,4% больных.

SUMMARY OF THE PROJECT

A special questionnaire «The children's with heart arrhythmias quality of life», a complex estimation of the children's with heart arrhythmias quality of life on the basis of subjective and objective data are presented. The data of use of the specified ways of estimation of quality of life (QOL) in 198 children (107 boys and 91 girls) in the age of 6–18 years with various heart arrhythmias, residing in ecologically unfavorable conditions of Donbass and has exceeded the permissible concentration of toxic and potentially toxic chemical elements (66,7%), deficiency of essential chemical elements (91,9%), vitamin D (72,2%), B12 (29,3%), B9 (12,6%) are resulted. The original QOL was reduced from 80,8% of patients (29,5% — significantly reduced). The addition of standard complex of treatment and rehabilitation of children with heart arrhythmias the program of correction of dyselementosis and vitamin deficiency contributed to the restoration of vitamin and mineral status in 85,9% of patients, accompanied by restoration of heart rate in 39,9% of patients, reduces the severity of the arrhythmic syndrome in 60,1% of the patients, improvement the QOL of 75,6% of patients.

KEYWORDS

Children, heart arrhythmia, dyselementosis, vitamin deficiency, quality of life

ДОКЛАДЧИК

Киселева Елена Борисовна

Kiseleva Elena

Член экспертной группы

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Разработка новых технологий оптической когерентной томографии для задач индивидуальной терапии рака

Development of New Optical Coherence Tomography Technologies to Enable Individualized Cancer Therapy

ОРГАНИЗАЦИЯ

Нижегородская государственная
медицинская академия
Минздрава России

РЕЗЮМЕ

Проект направлен на разработку технологии мультимодальной спектральной оптической когерентной томографии (ММ ОКТ), которая используется для проведения доклинических и клинических исследований по выявлению показателей ответа опухоли на различные виды противоопухолевого лечения. Данный подход способствует реализации индивидуальной терапии рака. Технологическая методология объединяет несколько функциональных возможностей ОКТ: одновременное получение ко- и кросс-поляризационных ОКТ изображений для характеристики анизотропии ткани, эластографическую обработку изображений с картированием механических характеристик (уровня жесткости), визуализацию микроциркуляторного русла по анализу спектров. Платформа мультимодальной спектральной ОКТ реализована с использованием субмиллиметровых оптических волокон, в оптимальных условиях получения и анализа изображений в реальном времени и эффективного устранения присущих методу помех. В ходе проекта создана высокотехнологичная лаборатория мирового уровня — лаборатория «Оптической когерентной томографии», способная решать задачи разработки новых методов оптической диагностики, мониторинга и индивидуализации лечения онкологических заболеваний, создания конкурентоспособных инновационных диагностических систем.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Оптическая когерентная томография, многофотонная лазерная сканирующая микроскопия, количественная обработка оптических и гистологических изображений, коллагеновые волокна, патоморфология воспалительных и опухолевых процессов

ТЕЗИСЫ

Наиболее значимые результаты, полученные Лабораторией, созданной в рамках данного проекта:

1. Создан скоростной вариант спектрального оптического когерентного томографа, оснащенный зондом с эффективной системой 3D сканирования. Томограф имеет за счет ряда эффективных модификаций существенные преимущества в решении задач кросс-поляризационной ОКТ, ОКТ микроангиографии и ОКТ эластографии.
2. Разработан алгоритм, позволяющий визуализировать трехмерную картину микроциркуляторного русла в реальном времени. За счет устойчивости к шумам и мелким движениям появляется возможность повысить эффективность проводимых исследований за счет сокращения количества изображений с наличием артефактов.
3. Разработан оригинальный вариант компрессионной ОКТ эластографии (ОКТ ЭГ). Особенности метода обеспечивают его беспрецедентно высокую устойчивость к шумам и позволяют достаточно уверенно осуществлять эластографическое картирование, используя всего одну пару сравниваемых ОКТ сканов. Это открывает возможности для проведения эластографического картирования при работе «с руки» и получения эластографических изображений в режиме реального времени даже без использования специальных средств параллелизации вычислений.
4. Проведены доклинические исследования идентификации ОКТ изображений, полученных на модельных животных, путем морфологических и патофизиологических сопоставлений. Проведено мониторинговое индукции опухоли, ее роста и ответа на лечение методом фотодинамической и лучевой терапии (ФДТ и ЛТ) с использованием ММ ОКТ и других методов биофотоники высокого разрешения.
 - 4.1. Изучен процесс естественного роста опухолевого узла у экспериментальных животных с помощью оптических методов. Установлена характерная динамика изменений КП ОКТ изображений в ходе естественного роста опухоли. Оценка динамики микроциркуляции экспериментальной опухоли в ходе естественного роста, полученная с помощью ОКТ МА, показала ее совпадение с гистологическими данными. Количественная оценка ОКТ МА изображений выявила срок появления в опухоли новообразованных сосудов — синусоидов — на 10–13 день роста опухоли.
 - 4.2. Изучен ранний ответ опухолевого узла на ФДТ у экспериментальных животных с помощью оптических методов.
 - * а) Основными закономерностями морфологических изменений экспериментальной опухоли в ходе ФДТ (лечебный патоморфоз) являются два процесса:
 - » 1) выраженная сосудистая реакция: полнокровие, стаз, единичные эритроцитарные тромбы;
 - » 2) необратимые изменения ядра и цитоплазмы опухолевых клеток вплоть до образования очагов некроза.
 - * б) Сформулированы критерии эффективности ФДТ: наличие выраженной сосудистой реакции на ОКТ МА изображениях в границе опухоли и в опухолевом окружении в первые 24 часа после ФДТ приводит к тотальному некрозу опухолей через 7 дней после ФДТ. Наличие выраженной реакции сосудов в границе опухоли при отсутствии реакции сосудов опухолевого окружения свидетельствует о низкой эффективности ФДТ, поскольку к 7 дню после ФДТ полной гибели опухоли не происходит.
 - * в) ОКТ МА позволяет предсказывать эффект терапии, а значит корректировать и индивидуализировать противоопухолевое лечение.
5. Методом ММ ОКТ изучен процесс канцерогенеза на модели слизистой оболочки защечного мешка хомяка, проведен сравнительный анализ папилломатозных опухолей с целью обнаружения признаков злокачественной опухоли. Установлено, что злокачественные опухоли отличаются от добро-

качественных по повышенному содержанию мелких сосудов диаметром 10–15 мкм, что подтверждается гистологически как новообразованные сосуды опухоли — синусоиды. Для доброкачественных опухолей свойственно наличие крупных сосудов диаметром 130–180 мкм, что на ОКТ МА изображениях проявляется в увеличенном количестве крупных сосудов диаметром более 100 мкм. Злокачественные опухоли содержат низкий процент стромы и характеризуются низким уровнем сигнала на КП ОКТ изображениях и низким значением интегрального фактора деполяризации (ИФД).

6. Разработан ряд методов автоматической интерпретации КП ОКТ изображений и ОКТ микроангиограмм и их количественной оценки, которые могут быть использованы для дифференциальной диагностики состояний тканей и создания критериев эффективности противоопухолевого лечения для его индивидуализации, а именно:
7. Проведены пилотные клинические исследования с целью выявления ОКТ-критериев эффективности противоопухолевой терапии по ответу на лечение и определения показаний к разным видам терапии. Методом КП ОКТ можно детектировать ключевые морфологические изменения в ходе ФДТ опухолей кожи и слизистой шейки матки (отек, некроз с последующим восстановлением структуры ткани в поздние сроки). ОКТ микроангиограммы отражают различную степень проявления реакции сосудистой сети в ответ на ФДТ опухолей — от полного исчезновения сосудов на ОКТ МА-изображениях до отсутствия видимой реакции, коррелирующие со степенью лечебного патоморфоза. Динамика КП ОКТ изображений здоровой слизистой оболочки полости рта, попавшей в зону облучения, у пациентов в процессе ЛТ новообразований полости рта и глотки коррелирует с тяжестью развивающегося радиационного мукозита. Разработаны оптические способы превентивной диагностики тяжелых мукозитов на основе КП ОКТ изображений.

Практическая значимость полученных научных результатов. В результате проекта будет создана новейшая модификация прибора мультимодальной ОКТ, способная оценивать различные структурные и функциональные особенности нормальных и патологических тканей, которые могут быть использованы в различных областях медицины (онкология, эндоскопия, дерматология, неврология и др.) для целей дифференциальной диагностики и оценки эффективности лечения заболеваний различной природы. Прибор может быть сертифицирован для клинических исследований. В России может быть налажено производство отечественных оптических томографов с различными модальностями.

В заключении, лаборатория «Оптической когерентной томографии» является центром разработки и освоения новых технологий оптической диагностики для исследований в области экспериментальной и практической онкологии, в частности, для задач индивидуальной терапии рака. Данная лаборатория органично дополняет Лабораторию флюоресцентного биоимиджинга, созданную в рамках мегагранта первой очереди с ведущим ученым академиком Лукьяновым С. А.

SUMMARY OF THE PROJECT

The project aims to develop technologies of multimodal spectral optical coherence tomography (MM OCT), which is used for pre-clinical and clinical research to identify indicators of tumor response to various types of cancer treatment. This approach contributes to the realization of individual cancer therapy. Technological methodology combines several OCT features: the simultaneous acquisition of co- and cross-polarization OCT images to characterize the tissue anisotropy, elastographic image processing with mapping of the mechanical characteristics (stiffness level), visualization of microvasculature by speckle analysis. Platform of multimodal spectral OCT implemented using submillimeter optical fibers, in optimal conditions of getting and image analysis in real-time and efficient method of eliminating the inherent noise. During the project a high-tech world-class laboratory

was created — «Optical Coherence Tomography» laboratory, capable of solving the problem of developing new methods of optical diagnostics, monitoring and individualization of treatment of oncological diseases, creation of competitive innovative diagnostic systems.

KEYWORDS

Optical coherence tomography, multiphoton laser scanning microscopy, quantitative processing of optical and histological images, collagen fibers, pathomorphology of inflammatory and neoplastic processes

ДОКЛАДЧИК

Комарова Татьяна Валерьевна

Komarova Tatiana

Член экспертной группы

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Растение как биофабрика для производства лекарственных препаратов

Plant As a Factory for Pharmaceutical Proteins Production

ОРГАНИЗАЦИЯ

Московский государственный университет

им. М. В. Ломоносова

РЕЗЮМЕ

Разработана технология продукции в растительной клетке терапевтических моноклональных антител (фитотрастузумаб) против рака молочной железы. В экспериментах *in vitro* и *in vivo* мы подтвердили способность фитотрастузумаба связываться с антигеном, онкобелком HER2/neu, а также подавлять рост опухоли. Таким образом, фитотрастузумаб обладает антираковой активностью, сравнимой с коммерческим препаратом Герцептин (трастузумаб).

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Растение, рекомбинантные белки, антитело, «зеленая биотехнология», трастузумаб, рак молочной железы.

ТЕЗИСЫ

Рак молочной железы (РМЖ) является наиболее распространенным онкологическим заболеванием среди женщин и второй по распространенности причиной смерти. Один из наиболее агрессивных типов РМЖ характеризуется суперэкспрессией 2-го рецептора человеческого эпидермального фактора роста (HER2/neu). Терапия HER2-позитивного РМЖ включает в себя использование моноклональных антител (трастузумаб и пертузумаб) вместе с химиотерапией и ингибиторами тирозин киназ. Лечение является очень дорогостоящим, при этом необходимо повторение курсов введения препаратов антител. Из-за высокой стоимости антираковых антител, производимых в культуре клеток животных, необходим поиск и разработка альтернативных платформ продукции. Растение представляет собой перспективную систему для получения фармацевтически значимых белков, в том числе антираковых антител. Развитие биотехнологии позволило не только извлекать из растения различные лекарственные вещества, но и вводить в клетки растений чужеродные гены, а затем выделять новые, несвойственные растению сложные белковые комплексы, каковыми являются антитела человека. Таким образом, растения могут работать в качестве «биореакторов» для продукции антираковых антител.

Нами разработана технология продукции в растительной клетке терапевтического антитела, направленного против РМЖ. Аминокислотная последовательность легкой и тяжелой цепи соответствуют коммерческому антителу трастузумаб (Герцептин). В экспериментах *in vitro* и *in vivo* мы подтвердили способность фитотрастузумаба связываться с антигеном, онкобелком HER2/neu, а также подавлять рост опухоли. Мы показали, что фитотрастузумаб обладает антираковой активностью, сравнимой с коммерческим препаратом Герцептин (трастузумаб).

SUMMARY OF THE PROJECT

Breast cancer is one of the most common oncological disease for women and the second leading cause of cancer death for them. One of the most aggressive type of breast cancer (HER2-positive) is characterized with overexpression of the human epidermal growth factor receptor 2 (HER2/neu). Therapy of HER2+ breast cancer includes monoclonal antibodies (Trastuzumab and Pertuzumab) and tyrosine kinase inhibitors together with chemotherapy. Treatment is expensive and has a limited duration of action, necessitating repeated administrations of the mAbs. Because of the high costs of monoclonal antibodies production in animal cells alternative platforms for mAbs production are to be developed. Plant is a promising candidate organism as it is easy to cultivate and it has similar to the animal cell patterns of posttranslational modifications, especially glycosilation.

We have developed a technology for therapeutic monoclonal antibody against breast cancer production in plants. Plant-made trastuzumab (PMT) was shown to be functionally active in both in vitro and in vivo experiments. PMT effectively recognizes oncoprotein and binds to the cells with HER2/neu overexpression. Also PMT inhibits tumor growth in the animal model of human breast cancer. Thus, we concluded, that PMT has anticancer activity comparable with the efficiency of commercial drug Herceptin (trastuzumab).

KEYWORDS

Plant, recombinant protein, antibody, «green biotechnology», trastuzumab, breast cancer.

ДОКЛАДЧИК

Куликов Дмитрий
Александрович

Kulikov Dmitry

Член экспертной группы

НАЗВАНИЕ ДОКЛАД

Лазерная доплеровская флоуметрия в оценке состояния кожной микроциркуляции крови у пациентов с сахарным диабетом

Laser Doppler Flowmetry in Assessment of Skin Microcirculation in Patients with Diabetes

ОРГАНИЗАЦИЯ

Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М. Ф. Владимирского

РЕЗЮМЕ

Разработаны способы регистрации кожного кровотока при помощи метода лазерной доплеровской флоуметрии у пациентов с сахарным диабетом и алгоритмы пострегистрационной обработки данных. Достигнута диагностическая значимость в выявлении микроциркуляторных нарушений; значения чувствительности и специфичности составили 80%, а значение площади под кривой для ROC-анализа — 0,93 (95% доверительный интервал: 0,81-1). Применение разработанных подходов может быть эффективно для диагностики осложнений у пациентов с сахарным диабетом, дополнительной инструментальной оценки эффективности лечения, а также для прогнозирования риска развития сахарного диабета 2 типа.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Лазерная доплеровская флоуметрия, сахарный диабет, микроциркуляция, неинвазивная диагностика

ТЕЗИСЫ

Сахарный диабет (СД) является одной из главных проблем современного здравоохранения. Опасность СД заключается в высокой частоте развития инвалидизирующих и смертельных осложнений. Основным звеном патогенеза данных осложнений является развитие микроциркуляторных нарушений.

Метод лазерной доплеровской флоуметрии (ЛДФ) позволяет неинвазивно оценивать кожный микроциркуляторный кровоток, который рассматривается как универсальный маркер состояния системной микроциркуляции крови. Применение ЛДФ в клинике затруднено вследствие крайне высокой вариабельности измерений, которая не позволяет делать заключение о наличии либо

отсутствии нарушений у конкретного обследуемого. Настоящая работа направлена на разработку способа повышения эффективности выявления микроциркуляторных нарушений методом ЛДФ у больных сахарным диабетом.

Кожная микроциркуляция крови оценивалась с использованием различных видов функциональных воздействий методом лазерной доплеровской флоуметрии (комплекс ЛАКК-02). Разработаны методики обследования и алгоритмы пострегистрационной обработки данных. Результаты пилотного исследования (пациенты с СД 2 типа, условно здоровые добровольцы) с применением постурально-тепловой пробы, показали, что использование разработанных подходов позволяет достигать диагностической значимости в выявлении микроциркуляторных нарушений методом ЛДФ. Значения чувствительности и специфичности составили 80%, а значение площади под кривой для ROC-анализа — 0,93, доверительный 95% интервал: 0,81–1. Включение в данное исследование пациентов с СД 1 типа, артериальной гипертензией, поражениями легких позволяют изучать характерные особенности нарушений в зависимости от их этиологии.

Полученные результаты позволяют говорить о перспективности дальнейшего развития данного метода. Возможной областью его приложения может быть ранняя диагностика осложнений у пациентов с сахарным диабетом, дополнительная инструментальная оценка эффективности лечения. Другим путем применения ЛДФ может быть прогнозирование риска развития сахарного диабета 2 типа, поскольку в литературе появляется все больше данных о связи преддиабетических состояний с системными воспалительными явлениями и нарушениями микроциркуляции.

SUMMARY OF THE PROJECT

We invented methods of registration of skin microcirculation in patients with type 2 diabetes using Laser Doppler flowmetry and post-processing algorithms for measurements. This allowed us to reach diagnostic significance in detection of microcirculation disturbances. Sensitivity and specificity were 80% and area under the curve for the ROC-analysis was 0.93 (95% confidence interval: 0.81-1). The developed approaches can be effectively used for early detection of diabetes and its complications as well as for controlling effectiveness of drug treatment.

KEYWORDS

Laser Doppler flowmetry, diabetes mellitus, microcirculation, non-invasive diagnostics

ДОКЛАДЧИК

Марин Иван Николаевич

Ivan Marin

Член экспертной группы

НАЗВАНИЕ ДОКЛАД

Искусственные рифы как способ изучения биологического разнообразия и улучшения экологии региона

Artificial Reefs As the Method of Biodiversity Study

ОРГАНИЗАЦИЯ

Институт проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северова
РАН

РЕЗЮМЕ

Изучение биологического разнообразия является важным направлением современной биологии и входит в число приоритетных направлений развития науки. Представление о биологическом разнообразии экосистемы позволяет понять принципы образования и функционирования ее структуры. В морских экосистемах большая часть фауны формируется тремя наиболее многочисленными группами морских беспозвоночных: ракообразными, моллюсками и полихетами. При этом, до сих пор нет точных данных об их реальном разнообразии даже в относительно фаунистически бедных морях высоких широт, не говоря уже о сложных тропических экосистемах. Новые для фауны и науки виды открываются постоянно. Проблему изучения разнообразия морской фауны усложняет тот факт, что многие животные ведут скрытный образ жизни, формируя многовидовые сообщества, приуроченные к определенным геоце-

нозам (например, строят глубокие норы или живут на скальных субстратах, откуда их очень сложно извлечь), которые в ряде случаев формируют до 30% общей биомассы. Более того ряд известных, и возможно массовых видов морских беспозвоночных, в отдельных биогеоценозах не всегда попадают в пробы, собранные стандартными методами и поэтому регистрируются крайне редко, что кардинально меняет представления об их экологии и роли в данной экосистеме. Реальное биологическое разнообразие некоторых геоценозов практически не изучено; при этом для их изучения требуется применение новых методик изучения и использование нестандартных орудий сбора. Скальные биогеоценозы являются слабоизученными (white spots) экосистемами ввиду особенностей строения и массивности. Большое количество животных, обладая отрицательным фототаксисом, прячется в щелях, пещерках и лакунах скал, а также ведет скрытный сидячий образ жизни. Стандартные орудия сбора (типа тралы, ловушки и прочее) в таких экосистемах не позволяют в полной мере оценить биологическое разнообразие, так как большая часть видов никогда во взрослом состоянии не покидает своих укрытий. При этом в планктоне отмечается огромное количество личинок, видовая принадлежность которых очень сложно определить и точно установить, где данное животное обитает во взрослом состоянии. Очень часто личинки оседают на скалы и метаморфизируя «навсегда пропадают из поля зрения ученых». Доставать скалы целиком и крошить их на мелкие кусочки — тяжелая и нередко малоэффективная работа, так как большая часть животных, собранная таким методом, являются травмированными и нередко непригодными для точного таксономического определения, не говоря уже о проведении каких-либо комплексных экологических исследований таких биогеоценозов. Примерами таких животных являются многие виды креветок, например представители рода *Alpheus* или *Palaemon*, бурящие двустворчатые и брюхоногие моллюски, а также большинство видов полихет.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

разнообразие, искусственные рифы, морские экосистемы, структура, ракообразные

ТЕЗИСЫ

Изучение биологического разнообразия является важным направлением современной биологии и входит в число приоритетных направлений развития науки. Представление о биологическом разнообразии экосистемы позволяет понять принципы образования и функционирования ее структуры. В морских экосистемах большая часть фауны формируется тремя наиболее многочисленными группами морских беспозвоночных: ракообразными, моллюсками и полихетами. При этом, до сих пор нет точных данных об их реальном разнообразии даже в относительно фаунистически бедных морях высоких широт, не говоря уже о сложных тропических экосистемах. Новые для фауны и науки виды открываются постоянно. Проблему изучения разнообразия морской фауны усложняет тот факт, что многие животные ведут скрытный образ жизни, формируя многовидовые сообщества, приуроченные к определенным геоценозам (например, строят глубокие норы или живут на скальных субстратах, откуда их очень сложно извлечь), которые в ряде случаев формируют до 30% общей биомассы. Более того ряд известных, и возможно массовых видов морских беспозвоночных, в отдельных биогеоценозах не всегда попадают в пробы, собранные стандартными методами и поэтому регистрируются крайне редко, что кардинально меняет представления об их экологии и роли в данной экосистеме. Реальное биологическое разнообразие некоторых геоценозов практически не изучено; при этом для их изучения требуется применение новых методик изучения и использование нестандартных орудий сбора.

Скальные биогеоценозы являются слабоизученными (white spots) экосистемами ввиду особенностей строения и массивности. Большое количество животных, обладая отрицательным фототаксисом, прячется в щелях, пещерках и лакунах скал, а также ведет скрытный сидячий образ жизни. Стандартные орудия сбора (типа тралы, ловушки и прочее) в таких экосистемах не позво-

ляют в полной мере оценить биологическое разнообразие, так как большая часть видов никогда во взрослом состоянии не покидает своих укрытий. При этом в планктоне отмечается огромное количество личинок, видовая принадлежность которых очень сложно определить и точно установить, где данное животное обитает во взрослом состоянии. Очень часто личинки оседают на скалы и метаморфозируя «навсегда пропадают из поля зрения ученых». Доставать скалы целиком и крошить их на мелкие кусочки — тяжелая и нередко малоэффективная работа, так как большая часть животных, собранная таким методом, являются травмированными и нередко непригодными для точного таксономического определения, не говоря уже о проведении каких-либо комплексных экологических исследований таких биогеоценозов. Примерами таких животных являются многие виды креветок, например представители рода *Alpheus* или *Palaemon*, бурящие двустворчатые и брюхоногие моллюски, а также большинство видов полихет.

В рамках данного проекта наш коллектив планирует комплексное изучение скрытого разнообразия морских беспозвоночных, обитающих в скальных биоценозах. В качестве полигонов выбраны два совершенно разных зоогеографических района — Черное море (Голубая бухта на базе Южного отделения Института Океанологии РАН) и Японское море (залив Восток, на базе станции «Восток» ИБМ ДВО РАН), где фаунистический состав таких сообществ предположительно считается наиболее богатым. Работы по изучению разнообразия предполагается проводить с использованием нового метода, а именно создания сборно-разборных искусственных подводных конструкций (рифов). Разборные конструкции (небольшие бетонные блоки с отверстиями и нишами, см раздел «Методы»), экспонированные в естественных условиях в разных конфигурациях, в течение разного времени и на разных глубинах, позволят имитировать скальные геоценозы и изучить как разнообразие заселивших их животных, так и многие экологические характеристики этих сообществ (стратегии и скорости заселения, видовой состав, биомассу и численность, трофику и другие). Данные конструкции позволяют размещать любые гидрологические датчики и таким образом исследовать влияние различных физических параметров на структуру сообществ. Материал, полученный после разборки такой конструкции, будет подвергнут комплексному биологическому анализу с использованием современных методов (современная сканирующая и световая микроскопия, молекулярно-генетические методы и изотопный анализ). Размещение полигонов в разных зоогеографических районах позволит произвести сравнительный анализ эффективности выбранного метода. Несмотря на активное использование искусственных «рифов» для изучения биоразнообразия зарубежными коллегами, в нашей стране он будет применен впервые. Единственный опыт работ в данной области в Черном море — это изучение обрастаний искусственных набросок сотрудниками ИнБЮМа в 19080-90х годах. Однако наш проект предполагает дальнейшие шаги в этом направлении, а именно изучением инфауны подобных сооружений. К работе в рамках проекта привлечен коллектив молодых российских специалистов, изучающих экологию морских сообществ и разнообразие морских беспозвоночных (полихеты, амфиподы, моллюски, сипункулиды и другие).

В качестве примера изучения скрытой фауны можно привести очень подробное исследование сверлящих моллюсков Мексиканского залива. Авторами описано более 40 видов из этого региона, ведущих скрытый образ жизни внутри скал. Было установлено, что для отдельных видов плотность поселений моллюсков рода *Lithophaga* в скалах и обломках достигает 70–80 экз/м² с общей массой до 1470 г/м². При этом моллюски именно вбуравливаются в структуру скал, а не заселяют ее поверхность. Многочисленные работы по экологии сверлящих моллюсков свидетельствуют об их значительной роли в морских экосистемах, как основных и важнейших фильтраторов. Вторым примером — это роющие раки-привидения (аксииды и гебииды), знания о которых в некоторых районах ограничены лаконичными данными о видовом составе, морфологии и распространении, без каких-либо данных о биомассе и плотности поселений этих животных. Авторы лишь отмечают, что до проведения специальных работ наблюдали на дне панцири этих ракообразных, что свидетельствует об их многочисленности в прибрежных сообществах.

Как доказательство, в результате исследований особенностей популяционной биологии рака-привидения *Nihonotrypaea petalura* из сублиторальных поселений в заливе Восток Японского моря установлено, что на глубине 0.2–3 м на каменистых и смешанных грунтах *N. petalura* образует скопления со средней плотностью 9–19 экз/кв. м. Биомасса скоплений составляет 15–27 г/м² или 1–33% от средней суммарной биомассы макрозообентоса, включающего животных 48 таксонов. Максимальная плотность поселения *N. japonica* достигала почти 200 экз/м², биомасса — 120 г/м² при среднем значении этих показателей соответственно 18 ± 43 экз/м² и 10.83 ± 25.50 г/м², что составляло почти треть от суммарной биомассы макрозообентоса в данном районе. Данные об экологии этих «редких» животных свидетельствуют о том, что эти ракообразные в процессе жизнедеятельности оказывают влияние на физико-химические свойства среды.

Имитация скальных субстратов с помощью сборно-разборных конструкций давно практикуется в мировом сообществе, однако в России этот метод еще не получил достаточного распространения, а в некоторых регионах вообще ранее не применялся. Суть метода очень проста — собирается некое подобие блока с различными внутренними полостями, лакунами и отверстиями из 3–5 скрепленных между собой составных частей (форм), как правило, бетонных. Применяемые конструкции имеют самые разнообразные формы, самый простой пример — это несколько поризованных блоков или кирпичей, скрепленных вместе. После экспонирования в естественных условиях, эта конструкция извлекается и разбирается, что позволяет вымывать и собирать животных, обитающих внутри полостей. Успешные примеры изучения скрытого разнообразия организмов инфауны с помощью таких конструкций известны в Карибском бассейне и Индо-Вост. Пацифике. Использование метода позволило в некоторых регионах описать большое количество новых для науки видов, которые не улавливались другими способами, а также исследовать фауну организмов, характеризующихся скрытым образом жизни во взрослом состоянии. В последние годы около 10% описаний новых для науки видов высших ракообразных, в особенности десятиногих, приходится на виды, собранные именно таким способом. Метод зарекомендовал себя как очень эффективный и относительно простой и самое важное — экологически безопасный.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ 15-34-20863_мол_а_вед.

SUMMARY OF THE PROJECT

Development of utilization plans and socio-economic development of coastal regions is impossible without a modern inventory of biological diversity and research on fishing capacity of individual groups of animals. Marine invertebrates, including the higher crustaceans, are the most important components of all marine ecosystems from the littoral to bathyal depths. However, an accurate identification to the species in some groups is still difficult, while successful complex biological research must always start with the proper taxonomic identification of objects. Higher crustaceans (Decapoda: Eumalacostraca) combine several subclasses, the largest taxa of which are amphipods (Amphipoda), isopods (Isopoda), decapod crustaceans (Decapoda), cumaceans (Cumacea) and mysids (Mysida) — the total number of currently known diversity exceeds 40,000 species; probably the same number of species is not yet known to science, especially in tropics. A number of crustacean species are referred to particularly valuable commercial objects, for example, in Russia in 2012 the catch of decapod crustaceans (shrimps, crabs and king crabs) exceeded 3 times the catch of salmon. The highest diversity of crustaceans reflects many ecological features of marine communities, and it's easy to analyze their geographic and biotopic distribution. In this regard, this group is usually used for population, ecological, biogeographical and evolutionary studies. Amphipods (Crustacea: Eumalacostraca: Amphipoda) and decapods (Crustacea: Eumalacostraca: Decapoda) are widespread and are among numerous groups of marine crustaceans that inhabit the World Ocean from the Arctic to the Antarctic, from coastal waters to bathyal depths; these animals are often found

in associations as symbionts of larger marine invertebrates. Virtually all marine habitats are populated by crustaceans from surface to bottom, showing them as an essential component of all marine ecosystems in northern and temperate latitudes. However, these groups are poorly studied, particularly amphipods (Amphipoda). The vast majority of amphipod and decapod species from Russian seas were firstly described in the 19th and early 20th century. In 30-60s years of the 20th century most attention was paid to regional diversity, as a result a number of useful, well-illustrated books (guides) were published, allowing to identify the collected animals in any region within the former USSR such as survey monographs from the series «Fauna of the World ocean». However, latest global and comprehensive studies of these groups were created almost half a century ago and present knowledge on these crustaceans needs to be significantly generalized. Since that time, the species new to science and new for the region were described, so it became clear that biological diversity is not fully studied. Moreover, it is required to generalize modern ideas about these groups of animals. The presented project is aimed to study the diversity of amphipod and decapod crustaceans of the Russian Federation fauna with the use of modern methods, re-description of poorly studied species and study of the current status of populations of these species with the assessment of the impact of invasive species as one of the most important natural resources of the seas of Russia.

KEYWORDS

Biodiversity, artificial reefs, marine ecosystems, ecology, crustaceans

ДОКЛАДЧИК

Щулькин Алексей
Владимирович

Shchulkin Aleksey

Член экспертной группы

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Методы оценки принадлежности лекарственных препаратов к ингибиторам и индукторам белка-транспортера гликопротеина-P

Methods for Evaluating Drugs Belonging to Protein-Transporter P-Glycoprotein Inhibitors and Inducers

ОРГАНИЗАЦИЯ

Рязанский государственный
медицинский университет
им. академика И. П. Павлова
Минздрава России

РЕЗЮМЕ

В работе представлены подходы к оценке принадлежности лекарственных препаратов к индукторам и ингибиторам белка-транспортера гликопротеина-P в опытах *in vitro* и *in vivo*. Обосновывается необходимость проведения доклинических исследований *in vivo*. Описан дизайн и статистическая обработка исследований *in vivo*.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Гликопротеин-P, ABCB1-белок, межлекарственные взаимодействия

ТЕЗИСЫ

Гликопротеин-P (ABCB1, MDR1, Pgp) — АТФ-зависимый белок-транспортер (ABCB1), относящийся к суперсемейству ABC-транспортеров (ATP-binding cassette) и участвующий в транспорте липофильных эндогенных и экзогенных субстратов из клетки [Якушева Е. Н. и др., 2014]. Показано, что данный белок-транспортер локализуется на поверхности гепатоцитов, обращенной к желчным протокам, на апикальной мембране энтероцитов, на апикальной поверхности эпителиоцитов проксимальных почечных канальцев, в эндотелиоцитах гистогематических барьеров [Якушева Е. Н. и др., 2014]. Поэтому считается, что Pgp играет важную роль в фармакокинетике лекарственных препаратов, являющихся его субстратами.

Воздействие ряда лекарственных веществ может модулировать активность белка-транспортера. Ингибиторы Pgp снижают его функциональную активность, что в ряде случаев ассоциировано с развитием нежелательных лекарственных реакций. Индукторы, напротив, повышают активность белка-транспортера, что способствует снижению эффективности проводимой фармакотерапии. Поэтому все новые лекарственные препараты в США под-

вергаются тестированию на принадлежность к субстратам и ингибиторам Pgp (U.S. Department of Health and Human Services, Food and Drug Administration и Center for Drug Evaluation and Research) [FDA].

Согласно данным рекомендациям, первоначально исследования проводятся на культурах клеток. При оценке влияния изучаемого лекарственного препарата на активность Pgp его добавляют к культуре клеток Caco-2 в возрастающих концентрациях и оценивают эффлюкс (выведение) данными клетками маркерных субстратов белка-транспортера (на клетках чаще всего используют родамин). Если эффлюкс родамина (или другого субстрата) понижается с повышением концентрации изучаемого препарата, то делают заключение, что изучаемое вещество является ингибитором Pgp [FDA].

При изучении принадлежности лекарственных препаратов к субстратам Pgp первоначально на клетках, гиперэкспрессирующих данный белок-транспортер (например, Caco-2), оценивают транспорт данных препаратов через цитоплазматическую мембрану, а затем добавляют ингибитор белка-транспортера и фиксируют степень ингибирования трансмембранного переноса. Если эффлюкс снижается более чем на 50%, то делают вывод о том, что лекарственный препарат относится к субстратам Pgp.

Если в опытах *in vitro* устанавливают, что новый лекарственный препарат является субстратом или ингибитором белка-транспортера, то в дальнейшем его изучают *in vivo*. Если в опытах *in vitro* устанавливают, что новый лекарственный препарат не является субстратом или ингибитором белка-транспортера, то, согласно рекомендациям FDA, в дальнейших исследованиях *in vivo* нет необходимости.

В отличие от данных рекомендаций, на наш взгляд, при тестировании влияния лекарственных препаратов на активность Pgp в любом случае необходимо проводить исследования *in vivo* на доклиническом этапе, даже при отрицательном результате (отсутствие влияния на активность Pgp) в опытах *in vitro*. Это обусловлено тем, что ряд лекарственных препаратов может оказать влияние на гормональный фон или метаболические процессы, а это, в свою очередь, может повлиять на активность Pgp. Таким образом, влияние на белок транспортер будет опосредованным, что нельзя выявить в исследованиях *in vitro*.

В качестве биологических моделей для оценки влияния лекарственных препаратов на активность Pgp *in vivo* могут быть использованы мыши, крысы и кролики. Однако, наибольшая гомология между аминокислотными последовательностями белка-транспортера наблюдается у человека и кролика.

Исследования *in vivo* по оценке влияния лекарственных препаратов на функциональную активность Pgp заключаются в определении изменений фармакокинетики маркерного субстрата Pgp на фоне введения изучаемых веществ. Если наблюдается накопление маркерного субстрата и замедление его выведения, это свидетельствует о том, что тестируемое вещество является ингибитором данного белка-транспортера. Если же отмечается снижение содержания маркерного субстрата в организме и ускорение его выведения, это свидетельствует об индукции Pgp.

Маркерный субстрат для оценки функционирования Pgp — это вещество экзогенного или эндогенного происхождения (ксенобиотик, эндобиотик) фармакокинетика которого зависит исключительно (или в большей степени) от функционирования данного белка-транспортера, то есть он не подвергается биотрансформации и не является субстратом других белков-транспортеров.

Согласно рекомендациям FDA, в качестве маркерного субстрата для оценки влияния изучаемого препарата на активность Pgp могут быть использованы: дигоксин, дабигатрана этексилат, фексофенадин, талинолол и ряд других препаратов [FDA].

Исследования оценки влияния лекарственных препаратов на функциональную активность Pgp *in vivo* могут иметь один из следующих дизайнов:

- 1) параллельное исследование;
- 2) повторное исследование;
- 3) перекрестное исследование.

При параллельном исследовании формируются две группы добровольцев или лабораторных животных: первая группа — получающие маркерный субстрат (S) после курсового введения плацебо (вода для инъекций, дистиллированная вода, физиологический раствор), вторая группа — испытуемые, получающие маркерный субстрат после курсового введения изучаемого препарата (P+S). Изучаемый препарат вводят *per os* в максимальной терапевтической дозе курсом 10–14 дней. Последняя доза изучаемого препарата вводится утром непосредственно перед введением маркерного субстрата, чтобы можно было оценить непосредственное взаимодействие изучаемого вещества и маркерного субстрата P_{gr} . При этом сравниваются фармакокинетические параметры маркерного субстрата у первой и второй групп.

При повторном дизайне исследования проводятся на одной группе испытуемых. Первоначально у добровольцев (животных) определяют фармакокинетику маркерного субстрата P_{gr} , затем в течение 10–14 дней вводят изучаемый препарат и повторно определяют фармакокинетику маркерного субстрата белка-транспортера. Сравняются фармакокинетические параметры маркерного субстрата до и после введения изучаемого препарата.

Перекрестный дизайн является наиболее предпочтительным при проведении клинических исследований по изучению влияния лекарственных препаратов на функциональную активность P_{gr} [FDA]. Для веществ с вариабельной фармакокинетикой рекомендуется увеличивать число перекрестов.

При одном перекресте дизайн исследования выглядит следующим образом. Первой группе испытуемых вводят маркерный субстрат P_{gr} (S) после курсового введения плацебо (вода для инъекций, дистиллированная вода, физиологический раствор), а второй группе — маркерный субстрат после курсового введения изучаемого препарата (P+S). Далее следует отмывочный период, достаточный для снижения концентрации маркерного субстрата ниже порога биоаналитического определения и для восстановления измененной активности P_{gr} на фоне введения изучаемого вещества у второй группы. По нашим данным продолжительность отмывочного периода должна быть не менее 14 дней. После отмывочного периода первой группе испытуемых вводят маркерный субстрат после курсового введения изучаемого вещества (P+S), а второй группе — маркерный субстрат P_{gr} после курсового введения плацебо (S).

Для оценки фармакокинетики маркерного субстрата рассчитывают следующие фармакокинетические параметры модельнонезависимым методом:

C_{max} — максимальная концентрация изучаемого вещества;

T_{max} — время достижения максимальной концентрации;

AUC_{0-t} — площадь под фармакокинетической кривой концентрация-время, где t — выбранная временная точка, обычно время последнего забора крови.

Дополнительно также целесообразно рассчитывать общий клиренс, период полувыведения и коэффициенты абсорбции (C_{max}/AUC_{0-t} , $AUC_{0-t}/T_{1/2}$), которые позволят установить, где именно изменилась активность P_{gr} (органы выведения или кишечник), т. е. органоспецифичность действия тестируемого лекарственного средства.

Согласно американским и европейским рекомендациям по изучению межлекарственных взаимодействий *in vivo* значимость взаимодействия оценивают, используя 90-процентный доверительный интервал отношения геометрических средних фармакокинетических параметров маркерного субстрата при совместном введении с изучаемым веществом к геометрическим средним фармакокинетическим параметрам субстрата при его изолированном применении [FDA]. Клинически значимым считается взаимодействие лекарственных препаратов, если 90%-й доверительный интервал изменения фармакокине-

тических параметров маркерного субстрата не укладывается в диапазон 80–125% (0,8–1,25).

Для расчета доверительных интервалов полученные фармакокинетические параметры логарифмируют, а далее подвергают дисперсионному анализу. При параллельном исследовании — однофакторному дисперсионному анализу, при повторном исследовании — дисперсионному анализу повторных измерений, при перекрестном исследовании — многофакторному дисперсионному анализу, включающему такие факторы, как группа, субъект внутри группы, период и лекарственный препарат. На основе дисперсионного анализа строят доверительные интервалы (в логарифмической шкале) для оценки различия между сравниваемыми препаратами. Затем полученные доверительные интервалы подвергаются обратному преобразованию (рассчитывают экспоненту), чтобы построить желаемые доверительные интервалы для отношения средних в исходных (не преобразованных) единицах измерения. При оценке статистической значимости изменения $T_{\text{макс}}$ доверительные интервалы не рассчитывают, а применяют методы непараметрической статистики. При параллельном дизайне — критерий Манна-Уитни, при последовательном и перекрестном дизайне — Вилкоксона.

Работа поддержана грантом РФФИ №6-04-00320 а

SUMMARY OF THE PROJECT

In the work approaches to assessing drugs belonging to protein-transporter P-glycoprotein inducers and inhibitors in experiments in vitro and in vivo are presented. The necessity of carrying out pre-clinical studies in vivo is proved. The design and statistical processing of the researches in vivo is described.

KEYWORDS

P-glycoprotein, ABCB1-protein, drug-drug interactions

ДОКЛАДЧИК

Агапова Юлия Константиновна
Agarova Yulia

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Структурно-функциональный анализ бактериальных HU-белков

ОРГАНИЗАЦИЯ

Московский физико-технический институт (государственный университет)

РЕЗЮМЕ

HU белки являются наиболее распространенными ДНК-связывающими белками в прокариотических организмах и играют важную роль в процессах репликации, репарации и рекомбинации ДНК. Сравнение пространственной укладки HUSpm с бактериальными гомологами показало, что их структуры весьма схожи. В то же время согласно данным ДСК, HUSpm отличается высокой температурой тепловой денатурации (76 градусов по Цельсию). С целью выяснения структурных особенностей HUSpm, ответственных за высокую термостабильность белка, был проведен детальный анализ его структуры, который позволил выявить факторы, ответственные за необычные термостабильные характеристики белка.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

HU белки, ДНК-связывание, термостабильность, гидрофобное ядро, *Spiroplasma melliferum*.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Цель данной работы состояла в выявлении структурных особенностей HUSpm, ответственных за высокую термостабильность белка. Для этого сначала был проведен детальный анализ структуры HUSpm, который позволил выявить факторы, потенциально ответственные за необычные термостабильные характеристики белка. После чего, был осуществлён направленный точечный мутагенез белка, с последующим определением влияния мутаций на температуру плавления молекулы, что позволило подтвердить или опровергнуть вклад каждой из вышеперечисленных структурных особенностей HUSpm в термостабильность белка.

ВВЕДЕНИЕ

В бактериях белки, ассоциированные с нуклеотидом (NAPs — nucleoid associated proteins), представляют одну из самых больших групп регуляторов, которые контролируют уплотнение генома, хромосомную архитектуру и различные виды операций, связанных с ДНК. Особую роль среди NAPs играет гистоноподобный белок HU, который присутствует абсолютно во всех бактериях и является самым высококопийным ДНК связывающим белком.

HU белки — это небольшие (ММ около 10 кДа) положительно заряженные белки, образующие гомо или гетеродимеры. Небольшой размер и высокий уровень сходства первичной и пространственной структуры HU белков делают их удобным объектом для изучения зависимости функциональных особенностей макромолекулы от её структуры.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Мутагенез «quick change» с использованием одного праймера

Праймер состоит из левого плеча длиной 15–18 п. о., полностью соответствующего последовательности расположенной в 5' — области от мутируемого участка, далее идет мутируемый участки правое плечо 15–18 п. о.

С заказанного праймера синтезируется новая цепь по всей длине плазмидной матрицы с помощью термостабильной полимеразы, обладающей корректирующей 3' — >5' экзонуклеазной активностью (Tersus, Евроген).

Метод анализа изменения электрофоретической подвижности

Акриламидный гель для EMSA анализа приготавливался по стандартной методике, используемой для заливки гелей для электрофореза по Лэммли.

Для постановки EMSA смешивали в соответствующих концентрациях с 5 pmol белка и 5 pmol олигонуклеотида до объема 8 мкл. В полученную смесь добавляли 2 мкл буфера для образцов и наносили на 15% неденатурирующий акриламидный гель.

Электрофорез проводили на напряжении 200В при температуре 4°C.

Дифференциально сканирующая каллометрия

Измерение избыточной теплоёмкости денатурации белка проводили в дифференциальном адиабатическом микрокалориметре ДАСМ-4М с капиллярными ячейками объёмом 467 мкл при давлении в ячейках 2,2 атмосферы и скорости нагрева 1 K/min.

Для эксперимента использовался белок в концентрациях 1,0 и 4.5 мг/мл, находящийся в буфере, содержащем 10 mM sodium phosphate (pH 7.4) и 0.2 M NaCl (или 1.0 M NaCl для проверки влияния концентрации соли на процесс тепловой денатурации белка).

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Были выделены ключевые структурные факторы, ответственные за высокую термостабильность HUSpm — неконсервативные Phe14 и Phe29, укрепляющие димерный гидрофобный контакт, полуконсервативный Phe31, ответственный за отсутствие внутренней полости в интерфейсе димера, и Lys35 и Asn92, которые участвуют в формировании уникальных водородных связей между мономерами. Эти факторы отличаются от описанных ранее для других белков HU из термофильных бактерий *B. stearothermophilus* и *T. maritima*.

Для подтверждений проведенного анализа были проведены направленные мутации AA остатков.

У полученных мутантов была исследована термостабильность методом ДСК (Таблица 1).

Таблица 1. Влияние мутаций на температуры плавления HUSpm измеренных с помощью ДСК в условиях эксперимента: 2,0 мг/мл белка и 0,2М NaCl

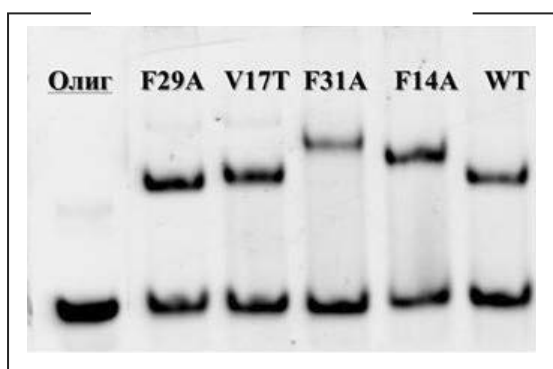
Мутация	wt	F14A	F29A	V17T	F31L	L35T	N92K
T _{melt} *, °C	74.5, 87.3	63.0	45.2, 59.2	74.2	64.2	49.7, 77.1	70.7

*В случае двух пиков на кривой ДСК, указаны две температуры.

Для отдельных мутантов также был проведен анализ их изменения электрофоретической подвижности.

Из рисунка видно, что наибольшее влияние на электрофоретическую подвижность оказала замена полуконсервативного 31 фенилаланина.

Рисунок 1. EMSA, 12% ПААГ, 0.5xТБ буфер



ВЫВОДЫ

1. Основываясь на сравнительном анализе пространственной структуры HUSpm и других HU-белков, имеющих различную термостабильность, были выявлены аминокислотных остатков остатки, потенциально ответственные за высокую термостабильность HUSpm.

2. Были получены мутанты HU белка из *Sp. Melliferum*, позволившие проверить вклад в аномально-высокую термостабильность белка неконсервативных и полуконсервативных гидрофобных аминокислотных остатков.

3. Было установлено, что из всех проверенных аминокислотных остатков остатков максимальное влияние на термостабильность имел неконсервативный F29, тогда-как полуконсервативный F31, закрывающий 100А полость в области димерного контакта, характерную для ряда HU белков, влиял на способность белка изгибать ДНК.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Christodoulou, E., Rypniewski, W. R. & Vorgias, C. E. (2003) High-resolution X-ray structure of the DNA-binding protein HU from the hyper-thermophilic *Thermotoga maritima* and the determinants of its thermostability, *Extremophiles*. 7, 111–122.
2. Kawamura, S., Abe, Y., Ueda, T., Masumoto, K., Imoto, T., Yamasaki, N. & Kimura, M. (1998) Investigation of the structural basis for thermostability of DNA-binding protein HU from *Bacillus stearothermophilus*, *The Journal of biological chemistry*. 273, 19982–7.
3. Dillon, S. C. and C.J. Dorman, Bacterial nucleoid-associated proteins, nucleoid structure and gene expression. *Nat Rev Microbiol*, 2010. 8 (3): p. 185–95.

SUMMARY OF THE PROJECT

HU proteins are the most abundant DNA-binding proteins in prokaryotic organisms, playing an essential role in processes of DNA replication, repair, and recombination. Detailed analysis revealed that the spatial structure of the HUSpm dimer is similar to that of its bacterial homologs. At the same time according to DSC data, HUSpm has a high thermal denaturation temperature comparable (76°C). In order to find the structural basis of HUSpm thermal stability, we identified amino acid residues potentially responsible for this feature and changed them by site-directed mutagenesis.

KEYWORDS

HU proteins, DNA binding, thermal stability, hydrophobic core, *Spiroplasma melliferum*.

ДОКЛАДЧИК

Байдамшина Диана Рафисовна
Baydamshina Diana

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Фицин — деструктор микробных биопленок

ОРГАНИЗАЦИЯ

Казанский (Приволжский)
федеральный университет

СОАВТОР(Ы) ДОКЛАДА

Тризна Елена Юрьевна

РЕЗЮМЕ

Фицин — растительная протеаза, эффективно разрушала структурные компоненты матрикса биопленок *S. aureus* и *S. epidermidis* в концентрации 10 мг/мл. Пространственную структуру биопленки анализировали при помощи атомно-силовой микроскопии. После обработки фицином, структура биопленки стала пористой, с пониженной вязкостью. Окрашивание обработанных биопленок конго красным подтвердило гидролиз белкового компонента матрикса. Кроме того, обработка биопленки фицином увеличила антимикробную эффективность ципрофлоксацина против биопленок *S. aureus* и *S. epidermidis*.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Фицин, биопленки, ципрофлоксацин, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Целью работы было установить возможность применения фицина для разрушения микробных биопленок на различных поверхностях.

В соответствии с поставленной целью в работе решались следующие задачи:

1. Исследовать эффективность разрушения биопленок фицином и трипсином.
2. Установить возможность повышения эффективности антибиотика цiproфлуксацина в отношении *Staphylococcus aureus* и *Staphylococcus epidermidis* в фицина.
3. Оценить гено- и цитотоксичность фермента.

ВВЕДЕНИЕ

Бактерии образуют биопленки повсеместно: на подводных поверхностях природных водных систем и водопроводов, живых тканях, поверхностях зубов, медицинских устройствах и имплантатах. Действие антибиотиков, используемых в настоящее время, обладает низкой эффективностью против биопленок [Vuong *et al.*, 2004]. Следовательно, одним из направлений в фармакологии является разработка препаратов, которые бы эффективно подавляли рост и образование ими биопленок. В настоящее время одним из подходов является покрытие поверхностей серебром или ферментами, которые разрушают матрикс биопленки.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

2.1 Штаммы

В работе использовали штаммы *Staphylococcus aureus* (ATCC 29213), *Staphylococcus epidermidis* (клинический изолят), *Micrococcus luteus* (клинический изолят), *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 27853), *Escherichia coli* (ATCC 25922), *Bacillus subtilis* 168. Для проверки соединений на мутагенность были использованы штаммы *S.typhimurium* TA 98 (hisD 3052, rfa, pKm 101, ΔuvrBbio) предоставленный НИИ по БИХС г. Купавна и *Salmonella typhimurium* TA1535/pSK1002 [OdaY *etal.*, 1985]. Также в работе использовались раковые клетки молочной железы (MCF7) и стволовые клетки из стромально-васкулярной фракции собак, предоставленные лабораторией клеточных технологий под руководством Ризванова А. А.

2.2 Исследуемые соединения:

в работе использовались ферменты: фицин и трипсин (Sigma)

2.3 ДНК-повреждающий тест

Одним из тестов на повреждение ДНК является тест на определение индукции SOS-ответа бактериальной клетки на воздействие испытуемого агента, так называемый SOS-хромотест. Для проверки испытуемых соединений ночную культуру бактерий *Salmonella typhimurium* TA1535/pSK1002 разводили в среде LB в 10 раз. Полученную культуральную жидкость разливали по 3 мл в пробирки и растили 4 часа в присутствии исследуемых соединений в необходимых концентрациях. Затем клетки собирали центрифугированием и определяли активность β-галактозидазы в клетках.

Также в работе использовались следующие методы: Тест Эймса [Ames, 1971], определение цитотоксичности, определение активности β-галактозидазы.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Оптимизация условий получения моно- и полимикробных биопленок в лабораторных условиях на поверхностях культуральных чашек: наиболее оптимальной была среда ВМ (Basal medium), успешно использованная в ранних работах [Кауумов *et al.*, 2015, J Antibiotics; Тризна с соавт., 2015, Acta Naturae]. Остальные среды были менее эффективными для образования биопленок.

Оценка разрушения бактериальных биопленок фицином и трипсином: Растворимый фицин разрушал биопленки всех тестируемых штаммов уже в кон-

центрации 1 мкг/мл за исключением *P. aeruginosa*. Наиболее эффективно разрушались биопленки бактерий *S. aureus* и *S. epidermidis*. При этом трипсин оказывал значительно менее эффективное разрушающее действие по сравнению с фицином, несмотря на 5-кратное превышение удельной протеолитической активности на азоказеине у препарата трипсина.

Оценка количества белкового компонента матрикса биопленки при помощи окрашивания Congo Red: при добавлении фермента структура нарушается, вероятно из-за протеолиза белкового компонента матрикса под действием фицина. В результате фицин разрушал весь белковый компонент бактериальных биопленок, образованных всеми используемыми штаммами.

Исследование возможности повышения эффективности антибиотика ципрофлоксацина в отношении *Staphylococcus aureus* и *Staphylococcus epidermidis* в присутствии фицина: По причине наличия биопленки, оказывающей защитное действие, в отсутствие фермента количество мертвых клеток было незначительным. При внесении растворимого фермента наблюдалось значительное снижение количества жизнеспособных клеток, вероятно, благодаря разрушению биопленки и повышению доступности клеток бактерий для антибиотика. Таким образом, внесение фицина способствует разрушению биопленок и повышению эффективности антибиотиков.

Характеристика мутагенной и цитотоксической активности фицина: Фицин как и трипсин не демонстрировал мутагенного действия в тесте Эймса, что свидетельствует об отсутствии генотоксичности. Недостатком теста Эймса является сравнительно большое число ложных результатов, как положительных, так и отрицательных. Чтобы проверить полученные данные по мутагенности, исследовали ДНК-повреждающую активность ферментов. Полученные результаты показали, что ни одно соединение в концентрации, подавляющей образование биопленок у бактерий, не вызывало повышения SOS-ответа в UMU тесте, что говорит об отсутствии повреждения ДНК клеток. Ни одно из соединений не снижало активности митохондриальной дегидрагеназы, что свидетельствует об отсутствии их цитотоксичности. Также проводили микроскопирование для выявления негативного эффекта фермента на морфологию клеток на первые, вторые и третьи сутки. Ни один фермент не изменял морфологию стволовых клеток (рисунок 8) и клеток линии MCF7.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Ames, B.N. Methods for detecting carcinogens and mutagens with the Salmonella/mammalian-microsome mutagenicity test/B.N. Ames, J. McCann, E. Yamasaki//Mutat Res. — 1975. P. 347–364.
2. Oda, Y. Evaluation of the new system (umu-test) for the detection of environmental mutagens and carcinogens/Y. Oda, S. Nakamura, I. Oki, T. Kato, H. Shinagawa//Mutat Res. — 1985. — P. 219–229.
3. Saising, J. Activity of gallidermin on *Staphylococcus aureus* and *Staphylococcus epidermidis* biofilms/L. Dube, A. K. Ziebandt, S. P. Voravuthikunchai, M. Nega, F. Götz//Antimicrob Agents Chemother. — 2012. — P. 5804–5810.
4. Vuong, C. Polysaccharide intercellular adhesin (PIA) protects *Staphylococcus epidermidis* against major components of the human innate immune system/J. M. Voyich, E. R. Fischer, K. R. Braughton, A. R. Whitney, F. R. DeLeo, M. Otto // Cell Microbiol. — 2004. — P. 269–275.

SUMMARY OF THE PROJECT

Proteolytic enzymes are able to speed up wound healing by removal of the necrotic tissues and fibrin. Several investigations have reported that proteases damage also the microbial biofilms formed by opportunistic bacteria including *Staphylococci* on surfaces of chronic and acute dermal wounds. Therefore, proteases are seemingly perspective enzymes for biofilm eradication by

hydrolysis of both matrix proteins and adhesins, proteins providing cells attachment onto solid surface and other bacteria, as well as by the cleavage of signalling peptides of intercellular communication of gram-positive bacteria. Here we report that ficin, a plant protease, efficiently degrades the structural components of biofilm matrix formed by *S. aureus* and *S. epidermidis* at concentrations of 10 mg/ml while trypsin and chymotrypsin are used as 1–2 mg/ml solution. The spatial structure of the biofilm was analyzed by atomic force microscopy. After ficin treatment, the biofilm structure became porous, with reduced viscosity. The congo red staining of the treated biofilms confirmed the hydrolysis of the protein component of the matrix. Moreover, the biofilm treatment with ficin increased the antimicrobial efficiency of ciprofloxacin against biofilm-embedded cells of *S. aureus* and *S. epidermidis*. While 24h antibiotic treatment did not lead to the increase of dead cells of neither *S. aureus* nor *S. epidermidis* embedded into the biofilm matrix, in the presence of ficin the fraction of viable cells decreased significantly. Accordingly, soluble ficin appears beneficial for outer wound treatment biofilm eradication and reduces the reinfection risk. The wound-healing activity of ficin requires further investigations.

KEYWORDS

Ficin, biofilm, ciprofloxacin, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*.

ДОКЛАДЧИК

Буслаева Наталья Николаевна
Buslaeva Natalia

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Сравнение протекторной активности гепарина и антикоагулянта из *Vaccinium myrtillus*

ОРГАНИЗАЦИЯ

Тюменский государственный медицинский университет Минздрава России

СОАВТОР(Ы) ДОКЛАДА

Смирнов Андрей Сергеевич

РЕЗЮМЕ

Исследование биологического действия лекарственных кандидатов представляет существенную проблему. В частности, достаточно сложно провести комплексное исследование системы гемостаза и оценить влияние на свертывание крови новых антикоагулянтов. Нами исследовано состояние показателей гемостаза и состояние гемодинамики в присутствии нового антикоагулянта растительного происхождения при моделировании претромботического состояния у лабораторных животных и проведено сравнение его влияния с гепарином.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Растительный антикоагулянт, гемостаз, моделирование тромбоза, гепарин.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Цель: Провести изучение изменений гемостаза, включая прижизненную визуализацию состояния кровотока, у лабораторных животных при введении нового низкомолекулярного антикоагулянта растительного происхождения и сравнить его влияние с гепарином.

Задачи

1. Получить экстракт листьев черники обыкновенной, содержащий антикоагулянт, и провести его очистку.
2. Изучить влияние полученного антикоагулянта на показатели плазмокоагуляционного гемостаза у лабораторных животных в сравнении с гепарином.
3. Изучить изменения гемодинамики и микроциркуляции у лабораторных животных при введении полученного антикоагулянта и гепарина.

ВВЕДЕНИЕ

Исследование биологического действия химических соединений создаваемых лабораторно или получаемых из природных объектов как лекарственных кандидатов, представляет существенную проблему. При этом количество исследуемых противосвертывающих средств велико, и не прослеживается тенденции к уменьшению поисковой активности. В лабораториях Тюменского ГМУ из ряда растений Западной Сибири выделены и частично охарактеризованы эффекторы с антикоагулянтной активностью. Существующие данные говорят об их достаточно высокой противосвертывающей активности, приемлемой продолжительности действия и низкой токсичности. Однако их влияние на гемостаз оценено только в «пробирочных» тестах, и требуется их дальнейшее изучение.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

В работе использовались самцы крыс массой 200 ± 40 г. Работу с животными проводили с соблюдением принципов гуманности (директива Европейского сообщества (86/609/ЕЕС) и Хельсинкская декларация (1996)). Антикоагулянты вводили внутривенно. Для коагуляционных тестов отбирали кровь и получали цитратную плазму.

Влияние антикоагулянтов на гемодинамику при моделировании тромбоза оценивали на сосудах микроциркуляторного (артериолы и вены $25\text{--}50$ мкм) русла брыжейки тонкого кишечника (полупроводниковый лазер, 535 нм, 50 мВт) методом интравитальной микроскопии.

Результаты экспериментов сравнивали с контролем, вводя вместо антикоагулянтов изотонический хлорид натрия.

Антикоагулянт получали из листьев черники обыкновенной по разработанной в нашей лаборатории методике. Влияние экстракта и коммерческого гепарина на плазмокоагуляцию оценивали по изменению активированного частичного тромбопластинового времени, протромбинового времени. Также изучали влияние на АДФ-индуцированную агрегацию тромбоцитов и деформируемость эритроцитов. Оценку показателей свертывания крови проводили на автоматическом коагулометре «Solar» (Беларусь), с использованием стандартных тест-систем. Агрегацию тромбоцитов исследовали с помощью анализатора «Biola-LA 320» (Россия), и стандартных наборов для оценки агрегации тромбоцитов «Технология-Стандарт» (Россия). Статистическую значимость оценивали, используя U-критерий Манна-Уитни, значимыми считались отличия при значениях $p < 0,05$.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Тестирование полученного из листьев черники экстракта «in vitro» показало, что наиболее выражено в присутствии экстракта тормозилось АЧТВ, что свидетельствует о преимущественном влиянии экстракта на внутренний путь плазмокоагуляционного каскада. Одновременно, анализируя полученные данные, определили, что для уверенного выявления антикоагулянтного действия экстракта необходимо создать его конечную концентрацию не менее 1 мг/мл.

После внутривенного введения экстракта крысам через 5 , 30 и 90 мин отбирали кровь и получали бедную тромбоцитами плазму, используя её для оценки АЧТВ и АТ. В течение времени наблюдения выявлялось выраженное ($i=0,17 \pm 0,003$) торможение АЧТВ. Раствор гепарина разводили изотоническим раствором, подбирая концентрацию, дающую при внутривенном введении аналогичную эффективность торможения ($i=0,17 \pm 0,02$).

В контрольной группе для развития гемодинамических нарушений требовалось облучение лазером в течение 180 секунд. По завершении облучения наблюдали увеличение скорости кровотока, сопровождавшееся повышением его оптической плотности, через 30 секунд скорость кровотока замедлялась и увеличивалась зернистость потока, что сопровождалось вазодилатацией и выраженной миграцией лейкоцитов в зону повреждения. В дальнейшем на-

блюдается адгезия и агрегация форменных элементов с формированием пристеночного, а затем и облитерирующего тромба.

Для развития гемодинамических нарушений на фоне предварительного введения гепарина потребовалось увеличить время облучения до 360 секунд. Но в отличие от контрольной группы полной остановки кровотока не наблюдалось, а гемодинамика восстанавливалась через 15 минут после прекращения воздействия.

При предварительном введении животным исследуемого экстракта листьев черники продолжительность облучения, необходимая для нарушения гемодинамики, составила 300 секунд. В сравнении с контрольной группой существенно снизилась выраженность лейкоцитарных реакций, увеличилась длительность развития гемодинамических нарушений, снизилась скорость формирования тромбов, а остановка кровотока носила временный характер (реканализация сосудов происходила через 12–18 минут).

Таким образом, полученный из листьев черники экстракт обладает антикоагулянтной активностью, реализуемой на внутреннем пути плазмокоагуляции, а антикоагулянтное действие сохраняется при внутривенном введении лабораторным животным. Предварительное введение антикоагулянта увеличивает время воздействия, требуемого для развития тромбоза и сосудистых реакций при повреждении эндотелия лазером, а протекторная эффективность антикоагулянта сопоставима с гепарином.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Русакова О.А. Растения флоры Сибири, как источники антикоагулянтов прямого действия // В сб.: Обмен веществ в норме и патологии. — Тюмень, 1992. — С. 84.
2. Probucol protects against hypochlorite induced endothelial dysfunction: identification of a novel pathway of probucol oxidation to a biologically active intermediate / P.K. Witting [et al.] // J. Biol. Chem. — 2005. — Vol. 280. — P. 15612–15618.
3. Diaz J.A., Hawley A.E., Alvarado C.M. et al. Thrombogenesis with continuous blood flow in the inferior vena cava: a novel mouse model // *Thromb Haemost.* 2010. no. 104. P. 366–375.
4. Kretz C.A., Vaezzadeh N., Gross P.L. Tissue factor and thrombosis models // *Arterioscler. Thromb Vasc. Biol.* 2010. Vol. 30. №5. P. 900–908.
5. Diaz J.A., Obi A.T., Myers D.D. Jr. et al. Critical review of mouse models of venous thrombosis // *Arterioscler Thromb Vasc Biol.* 2012. Vol. 32. №3. P. 556–562.

SUMMARY OF THE PROJECT

The study of the biological action of drug candidates is a significant problem. In particular, performing a comprehensive research of hemostatic system and estimate the effects on blood clotting of new anticoagulants are difficult. In this work, we study hemostasis and hemodynamics during the testing of plant anticoagulants in animal model of thrombosis and compare its effects with heparin.

KEYWORDS

Plant anticoagulant, hemostasis, modeling of thrombosis, heparin.

ДОКЛАДЧИК

Годухина Елизавета
Михайловна
Godygina Elizabeth

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Исследование цитокинового статуса при экспериментальном дисбактериозе

ОРГАНИЗАЦИЯ

Пензенский государственный университет

РЕЗЮМЕ

В ходе экспериментального исследования на лабораторных животных установлено, что дисбактериоз кишечника сопровождается изменениями цитокинового статуса, так уровень интерлейкин (IL) — 1 и (IL) — 6 превышает контроль в 1,7 и 1,3 раза на 10 сутки эксперимента, что по времени соответствует максимальному изменению состава кишечной микрофлоры. Динамика восстановления уровня цитокинов пришлась на 20 сутки эксперимента, что соответствовало максимальному сроку наблюдения в периоде после курса антибактериальной терапии (10 сутки).

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Эксперимент, дисбактериоз, цитокиновый профиль, гнойно-воспалительные заболевания.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Цель работы: при дисбактериозе кишечника оценить динамику провоспалительных цитокинов.

Задачи

- Смоделировать дисбактериоз кишечника способом внутримышечного введения антибактериальных препаратов;
- изучить динамику провоспалительных цитокинов в период антибактериальной терапии;
- изучить динамику провоспалительных цитокинов в период после антибактериальной терапии.

ВВЕДЕНИЕ

Гнойно-воспалительные заболевания являются основной причиной летальных исходов среди пациентов отделений реанимации-интенсивной терапии и хирургических стационаров. Назначенные для лечения гнойных заболеваний антибактериальные препараты вызывая дисбактериоз кишечника, оказывают косвенное (за счет изменения пейзажа микрофлоры кишечника), но непосредственное влияние на работу иммунной системы, а в критических ситуациях, возможно, вызывают срыв и разбалансировку врожденного и адаптивного иммунитета. Учитывая, что непосредственно связующим звеном в работе всех звеньев иммунной системы являются цитокины, представляется весьма важным и значимым изучить состояние и динамику цитокиновых реакций.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

В основе работы экспериментальное исследование на лабораторных животных — крысах линии Вистар, содержащихся в стандартных условиях вивария.

Животные были разделены на две серии по 50 крыс в каждой серии. Первая серия контрольная, животным данной серии на протяжении 10 дней ежедневно, внутримышечно вводился физиологический раствор 0,5 мл. Вторая серия опытная, животным данной серии на протяжении 10 дней ежедневно проводилась антибактериальная терапия гентамицином внутримышечно 3 мг/кг/сут.

В контрольные сроки наблюдения выводили из эксперимента по 10 животных из каждой серии. Контрольные сроки наблюдения: 1, 5, 10, 15, 20 сутки. Где

1 сутки норма, 5, и 10 сутки — период антибактериальной терапии; 15 и 20 сутки — период после курса антибактериальной терапии.

В контрольные сроки наблюдения способом декапитации под эфиром забиралась кровь для исследования цитокинового профиля методом иммуноферментного анализа. Методом твердофазного иммуноферментного анализа в сыворотке крови определяли уровни интерлейкина (IL) — 1, IL-6, с применением наборов реагентов ЗАО «Вектор-Бест», следуя приложенным инструкциям.

В качестве контроля-подтверждения дисбактериоза кишечника в контрольные сроки наблюдения осуществляли забор кишечного содержимого (вторая треть подвздошной) кишки для бактериологического исследования. Количество живых микроорганизмов (КОЕ) в суспензиях фекалий животных определяем высевом соответствующих десятикратных разведений.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

В ходе исследования установлено, что выбранный способ моделирования дисбактериоза, является адекватным для решения поставленных задач.

Исследуя динамику содержания интерлейкина (IL) — 1 установлено, начиная с пятых суток эксперимента уровень цитокина превышал контроль в 1,4 раза а к десятым суткам содержание цитокина в крови достигало максимальных значений и превышало контроль в 1,7 раза. В периоде после курса антибиотикотерапии установлена тенденция по нормализации содержания интерлейкина (IL) — 1, так к 20 суткам (10 сутки после введения антибиотика) показатель достоверно от контроля не отличался.

Исследуя динамику интерлейкин (IL) — 6 установлено, что содержание исследуемого показателя схоже с уровнем интерлейкина (IL) — 1. Так, на пятые сутки эксперимента уровень цитокина превышал контроль на 82%, к десятым суткам содержание цитокина в крови достигало максимальных значений и превышало контроль в 1,3 раза. В периоде после курса антибиотикотерапии установлена тенденция по нормализации содержания интерлейкина (IL) — 6, так к 15 суткам (5 сутки после введения антибиотика) показатель был достоверно выше контроля на 34%. К 20 суткам (10 сутки после введения антибиотика) показатель достоверно от контроля не отличался.

В ходе проведенного экспериментального исследования установлено, что по данным бактериологического анализа антибактериальная терапия вызывает дисбактериоз кишечника, с максимальным изменением состава кишечной микрофлоры на десятые сутки эксперимента. Дисбактериоз кишечника сопровождается изменениями цитокинового статуса, так уровень интерлейкин (IL) — 1 и (IL) — 6 превышает контроль в 1,7 и 1,3 раза на 10 сутки эксперимента, что по времени соответствует максимальному изменению состава кишечной микрофлоры. Динамика восстановления уровня цитокинов пришлась на 20 сутки эксперимента, что соответствовало максимальному сроку наблюдения в периоде после курса антибактериальной терапии (10 сутки).

Таким образом, в исследовании нами установлено повышение провоспалительной активности цитокинов. Выявленный факт предоставляет возможность в дальнейшем провести исследование, направленное на изучение влияния антибактериальной терапии при гнойно-воспалительных заболеваниях на предмет дальнейшего развития цитокинового дисбаланса, и конечным формированием иммунной недостаточности, принимая во внимание, что именно цитокины являются связующим звеном в работе всей системы иммунитета.

Полученные в ходе дальнейшего расширенного исследования научные знания позволят получить развитие в прикладном направлении в виде рекомендаций по назначению антибактериальных препаратов, андьювантной терапии или способов борьбы с дисбактериозом кишечника при лечении пациентов с гнойно-воспалительными заболеваниями.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Кетлинский С.А. Симбирцев А.С. Цитокины — СПб: ООО «Издательство Фолиант», 2008. — 552 с.
2. Козлов В.К. Сепсис: этиология, иммунопатогенез, концепция современной иммунотерапии. 2-е изд. — СПб.: Диалект, 2008. — 296 с.
3. Ярилин А.А. Иммунология: учебник / А. А Ярилин. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010. — 752 с.: ил.
4. De Fazio L. Longitudinal analysis of inflammation and microbiota dynamics in a model of mild chronic dextran sulfate sodium-induced colitis in mice / Fazio De L, E/ Cavazza, Spisni et. al. // World J Gastroenterol. — 2014 Feb 28;20(8):2051–61. doi: 10.3748/wjg.v20.i8.2051.
5. Peloquin JM. The microbiota and inflammatory bowel disease: insights from animal models / JM Peloquin, DD Nguyen // Anaerobe. — 2013 Dec;24:102–6. doi: 10.1016/j.anaerobe.2013.04.006. Epub 2013 Apr.

SUMMARY OF THE PROJECT

In the pilot study on laboratory rats found that accompanied by changes in bowel dysbacteriosis cytokine status, so the level of interleukin (IL) — 1 and (IL) — 6 control exceeds 1.7 and 1.3 fold on day 10 of the experiment that the time it corresponds to the maximum change in the composition of intestinal microflora. The dynamics of the recovery cytokine levels fell by 20 day of the experiment, which corresponds to the maximum period of observation in the period after a course of antibiotic therapy (day 10).

KEYWORDS

The experiment, intestinal dysbiosis, cytokine profile, purulent-inflammatory diseases.

ДОКЛАДЧИК

Жарких Елена Валерьевна
Zharkikh Elena

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Исследование особенностей реакций микроциркуляторно-тканевых систем организма человека на различные функциональные тесты с помощью методов оптической неинвазивной диагностики

ОРГАНИЗАЦИЯ

Орловский государственный
университет имени
И. С. Тургенева

РЕЗЮМЕ

В работе показаны возможности оценки функционального состояния микроциркуляторно-тканевых систем (МТС) методами лазерной доплеровской флоуметрии и флуоресцентной спектроскопии при проведении окклюзионных и локальных тепловых проб. Проведены экспериментальные исследования на условно здоровых добровольцах и на пациентах ревматологического и эндокринологического профилей. Выявлено, что применение указанных методов позволяет достоверно оценивать функциональное состояние МТС и выявлять наличие нарушений регуляции микрососудистого русла и развитие патологических процессов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Лазерная доплеровская флоуметрия, флуоресцентная спектроскопия, окклюзионная проба, тепловая проба, оптическая неинвазивная диагностика, спектральный анализ, адаптивное вейвлет-преобразование.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Целью данной работы явился анализ различных реакций МТС человека на функциональные тесты методами лазерной доплеровской флоуметрии (ЛДФ) и флуоресцентной спектроскопии (ФС). В задачи проекта входило: —

исследовать реакцию микроциркуляторно-тканевых систем организма на окклюзионную пробу при помощи методов ЛДФ и ФС; — исследовать наличие взаимосвязей между перфузией и параметрами флуоресцентной спектроскопии; — исследовать параметры микроциркуляторно-тканевых систем совместно методами ЛДФ и ФС у здоровых людей и больных сахарным диабетом; — исследовать реакции микроциркуляторно-тканевых систем организма на тепловые пробы.

ВВЕДЕНИЕ

Системные микроциркуляторные нарушения играют ключевую роль в патогенезе различных заболеваний [1], например, заболеваний ревматологического профиля или осложнений, связанных с развитием сахарного диабета. Для оценки состояния микроциркуляторно-тканевых систем (МТС) человека применяют различные оптические неинвазивные технологии, в частности, хорошо зарекомендовали себя методы лазерной доплеровской флоуметрии (ЛДФ) и флуоресцентной спектроскопии (ФС). Наиболее информативным является комплексный подход, включающий одновременное применение нескольких диагностических технологий при проведении функциональных нагрузочных проб [2].

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Первая часть исследований заключалась в регистрации перфузии ткани кровью методом ЛДФ в покое и во время проведения окклюзионной пробы. Исследования проводились на 2-х участках кожи, расположенных на вентральных поверхностях дистальной и проксимальной фаланг среднего пальца правой руки. Для регистрации применяли двухканальный лазерный анализатор капиллярного кровотока «ЛАКК-02». Одно исследование длилось 13 мин и включало непрерывную регистрацию ЛДФ-граммы при регистрации фоновой записи, артериальной окклюзии, постокклюзионного периода и периода релаксации. В исследовании приняли участие 28 здоровых добровольцев (22 года) и пациент (мужчина 21 года) ревматологического отделения с диагнозом системной красной волчанки и синдромом Рейно.

Вторая часть исследования заключалась в оценке перфузии ткани кровью и интенсивности флуоресценции кожи у здоровых людей и пациентов с сахарным диабетом при проведении локальных тепловых и холодových проб. Исследование включало 4 этапа: базовый тест (4 мин), локальная холодовая проба (25°C — 4 мин) и локальные тепловые пробы (35°C и 42°C — 4 и 10 мин). На каждом этапе регистрировалась пара спектров флуоресценции при возбуждении УФ (365 нм) и синим (450 нм) светом. Использовали комплексы «ЛАЗМА-МЦ-3» и «ЛАЗМА-ТЕСТ». Световодный зонд устанавливали на тыльной поверхности стопы в точке, расположенной между 1 и 2 пальцами. В исследовании приняли участие 76 пациентов с диагнозом сахарный диабет (53±13 лет) и 46 здоровых добровольцев (46±7 лет).

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

В первой части исследования зарегистрированные ЛДФ-граммы подвергались адаптивному вейвлет-анализу с помощью программы LDF 3.0.2.384, с помощью которого определялись амплитудные значения колебаний кровотока и среднее значение показателя микроциркуляции. При помощи критерия Манна-Уитни были доказаны статистически значимые различия в некоторых параметрах. В ходе исследования выявлено различие адаптационных изменений при проведении ОП в указанных зонах. Кроме того, выявлено различие путей адаптации МТС у различных испытуемых [2]. Например, у одного из испытуемых в начале постокклюзионного периода наблюдалось нарастание амплитуды миогенных колебаний с последующим их спадом и возвращением в нормальное состояние. У другого испытуемого после стравливания манжеты тонометра в точке 1 наблюдалось нарастание миогенных колебаний, а в точке 2 в то же время происходили изменения нейрогенного генеза. Данные, полученные при исследовании пациента ревматологического профиля с сопутствующим заболеванием в виде синдрома Рейно свидетельствуют

о наличии патологических процессов и о неадекватной реакции МТС на провокационное воздействие: сниженные колебания сердечного диапазона указывают на спазм резистивных сосудов.

Во второй части исследования производилась регистрация показателя микроциркуляции I_m и амплитуд флуоресценции I_{365}^F и I_{450}^F . Было проведено сравнение полученных результатов. Были выявлены статистически значимые различия (по критерию Манна-Уитни, $p < 0,05$) для групп пациентов относительно контрольной группы во всех приведенных параметрах. Выявлено, что интенсивность флуоресценции для пациентов с сахарным диабетом в целом больше по сравнению с контрольной группой. В то же время уровень перфузии для пациентов меньше, что особенно проявляется при тепловых пробах. Так как в указанном диапазоне длин волн максимум флуоресценции наблюдается у коферментов NADH и FAD, а также у коллагена, то полученные результаты могут свидетельствовать об уменьшенном количестве поставляемого кровью кислорода, а также о накоплении конечных продуктов гилкирования [3], и, как следствие, может говорить о развитии процессов гипоксии и ишемии тканей и развитии синдрома диабетической стопы.

Таким образом, предложенные подходы в виде сочетанной оптической диагностики состояния микроциркуляторно-тканевых систем и анализа осцилляций периферического кровотока показывают высокую способность к определению функционального состояния и прогнозированию развития патологических процессов, а также к выявлению причины и локализации возникновения нарушений.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Крупаткин, А.И. Функциональная диагностика состояния микроциркуляторно — тканевых систем: колебания, информация, нелинейность: руководство для врачей / А.И. Крупаткин, В.В. Сидоров. — М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2013. — 496 с.
2. Жарких Е. В., Жеребцова А. И., Маковик И. Н., Дрёмин В. В., Жеребцов Е. А., Потапова Е. В., Дунаев А. В. Возможности исследования изменений амплитуд колебаний кожного кровотока с помощью адаптивного вейвлет-анализа при проведении окклюзионных проб // *Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии*, № 6 (314), 2015 — С. 114–121.
3. Stirban A., Heinemann L. Skin Autofluorescence — A Non-invasive Measurement for Assessing Cardiovascular Risk and Risk of Diabetes // *European Endocrinology*, 2014, 10 (2):106–110.

SUMMARY OF THE PROJECT

The paper shows the possibility of evaluation of the microcirculatory-tissue systems (MTS) functional state by laser Doppler flowmetry and fluorescence spectroscopy during occlusion, and local heating tests. Experimental studies of healthy volunteers and patients with rheumatologic and endocrinologic profiles diseases were conducted. It was found that the use of these methods can reliably assess the MTS functional state and to detect the presence of microvascular regulation disorders and evolution of pathological processes.

KEYWORDS

Laser Doppler flowmetry, fluorescence spectroscopy, occlusion test, heating test, optical non-invasive diagnostics, spectral analysis, adaptive wavelet filtering.

ДОКЛАДЧИК

Колобынина Ксения Глебовна
Kolobynina Ksenia

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Влияние сверхэкспрессии тескалцина на адипогенную и остеогенную дифференцировку мезенхимных стволовых клеток человека

ОРГАНИЗАЦИЯ

Казанский (Приволжский)
федеральный университет

СОАВТОР(Ы) ДОКЛАДА

Слепак Владлен Захарович,
Ризванов Альберт Анатольевич

РЕЗЮМЕ

Тескалцин играет важную роль в пролиферации и дифференцировке отдельных клеточных типов, контролирует экспрессию факторов транскрипции семейства Ets через PMA-индуцированный ERK-сигнальный путь. Этот путь регулирует пролиферацию и дифференцировку остеобластов и мезенхимных стволовых клеток (МСК) в процессе остеогенной дифференцировки. Особое место в регенеративной медицине занимают исследование и применение стволовых клеток, выделенных из жировой ткани (МСК-ЖТ), поскольку они отличаются сравнительной доступностью и высоким пролиферативным потенциалом, отдельный интерес представляет остеогенный и адипогенный потенциал МСК-ЖТ.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Тескалцин, мультипотентные мезенхимальные стромальные клетки, рекомбинантные лентивирусы, остеогенная дифференцировка, адипогенная дифференцировка.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Цель работы — оценить влияние сверхэкспрессии тескалцина на дифференцировку мезенхимных стволовых клеток из жировой ткани человека (МСК-ЖТ) в адипогенном и остеогенном направлениях.

Задачи

1. Получить рекомбинантные лентивирусы, кодирующие кДНК или киРНК к мРНК гена тескалцина человека.
2. Провести генетическую модификацию (трансдукцию) мезенхимных стволовых клеток полученными лентивирусами.
3. Провести оценку жизнеспособности мезенхимных стволовых клеток после генетической модификации и подтвердить эктопическую экспрессию гена тескалцина в МСК-ЖТ.
4. Провести дифференцировку генетически модифицированных МСК-ЖТ в остеогенном и адипогенном направлениях.

ВВЕДЕНИЕ

Открытый в 2001 году белок тескалцин, принадлежащий к семейству EF-hand Ca^{2+} -связывающих белков, показал свое участие в самых разных процессах в организме: взаимодействие с Na^+/H^+ -антипортом 1 типа, контроль экспрессии факторов транскрипции семейства Ets через PMA-индуцированный ERK-путь, участие в NF- κ B сигнальном пути, также он является потенциальной онкомишенью, нейрональным маркером и ингибитором гипертрофии сердца. Кроме того, также было показано, что тескалцин вовлечен в процессы дифференцировки и пролиферации клеток, в том числе и мегакариоцитов [1]. Однако нет данных о влиянии эктопической экспрессии тескалцина на направление и интенсивность дифференцировки МСК-ЖТ, что интересно с точки зрения регенеративной медицины [2,3].

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

МСК-ЖТ человека были выделены с помощью ферментативной обработки 0, 2% раствором коллагеназы краба (159 ПЕ/мг). Иммунофенотипирование МСК-ЖТ проводили с помощью иммунофлуоресцентного окрашивания спец-

ифичными антителами к различным CD-маркерам. МСК-ЖТ со сверхэкспрессией или нокадаун гена тескалцина были получены путем их генетической модификации с использованием рекомбинантных лентивирусов, которые были получены по стандартной методике путем ко-трансфекции векторной, оболочечной и упаковочной плазмидами клеток НЕК293-FT. Плазмиды предоставлены профессором молекулярной и клеточной фармакологии Медицинской школы Университета Майами (США) Слепаком В.З. Жизнеспособность МСК-ЖТ после лентивирусной трансфекции определяли с помощью MTS-теста. Эктопическая экспрессия тескалцина была подтверждена в одном из образцов МСК-ЖТ с помощью ПЦР в реальном времени (RT-PCR), остальные образцы были исследованы в качестве контрольных. МСК-ЖТ поддерживали в среде для дифференцировки StemPro® Osteogenesis Differentiation Kit (Gibco) 18 дней для остеогенной дифференцировки, в среде StemPro® Adipogenesis Differentiation Kit (Gibco™) 14 дней для адипогенной дифференцировки. Относительное количество клеток, начавших дифференцировку, определялось методом визуального подсчета. Результаты анализировали на инвертированном микроскопе AxyObserver. Z1 (Carl Zeiss) с использованием программного обеспечения AxyoVision Rel. 4.8.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Из жировой ткани человека были выделены МСК, экспрессирующие поверхностные антигены, характерные для МСК человека: CD44, CD73, CD90, CD105 и CD166. С помощью генетической модификации были получены МСК-ЖТ со сверхэкспрессией тескалцина, подтверждена эктопическая экспрессия тескалцина, чего не наблюдалось в контроле. Жизнеспособность МСК-ЖТ после вирусной трансдукции почти не изменилась по сравнению с нативными линиями МСК-ЖТ человека. Была индуцирована дифференцировка полученных линий МСК-ЖТ с сверхэкспрессией тескалцина в адипогенном и остеогенном направлении, проведена их окраска с целью детекции клеток, вступивших на путь дифференцировки. Окраска Oil Red O и реакция von Kossa используются для визуальной идентификации дифференцирующихся клеток, анализ образцов после окраски показал значительное увеличение интенсивности дифференцировки МСК-ЖТ со сверхэкспрессией тескалцина как в адипогенном, так и в остеогенном направлении по сравнению с контрольными клетками. В результате визуального подсчета было выявлено, что по сравнению с контролем большее количество МСК-ЖТ со сверхэкспрессией тескалцина начало накопление включений, сигнализирующих о начале пролиферации стволовых клеток в специализированные. Можно заключить, что тескалцин способен увеличивать пролиферативный потенциал МСК-ЖТ, что могло бы быть полезным в регенеративной медицине.

ВЫВОДЫ

1. Получены рекомбинантные лентивирусы, кодирующие кДНК или киРНК к мРНК гена тескалцина человека. Получены линии МСК-ЖТ со сверхэкспрессией и нокадаун гена тескалцина.
2. Жизнеспособность МСК-ЖТ почти не изменилась после лентивирусной трансдукции. Подтверждена эктопическая экспрессия гена тескалцина в линии МСК-ЖТ Tescalcin-GFP.
3. В культуре МСК-ЖТ со сверхэкспрессией тескалцина наблюдалась значительно большая интенсивность остеогенной и адипогенной дифференцировки.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Levay K., Slepak V.Z. Tescalcin is an essential factor in megakaryocytic differentiation associated with Ets family gene expression // J Clin Invest. — 2007. — V. 117. — P. 2672–2683.
2. Карпюк В. Б., Лаврешин П. М., Маркушин А. А. Сравнительная оценка жизнеспособности клеток аспирированной жировой ткани. Методологические

аспекты липофилинга // *Анналы пластической, реконструктивной и эстетической хирургии.* — 2011. — № 4. — С. 83–85.

- Кирик В. М., Бутенко Г. М. Стволовые клетки из жировой ткани: основные характеристики и перспективы клинического применения в регенеративной медицине (обзор литературы) // *Журн. АМН України.* — 2010. — Т. 16. — № 4. — С. 576–604.

SUMMARY OF THE PROJECT

Tescalcin plays an important role in the proliferation and differentiation of certain cell types. It is involved in the regulation of expression of Ets family transcription factors through PMA-induced the ERK pathway. The pathway regulates the proliferation and osteogenic differentiation of osteoblasts and mesenchymal stem cells (MSC). Research and application of adipose-derived stem cells (hADSCs) is the main part of regenerative medicine, since the hADSCs are notable for their accessibility and high proliferative potential. Osteogenic and adipogenic potential of hADSCs is of special interest.

KEYWORDS

Mesenchymal stem cells, tescalcin protein, recombinant lentiviruses, osteogenic differentiation, adipogenic differentiation.

ДОКЛАДЧИК

Коноплева Лидия Викторовна
Konopleva Lidia

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Верификация МРТ трактографии аксональных трактов in vivo

ОРГАНИЗАЦИЯ

Казанский (Приволжский)
федеральный университет

СОАВТОР(Ы) ДОКЛАДА

Недопекин Олег Владимирович

РЕЗЮМЕ

В работе проводится верификация данных аксональной трактографии in vivo при помощи двух параметров — вероятности и энтропии. В ходе анализа данных было выявлено, что вероятность лучше, чем энтропия характеризует направление тракта, насколько оно совпадает с направлением диффузии в данном вокселе, а энтропия позволяет определять области пересечения и разветвления трактов. Так же в данной работе было проведено исследование данных 5 пациентов с геморрагическим инсультом головного мозга и была выявлена корреляция между степенью поражения и величиной энтропии в области поражения.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

ДВ-МРТ, аксональная трактография.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

- Оптимизация методов верификации, разработанных и апробированных нами ранее на цифровых фантомах, для анализа реальных МРТ данных, измеренных на здоровых добровольцах и на пациентах.
- Анализ результатов аксональной трактографии по ДВ-МРТ данным, измеренным с различным пространственным разрешением, различным количеством ДВ-направлений и с отношением сигнал-шум с целью оценки достоверности обнаружения трактов в зависимости от параметров измеренных данных.
- Анализ данных аксональной трактографии в зоне геморрагического инсульта головного мозга для лучшего выявления поврежденных трактов и зон головного мозга и соотнесение полученных параметров оценки достоверности со степенью тяжести поражений.

ВВЕДЕНИЕ

Измерение самодиффузии воды при помощи МРТ открывает большие возможности для исследования биологических тканей *in vivo*, в частности тканей головного мозга. Для этой цели используются различные методики на основе диффузионно-взвешенных изображений (ДВ-МРТ), одной из которых является аксональная трактография (АТ) [1].

Алгоритмы АТ используют информацию ДВ-МРТ, чтобы найти пути прохождения нервных волокон, что открывает большие возможности для изучения нервной системы и клинической диагностики. Однако недостаток информации, шумы и искажения в данных могут привести к неверной трактовке результатов алгоритмов АТ и ошибочному определению связей в головном мозге. Поэтому результаты АТ требуют верификации.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

В качестве параметров оценки используются вероятность и энтропия Шеннона. Первоначальная формула для оценки вероятности диффузии молекул воды была взята из статьи Коха [3], однако данная формула была предложена для несколько иных целей, поэтому исходная формула была приведена к следующему виду

$$p(r) = \frac{(rDr')^2 \Omega}{S}$$

где r — вектор направления тракта в данном вокселе, Ω — некоторый телесный угол, в пределах которого определяется вероятность, S — площадь поверхности, натягиваемой на направления диффузионного взвешивания.

Энтропия Шеннона в вокселе m :

$$H(m) = - \sum p(r) \log_2 p(r)$$

где $p(i)$ — ранее рассмотренные коэффициенты вероятности.

Для исследований были смоделированы цифровые фантомы, с различными FA факторами, исследования проводились при различных уровнях сигнал/шум.

Так же исследования проводились на реальных МРТ данных различного качества:

1. Данные, полученные на МРТ-томографе «Siemens», поле — 1,5 Тесла, амплитуда градиентов 30 мТ/м, находящийся в Республиканской Клинической больнице №2. Были получены данные для 2 групп пациентов: здоровые пациенты и пациенты с геморрагическим инсультом. Параметры сканирования: разрешение— 2*2*3 мм; b=850, 12 направлений градиента.
2. Данные здорового человека, полученные на МРТ томографе «Siemens Connectom», 3 Тесла, амплитуда градиентов 30 мТ/м, находящийся в Massachusetts General Hospital (MGH), Бостон. Параметры сканирования: разрешение 1,5*1,5*1,5 мм; b=1000, 64 направления градиента.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Полученные результаты

Из всех трактов, полученных после обработки данных алгоритмами аксональной трактографии, были выделены тракты мозолистого тела и кортикоспинальный тракт. Было исследовано изменение параметров по ходу тракта. На рис. 1 представлено изменение параметров для тракта мозолистого тела. По изменению вероятности и энтропии можно четко выделить области параллельной упаковки трактов (низкая энтропия и высокая вероятность), а также области, где происходит разветвление и пересечение трактов (увеличение энтропии и снижение вероятности).

В ходе анализа данных было выяснено, что совместная оценка двух параметров позволяет оценивать корректность прохождения трактов в рамках конкретной модели реконструкции изображения. На рис. 2 представлены два варианта прохождения тракта. Эти тракты были получены различными алгоритмами аксональной трактографии, причем во втором случае метод достаточно чувствителен к входным задаваемым оператором параметрам, если эти параметры будут заданы некорректно, то могут возникать ошибки. На рис. 3 показано изменение параметров для этих двух трактов. Во втором случае (красный тракт) по энтропии можно выделить область параллельной упаковки трактов, однако скачки вероятности указывают на то, что направление тракта не совпадает с направлением диффузии в некоторых вокселях.

Анализ данных пациентов с ишемическим поражением головного мозга

Было проведено исследование данных 5 пациентов с геморрагическим инсультом и 1 здорового добровольца. Были выделены 2 симметричные зоны на кортикоспинальном тракте, одна в здоровой области — другая на границе области поражения. Ранее в этих областях было определено среднее значение фактора анизотропии и среднего коэффициента диффузии [2]. В данной работе был проведен расчет энтропии в выделенных областях, результаты были соотнесены со степенью тяжести повреждений.

Была выявлена корреляция между значением энтропии и степенью тяжести поражения — наиболее тяжелым поражениям соответствовало более высокое среднее значение энтропии в зоне поражения.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Ильясов К.А., Аганов А.В., Крехер Б.В. Магнитно-резонансная томография по тензору диффузии в исследовании микроструктуры и архитектуры белого вещества головного мозга// Технологии живых систем. 2012. Т. 9. №62)
2. Il'yasov K. A., Nedopekin O.V., Konopleva L.V., Davletshina A.R., Nizamova D.M. Verification of MRI-based fiber tracking results //Abstracts of Magnetic Resonance: fundamental research and pioneering applications (MR-70). Kazan, Russia, July 2014. P. 34.
3. 4) Koch M.A., Norris D.G., Hund-Georgiadis M. An investigation of functional and anatomical connectivity using magnetic resonance imaging //Neuroimage. 2002. V. 16. №1. P. 241–250.

SUMMARY OF THE PROJECT

In this work, methods have been proposed to validate results of MRI Fiber Tracking (FT). Several parameters have been considered, which can give information about correctness of localization of axonal tracts. The method is based on the constancy of probability and entropy along the tract. Calculations were made on numerical phantoms and on real MRI data too. It was found, that the probability characterizes the direction of the fibers, and entropy characterizes the shape of diffusivity in voxel. After analysis data of patients with stroke, it was found that entropy increases in damaged area.

KEYWORDS

Dw-mri, fiber tracking.

ДОКЛАДЧИК

Коробков Денис Михайлович
Korobkov Denis

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Система IL-1 (IL-1a, IL-1b, IL-1ra) в аспекте некоторых механизмов трубно-перитонеального бесплодия

ОРГАНИЗАЦИЯ

Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва

СОАВТОР(Ы) ДОКЛАДА

Лапштаева Анна Васильевна

РЕЗЮМЕ

Представлены данные об изменении системы IL-1 (IL- α , IL-1 β ; IL-1ra) у женщин с трубно-перитонеальным бесплодием.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Система IL-1, IL-1a, IL-1b, IL-1ra, трубно-перитонеальное бесплодие.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Цель: выявить значение системы IL-1 в аспекте некоторых механизмов трубно-перитонеального бесплодия. Задачи: 1. Определить сывороточные уровни IL- α ; IL-1 β ; IL-1ra у женщин с трубно-перитонеальным бесплодием. 2. Установить причинно-следственные связи между сывороточными уровнями IL- α ; IL-1 β ; IL-1ra и их роль в патогенезе трубно-перитонеального бесплодия.

ВВЕДЕНИЕ

Трубно-перитонеальное бесплодие в современном мире удерживает лидирующие позиции в структуре женской инфертильности [1,2,4]. На фоне официально зарегистрированного снижения частоты острых воспалительных заболеваний органов малого таза, нет снижения частоты трубно-перитонеального бесплодия. Причины этого несоответствия во многом зависят от нарушения иммунного ответа. Значимую роль в нарушении иммунного ответа отводится провоспалительным цитокинам, а именно — системе IL-1 [3,5].

Актуальность выбранной темы обусловлена, прежде всего, тем, что до настоящего времени нет единой концепции, которая смогла бы объяснить ключевые аспекты нарушения иммунного ответа в механизмах развития трубно-перитонеального бесплодия.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Было проведено клинико-биохимическое, иммунологическое, инструментальное обследование 30 женщин с трубно-перитонеальным бесплодием. Возраст пациенток — $35,5 \pm 1,8$ лет. Контрольную группу составили 20 практически здоровых женщин с доказанной фертильностью, имеющих от 1 до 3 здоровых детей, сопоставимых по возрасту. Количество IL-1a, IL-1b, IL-1ra определяли иммуноферментным методом в сыворотки с помощью тест-систем фирмы Bender MedSystems на иммуноферментном автоматическом анализаторе «Personal lab» на кафедре иммунологии, микробиологии и вирусологии МГУ им. Н.П. Огарева.

Для статистической обработки использовали пакет программ Statistica 6.0. Нормальность распределения показателей определяли с помощью одновыборочного критерия Колмагорова — Смирнова, что обосновало использование t-критерий Стьюдента. Полученные данные представлены в виде среднего арифметического, стандартного отклонения.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Дисбаланс образования иммунологических молекул и рецепторов к ним приводит к нарушению репродуктивного процесса на любой из стадий. Адекватная функциональность иммунной системы обеспечивает максимальную рецептивность эндометрия и совокупность процессов, влияющих на ангиогенез, обеспечивая имплантацию эмбриона в дальнейшем.

В течение менструального цикла одну из ключевых значений в процессах роста, формирования, созревания эндометрия играет ангиогенез, который

определяет успех имплантации. Наряду с сосудистым эндотелиальным фактором роста ангиогенным действием обладает и IL-1.

В ходе исследования были определены следующие показатели семейства IL-1 в контрольной группе женщин: IL-1 β = 4,23 \pm 0,85 пг/мл ($p < 0,01$); IL-1 α = 5,21 \pm 0,854 пг/мл ($p < 0,05$); IL-1ra = 673 \pm 0,86 пг/мл ($p < 0,05$). В группе женщин с трубно-перитонеальным бесплодием были получены следующие результаты: IL-1 β = 15,2 \pm 1,1 пг/мл ($p < 0,01$), что достоверно выше, чем в группе контроля в 3, 7 раза ($p < 0,001$). Показатель IL-1 α в группе женщин с трубно-перитонеальным бесплодием составил 13 \pm 1,04 пг/мл ($p < 0,01$), что также достоверно выше, чем в группе контроля в 2,6 раза ($p < 0,001$); показатель IL-1ra в группе женщин с трубно-перитонеальным бесплодием 343 \pm 0,85 пг/мл был достоверно ниже показателя IL-1ra в группе контроля в 1, 9 раза, ($p < 0,05$).

Анализируя эти данные, мы предположили, что у женщин с трубно-перитонеальным бесплодием наблюдается неадекватная сосудистая перфузия в тканях, которая развивается вследствие неадекватного иммунного ответа, с выраженной активацией провоспалительных цитокинов из семейства IL-1, таких как IL-1 α и IL-1 β , по-видимому каскад этих явлений не обеспечивает циклическую трансформацию эндометрия и формирование трофобласта, что в конечном итоге приводит к нарушению процессов имплантации. При анализе уровней IL-1 β , — 1 α необходимо учитывать соотношение с изменением уровня IL-1ra, так как последний является их естественным антагонистом и обладает противовоспалительными свойствами. В ходе нашего исследования было также установлено, что у больных с бесплодием трубно-перитонеального генеза, отмечаются выраженные признаки дисбаланса иммунного гомеостаза, прежде всего проявляющиеся в активации иммунопатологических процессов, способствующих поддержанию хронического воспаления, о чем свидетельствуют достоверное снижение показателя IL-1ra в группе больных с трубно-перитонеальным бесплодием. IL-1ra, обладающий иммуносупрессорной активностью, вероятно и обеспечивает имплантацию эмбриона.

Таким образом повышение продукции иммуностимулирующих цитокинов, а именно IL-1 α и IL-1 β , приводит к синтезу других цитокинов, обладающих каскадом биологических эффектов, которые в свою очередь вызывают формирование спаечных процессов на эндометрии, что в настоящее время рассматривается как одна из возможных причин трубно-перитонеального бесплодия.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Волкова, Е. Ю. Роль маточной гемодинамики в оценке рецептивности эндометрия/ Е. Ю. Волкова, И. Е. Корнеева, Е. С. Силантьева// Проблемы репродукции. — 2012. — №2. С. 57–62.
2. Дубинская, Е. Д. Спаечный процесс в малом тазу — профилактика и лечение /Е. Д. Дубинская, А. С. Айрапетян// Вестник РУДН. — 2011. — №6. — с. 186–192.
3. Попова, Н. С., Самошина М. Б., Калтдинован А. З. Гинекологическая заболеваемость и репродуктивные потери в России в первой декаде XXI века // Вестник РУДН. Серия Медицина. Акушерство и гинекология. — 2015. — №4. — с. 180–183.
4. Симбирцев, А. С. Интерлейкин-1. Физиология. Патология. Клиника. / А. С. Симбирцев. СПб: ООО «Издательство ФОЛИАНТ», 2011. — 480 с.
5. Boraschi D, Tagliabue A. The interleukin-1 receptor family // Vitam Horm. — 2016. — Vol. 34. — P. 129–154.

SUMMARY OF THE PROJECT

Tuboperitoneal infertility in the world today holds leading positions in the structure of female infertility. Against the background of the officially registered

reduce the frequency of acute inflammatory diseases of the pelvic organs, there is no decrease in the frequency of tubal- peritoneal infertility. The reasons for this discrepancy is largely dependent on the violation of the immune response. A key role in the violation of the immune response given to pro-inflammatory cytokines, or to be more precise the IL-1 system. The project presents the data on the system's role IL- 1 (IL- α , IL-1 β ; IL-1ra) in the development of the key mechanisms for the development of tube- peritoneal infertility in women of reproductive age.

KEYWORDS

IL- 1 system, IL-1a, IL-1b, IL-1ra, tubo — peritoneal infertility.

ДОКЛАДЧИК

Красулина Ксения Сергеевна
Krasulina Ksenia

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Исследование взаимодействия нейромодуляторов последнего поколения с пористыми носителями для создания новых лекарственных форм препаратов

ОРГАНИЗАЦИЯ

Московский физико-технический институт (государственный университет)

РЕЗЮМЕ

В качестве основы контейнеров интраназальной доставки в мозг было предложено использовать пористые сферические микрочастицы карбоната кальция в модификации ватерита. Проведена загрузка разработанных контейнеров лекарственным препаратом — снотворным последнего поколения золпидемом. Интраназальное введение золпидема позволит избежать недостатков прохождения через желудочно-кишечный тракт и повысить эффективность препарата. Спектрофотометрически определена загрузка контейнеров целевым соединением, изучены динамика его высвобождения в воде и физиологическом растворе и влияние полимерной оболочки на этот процесс.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Адресная доставка лекарств, карбонат кальция, микрокапсулирование, капсулирование.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

1. Сформировать систему для интраназальной доставки на пористых частицах;
2. Модифицировать ядра кальций карбоната магнитными наночастицами;
3. Провести адсорбцию на ядра карбоната кальция лекарственного препарата — золпидема
4. Добиться максимальной загрузки золпидемом и его минимальной десорбции в среду растворителя при хранении.

ВВЕДЕНИЕ

В последнее время в фармакологии большое внимание уделяется адресной доставке лекарств. Одним из способов является интраназальная доставка. Интраназальная доставка это неинвазивный метод, основывающийся на способности лекарственных веществ высасываться в слизистой оболочке носовой полости. Таким образом, лекарственное вещество поступает в мозговую, а далее и в системный кровоток. Так же увеличивается скорость развития терапевтического эффекта, способ прост в применение, а такая система обладает высокой биодоступностью. Следует отметить возможность доставки лекарственного вещества напрямую в ЦНС, минуя гематоэнцефалический барьер. Благодаря этим преимуществам, метод интраназальной доставки крайне актуален.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ**Методы:**

1. Электронная Сканирующая Микроскопия
2. Спектрофотометрия
3. Метод электрофоретического рассеяния света

Материалы:

1. Тартрат Золпидема
2. Карбонат Кальция
3. Растворители и полимеры.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

1. сформирована система для интраназальной доставки на пористых частицах;
2. ядра модифицированы магнитными наночастицами;
3. проведена адсорбция на ядра карбоната кальция лекарственного препарата — золпидема
4. достигнута максимальная загрузка золпидемом и его минимальной десорбции в среду растворителя при хранении.

Используемые источники

1. Pires A., Fortuna A., Alves G., Falcao A. // J. Pharm. Pharmaceut. Sci. 2009. V.12. P. 288–311.
2. Majithiya R. J., Ghosh P. K., Umrethia M. L., Murthy R. S. R. // AAPS Pharm. Sci. Tech. 2006. V. 7. Article 67.]
3. Furubayashi T., Kamaguchi A., Kawaharada K., Masaoka Y., Kataoka M., Yamashita S., Higashi Y., Sa8kane T. // Biol. Pharm. Bull. 2007. V. 30. P. 1007–1010.
4. Белоусов Ю.Б., Гуревич К.Г. Клиническая фармако_кинетика. Практика дозирования лекарств. М.:Литтерра, 2005. С. 286.
5. Hashizume R., Ozawa T., Gryaznov S. M., Bollen A. W., Lamborn K. R., Frey W. H. 2nd, Deen D. // Neuro-oncology. 2008. V. 10. P. 112–120.
6. Jadhav K. R., Gambhire M. N., Shaikh I. M., Kadam V., Pisal S. S. // Current Drug Therapy. 2007. V. 2. P. 27–38.
7. Xie Y., Lu S., Cao S., Jiang X., Yin M., Tang W. //Chem. Pharm. Bull. 2006. V.54. P. 48–53.

SUMMARY OF THE PROJECT

In this project was created a new drug system with Zolpidem for the intranasal delivery. Zolpidem was adsorbed into porous CaCO₃ particles. Also was studied influence of different parameters on the adsorption level.

KEYWORDS

Drug delivery system, incapsulation, intranasal delivery.

ДОКЛАДЧИК

Кудашова Анастасия
Александровна
Kudashova Anastasia

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Обнаружение микрокальцификатов (тяжелых сферических микрочастиц) в мягких биологических тканях на примере желатиновых фантомов

ОРГАНИЗАЦИЯ

Нижегородский
государственный университет
им. Н. И. Лобачевского

РЕЗЮМЕ

Разработана методика создания фантома мягкой биологической ткани, содержащей частицы, имитирующие микрокальцификаты в ткани молочной железы, на основе которой созданы фантомы, используемые в исследованиях. Разработан и исследован метод определения размера микрокальцификатов в ткани на основе временных зависимостей смещения частиц относительно однородной среды.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Ультразвуковая диагностика, микрокальцификаты, мягкие биологические ткани, желатиновые фантомы.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Развитие метода обнаружения микрокальцификатов в тканях молочной железы.

ВВЕДЕНИЕ

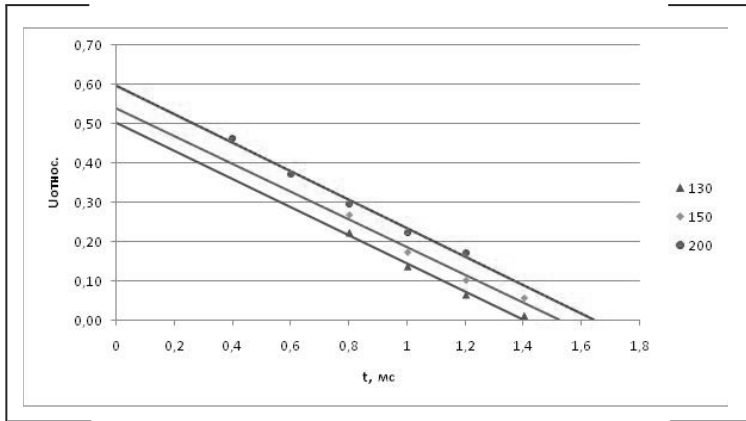
Важной задачей современной диагностики, является разработка метода, позволяющего на ранней стадии обнаружить рак молочной железы. Главным диагностическим параметром для данного типа рака считается образование микрокальцификатов в тканях. В зависимости от их размера, формы и количества можно судить о стадии развития заболевания. В настоящее время, для диагностики рака молочной железы используется рентгеновская маммография, имеющая ряд недостатков связанных с излучением. С течением времени в организме пациента накапливается некоторая доза радиации, которая, в свою очередь, может спровоцировать образование новой опухоли. В связи с этим, актуальна разработка безопасного метода диагностики основанного на ультразвуковых волнах.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

При разработке новых методов медицинской диагностики важную роль играет правильный подбор модели мягкой биологической ткани. Принципиальное значение имеет выбор материалов, имитирующих определенные свойства тканей. В эластографии важно, чтобы фантом обладал, прежде всего, упругими свойствами, соответствующими тем или иным мягким тканям, при этом различные материалы могут быть использованы как фантомы определенной биоткани. В работе используются фантомы на желатиновой основе, что обусловлено небольшой стоимостью и доступностью ингредиентов, а так же легкостью приготовления. Исследования фантомов проводились на акустической системе Verasonics с открытой архитектурой, на которой реализован метод Shear Wave Elasticity Imaging (SWEI) позволяющий увидеть зависимость смещения среды от времени. На основе зависимостей смещений построен метод обнаружения микрочастиц в вязкоупругой среде. Суть метода заключается в том, чтобы определять размер частицы из временных зависимостей их смещения относительно однородной среды.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Была разработана методика создания фантома мягкой биологической ткани, содержащей микрокальцификаты. Согласно этой методике были созданы фантомы, использованные в исследованиях. По результатам измерений построены графики временных зависимостей смещения частиц относительно



однородной среды. Используя полученные результаты, можно определить размер случайной частицы в некотором объеме, содержащем шарики различных диаметров. Для этого необходимо провести измерения с фантомом, в котором находится цилиндр со случайно распределенными частицами, диаметром от 130–200 мкм. В таком случае пучок фокусируется на такую же глубину в различные области цилиндра, и измеряются смещения в фокальной области. При обнаружении смещений, превышающих среднее значение смещения однородной среды, проводится более детальное исследование. Затем строится зависимость относительного смещения от времени

и ищется соответствие с измеренными зависимостями для одиночных шариков и определяется приблизительный размер частицы. Если, например, значения ее относительных смещений попадают в область между смещениями 130 мкм и 150 мкм частиц, можно утверждать, что диаметр частицы приблизительно 140 мкм.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ (15-42-02586).

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. J. Bercoff, M. Tanter, M. Fink. Supersonic shear imaging: a new technique for soft tissue elasticity mapping // *IEEE Trans. Ultrason. Ferroelectr. Freq. Contr.*, 2004, 51 (4), 396–409.
2. A. P. Sarvazyan, O. V. Rudenko, S. D. Swanson, J. B. Fowlkes, and S. Y. Emelianov. Shear wave elasticity imaging: a new ultrasonic technology of medical diagnostics // *Ultrasound in medicine & biology*. 1998, 24 (9), 1419–1435
3. Андреев В. Г., Шанин А. В., Демин И. Ю. // *Акустический журнал*, 2014, Т. 60, N. 6, С. 673–678.
4. Андреев В. Г., Дмитриев В. Н., Пищальников Ю. А., Руденко О. В., Сапожников О. А., Сарвазян А. П. // *Акустический журнал*, 1997. Т. 43. N. 2. С. 123–128.
5. В. Г. Андреев, И. Ю. Демин, З. А. Корольков, А. В. Шанин. Движение сферических микрочастиц в вязкоупругой среде под действием акустической радиационной силы // *Известия РАН. Серия физическая*. 2016 (в печати).

SUMMARY OF THE PROJECT

The technique of creation of the phantom of the soft biological fabric containing the particles imitating microcalcifications in tissue of a mammary gland. On the basis of this technique the phantoms used in researches are created. The method of determination of the size of microcalcifications in fabric on the basis of temporary dependences of displacement of particles of relative to homogeneous environment is developed and investigated.

KEYWORDS

Ultrasonic diagnostics, microcalcifications, soft biological tissues, gelatinous phantoms.

ДОКЛАДЧИК

Курбатова Екатерина
Алексеевна
Kurbatova Ekaterina

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Сжатие цифровых голограмм для медицинских и биологических приложений и систем трехмерного наблюдения

ОРГАНИЗАЦИЯ

Национальный
исследовательский ядерный
университет МИФИ

РЕЗЮМЕ

Цифровая голография позволяет восстанавливать информацию о 3D-сценах, в том числе для медицинских, информационных и биологических задач, а также при регистрации системами видеонаблюдения. Для повышения скорости передачи информации об объектах и снижения объемов архивной памяти, требуемой для её хранения, необходим метод оперативного сжатия цифровых голограмм, дающий хорошее качество восстановления сцен. В работе предлагается разработка метода сжатия голограмм, имеющего быстроедействие, сопоставимое со скалярными методами, а качество восстановленных изображений, сопоставимое с векторными.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Цифровая голография, сжатие изображений, векторное квантование, скалярное квантование.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Анализ, разработка и реализация метода сжатия цифровых голограмм, обеспечивающего хорошее качество восстановления объемных сцен для увеличения скорости передачи информации о 3D-сценах и снижения объемов архивной памяти, необходимой для её хранения, в медико-биологических приложениях и системах наблюдения.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время цифровая голография является популярным инструментом для исследований и практических применений в различных областях науки и техники. В отличие от фотографии, голография позволяет регистрировать информацию не только о «плоских» объектах, но и об объёмных сценах. Развитие характеристик цифровых камер привело к тому, что размеры файлов голограмм составляют десятки мегабайт. Для хранения и передачи голографического видео необходимы большие объёмы носителей информации, так как 10 мин видео будет иметь размер более 1 терабайта. Для повышения скорости передачи голограмм и снижения объемов архивной памяти, требуемой для их хранения, можно проводить сжатие голограмм.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

В настоящее время предлагаются следующие методы сжатия голограмм: основанные на стандартах изображений и видео (JPEG, MPEG-4 и др.), скалярные (неравномерное логарифмическое сжатие и др.) и векторные (основанные на обучении системы, например, метод динамических ядер). Первая группа основана на статистических параметрах изображений и особенностях визуального восприятия человеком. Однако в случае голограмм эти методы значительно менее пригодны, так как обычные снимки направлены на регистрацию амплитуды волны, а голограммы направлены в большей степени на сохранение фазы. Помимо этого, при сжатии голограмм наиболее важным является качество именно восстановленных изображений, а не визуальное восприятие сжатой голограммы. Можно использовать сжатие без потерь, однако файлы голограмм уменьшаются обычно лишь до 2 раз. Скалярные методы сжатия голограмм имеют наиболее высокое быстроедействие, но низкое качество восстановления, а векторные — наиболее низкое быстроедействие и высокое качество восстановленных изображений.

В работе предлагается разработка нового комбинированного метода сжатия цифровых голограмм, имеющего быстроедействие, сопоставимое со скалярными методами, а качество восстановленных изображений, сопоставимое с векторными. Так как наиболее критичным является скорость сжатия, то за основу метода принят подход, характерный для скалярных методов. Оптимизация параметров метода выполняется на основе анализа векторных методов и их применения к группам голограмм.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Для повышения скорости передачи голограмм и снижения объёмов архивной памяти, требуемой для их хранения, можно проводить сжатие голограмм. Данная задача актуальна для:

- систем 3D-наблюдения (охранные системы; регистрация объектов, в том числе океанической флоры и фауны; восстановление объёмных сцен удаленно, в том числе регистрируемых в агрессивных средах);
- медицинских применений (томография, наблюдение за состоянием органов человека);
- интерферометрии;
- микроскопии (отслеживание микрообъектов, эритроцитов, планктона; анализ клеток);
- метрологии.

В настоящее время предлагаются следующие методы сжатия голограмм: основанные на стандартах изображений и видео (JPEG, MPEG-4 и др.), скалярные (неравномерное логарифмическое сжатие и др.) и векторные (основанные на обучении системы, например, метод динамических ядер).

ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ РАБОТЫ:

1. Реализованы наиболее распространенные методы сжатия цифровых голограмм.
2. Предложен и реализован метод сжатия голограмм путём кластеризации по одинаковому количеству пикселей, являющийся оптимальным с точки зрения качества восстановления, дифракционной эффективности и вычислительной ресурсоёмкости.
3. Проведено численное и экспериментальное сравнение реализованных методов сжатия цифровых голограмм по качеству восстановления, дифракционной эффективности и вычислительной ресурсоёмкости. Разработанный метод кластеризации по одинаковому количеству пикселей продемонстрировал наилучшие результаты по совокупности данных критериев.

Таким образом на основе анализа наиболее распространенных методов сжатия цифровых голограмм предложен и реализован новый метод сжатия голограмм, обеспечивающий одновременно и высокую скорость, и высокое качество обработки изображений, в то время как существующие методы обеспечивают либо высокую скорость обработки при низком качестве, либо высокое качество при низкой скорости обработки.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Monroy-Ramirez F. Monitoring micro-mechanical changes in electronic circuit boards with digital holographic interferometry
2. Molder A. Non-invasive, label-free cell counting and quantitative analysis of adherent cells using digital holography
3. Bianco V. Clear microfluidics imaging through flowing blood by digital holography
4. Locatelli M., Pugliese E., Paturzo M. Imaging live humans through smoke and flames using far-infrared digital holography
5. Watson J., Burns N. M. Subsea Optics and Imaging.

6. Schnars U., et al. Digital Holography and Wavefront Sensing.
7. Naydenova I. Advanced Holography
8. Kurbatova E.A., Cheremkhin P.A., Evtikhiev N.N., Krasnov V.V., Starikov S.N. Methods of Compression of Digital Holograms
9. Bruylants T., Blinder D., Ottevaere H., Munteanu A., Schelkens P. Microscopic off-axis hol-ographic image compression with JPEG 2000.

SUMMARY OF THE PROJECT

Digital holography allows to reconstruct information on 3D-scenes, including for medical, information and biological tasks, and also in case of videoregistration of surveillance systems. For decrease in computing resource intensity and reducing of archival memory size required to store information about 3D-scenes methods of digital hologram compression are used. The method of compression of holograms which has the computing resource intensity comparable to scalar methods, and the quality of reconstructed images comparable to vector methods is offered and developed.

KEYWORDS

Digital holography, image compression, scalar quantization, vector quantization.

ДОКЛАДЧИК

Курилова Анастасия Андреевна
Kurilova Anastasia

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Разработка новой инъекционной формы препарата на основе полимерных матриц (мицелл) и метилурацила, обладающего иммуномодулирующим, антианемическим и адаптогенным действием

ОРГАНИЗАЦИЯ

Саратовский государственный аграрный университет имени Н. И. Вавилова

РЕЗЮМЕ

В данной работе обобщены результаты исследования некоторых фармакодинамических и фармако — токсикологических свойств новой инъекционной формы препарата на основе полимерных матриц (мицелл) и метилурацила. Разработанная инъекционная форма нетоксична, обладает иммуномодулирующим, антианемическим и адаптогенным действием. Одним из направлений применения прототипа препарата на основе метилурацила является животноводство: при введении пороссятам-отъемышам в дозе 6 мг/кг по действующему веществу стимулирует гемопоэтическую функцию организма, повышает конверсию питательных веществ корма, увеличивает среднесуточные привесы молодняка животных.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Метилурацил, мицеллы, иммунотерапия, иммуномодлятор.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Целью настоящих исследований явилось создание новой инъекционной формы иммуномодулирующего, антианемического и адаптогенного лекарственного средства на основе метилурацила и полимерных матриц (мицелл) и изучение его некоторых биодинамических параметров.

Для достижения поставленной цели были поставлены следующие задачи:

1. Разработать оптимальную рецептуру прототипа инъекционной формы препарата на основе метилурацила и полимерных матриц;
2. Изучить физико-химические характеристики полученного прототипа препарата;
3. Изучить общетоксические свойства разработанного прототипа препарата (исследование острой токсичности прототипа препарата);

4. Установить наличие куммулятивного эффекта полученных прототипов препаратов;
5. Изучить степень повреждающего действия прототипа препарата при длительном введении (исследование «хронической» токсичности прототипа препарата);
6. Определить наличие и степень алергизирующих свойств разработанного прототипа;
7. Изучить действие разработанного прототипа на иммунную систему;
8. Изучить иммунотоксичность прототипа препарата на основе метилурацила;
9. Изучить влияние разработанного прототипа препарата на физиологические показатели сельскохозяйственных животных.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время отмечается рост числа инфекционных заболеваний. Использование этиотропных химиопрепаратов не позволяет контролировать процесс лечения, что делает актуальным поиск новых методов, основанных на стимуляции иммунной системы организма. Один из иммуномодулирующих средств — диоксометилтетрагидропиримидин (метилурацил), оказывающий стимулирующее действие на метаболизм, иммунитет, эритро — и лейкопоэз. Основным недостатком метилурацила является слабая растворимость в воде и органических растворителях, что обуславливает отсутствие инъекционной формы препарата. Одним из способов такой формы является использование корпускулярных носителей в качестве формообразующего агента, например мицелл.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Исследования выполняли на базе Саратовского ГАУ им. Н.И. Вавилова. На первом этапе нашей работы были проведены исследования по подбору оптимальных компонентов для создания необходимой лекарственной формы. Измерения массовой концентрации метилурацила выполняли методом спектрофотометрии с использованием аналитического оборудования (спектрофотометр SHIMADZU UV 1280). Изучение общетоксических свойств препарата включали: оценку острой токсичности прототипа, куммулятивных свойств, исследовалась хроническая токсичность и алергизирующие эффекты, действие на иммунную систему и иммунотоксические свойства прототипа. Доклинические исследования на лабораторных животных выполняли согласно методическим указаниям (Миронов А. Н, 2012 г.).

Для изучения влияния препарата на клетки ретикулоэндотелиальной системы было проведено исследование дыхательной активности перитонеальных макрофагов и лимфоидных клеток селезенки мыши (получены по стандартной методике, Щуковская Т. Н, 1999 г.). Три группы были ресуспендированы в питательной среде, а другие три — в питательной среде, содержащей прототип препарата. Жизнеспособность клеток оценивали по способности восстанавливать нитротетразоловый синий до формазана в МТТ-тесте (проводили по методике, описанной Т. Bernas, 2000 г.).

Исследование влияния различных дозировок прототипа препарата на физиологические показатели поросят — отъемышей проводили на базе стационара Саратовского ГАУ им. Н.И. Вавилова.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Получен стабильный прототип препарата на основе метилурацила представляющий собой прозрачную жидкость с рН 5,0–5,3 и относительной вязкостью 4,6–5,1. Плотность прототипа препарата при 200С равняется 1,03–1,07 г/см³. Концентрация метилурацила в полученной системе составляет 20,43 мг/мл.

В результате исследования острого токсического действия разработанного прототипа было установлено, что значение LD_{50} при парентеральном введении мышам-самцам составляет 58211 ± 700 мг/кг и относится к 4 классу опасности малотоксичных соединений, согласно общепринятой гигиенической классификации ГОСТ 12.1.007–76.

Коэффициент кумуляции рассчитывали, как соотношение LD_{50} при n -кратном введении к LD_{50} при однократном введении. Коэффициент составил 0,92, что свидетельствует об отсутствии кумуляции и наличии привыкания к разработанному прототипу.

Длительное введение завышенных доз разработанного прототипа препарата на основе метилурацила белым нелинейным мышам вызывает увеличение концентрации индикаторных ферментов печени дозачение АлАТ и АсАТ в опытной группе превосходило значение в контрольной группе в 1,7 и в 1,6 раз соответственно; регистрировалось снижение общего белка в опытной группе на 14,5% по сравнению с контролем). Что указывает на незначительную гепатотоксичность завышенных доз препарата в хроническом эксперименте. Также отмечалось снижение удельного веса мочи (на 1%) и повышение суточного диуреза (на 24%) по сравнению с контрольными животными. Вместе с этим данные изменения обратимы и приходят к норме через 21 день после отмены препарата. Длительное введение завышенных доз не оказывает отрицательного влияния на ЦНС, работоспособность животных; массовые коэффициенты органов у животных опытных групп находятся на одном уровне с контролем и достоверно от него не отличаются.

В ходе исследования установлено, что прототип препарата не оказывает как стимулирующего, так и ингибирующего действия на клеточный иммунитет животного.

В ходе исследования, проводимого на клетках перитонеальных макрофагов и лимфоидных клеток селезенки мыши, было установлено, что препарат не оказывает отрицательного действия на клеточные культуры.

В ходе исследования влияние прототипа препарата на физиологические показатели поросят — отъемышей при введении животным разработанного прототипа препарата было установлено, что прототип препарата при введении поросят-отъемышам в дозе 6 мг/кг по действующему веществу стимулирует гемопозитическую функцию организма.

Инъекционный метилурацил повышает конверсию питательных веществ корма, о чем свидетельствует повышение общего белка до $15 \pm 0,8\%$ к исходной массе тела в группе с дозировкой прототипа препарата 6 мг/мл при привесе $8,9 \pm 0,21\%$ к исходной массе в контрольной группе животных.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Руководство по проведению доклинических исследований лекарственных средств. Часть первая. / под ред. А.Н. Миронова. — М.: ГрифиК, 2012. — 944 с.
2. The role of plasma membrane in bioreduction of two tetrazolium salts, MTT, and CTC / T. Bernas [et al.]. — Archives of Biochemistry and Biophysics. 2000. V. 380.
3. Finney D.J. Probit analysis: Cambridge University Press, 1971. 338 p. Lin H. Jiunn, Lu H. Y. Anthony Role of Pharmacokinetics and metabolism in drug discovery and development//Pharmacological Reviews. — 1997. V. 49. — №4. P.403–449.
4. Torchillin V.P. Lykyanov A.N. Micelles from lipid derivatives of water-soluble polymers as delivery systems for poorly soluble drugs// Advanced Drug Delivery Reviews. 2004. V. 56. №9. P. 1273–1289.
5. Самоутруева М.А. Фармакологическая активность производных пиримидинов//Астраханский медицинский журнал. 2015. №1. С. 12–29.

SUMMARY OF THE PROJECT

In the present work summarizes the results of a study of some pharmacodynamic and pharmaco-toxicological properties of a new injectable form of the drug based on polymeric matrices (micelles) and methyluracil. The new form is a non-toxic drug, has immune-modulating, anti-anaemic and adaptogenic properties. It could be used in veterinary: administration in piglets at a dose of 6 mg/kg of the active substance stimulates the hematopoietic function of the body, increases the conversion of feed nutrients, increases average daily weight gain of young animals.

KEYWORDS

Methyluracilum, micells, immunotherapy, immunomodulator.

ДОКЛАДЧИК

Ладейнова (Семина) Мария Михайловна
Semina Maria

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Анализ роли пероксида водорода в индукции переменного потенциала в проростках гороха

ОРГАНИЗАЦИЯ

Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского

СОАВТОР(Ы) ДОКЛАДА

Мудрилов Максим Андреевич

РЕЗЮМЕ

Электрическая реакция растений, возникающая в ответ на повреждающее воздействие, известна как переменный потенциал (ВП). В настоящее время дискуссионным вопросом является механизм его распространения. Существует несколько гипотез. Одна из них, химическая, предполагает наличие вещества, способного к быстрому распространению и индукции электрического ответа. Таким критериям отвечает пероксид водорода, поэтому он может быть рассмотрен в качестве кандидата на роль химического агента. В данной работе проведён анализ роли этого соединения как индуктора ВП.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Электрические сигналы, переменный потенциал, пероксид водорода, высшие растения.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Цель работы — исследовать роль пероксида водорода в индукции переменного потенциала, электрической реакции высших растений, возникающей в ответ на повреждение. В соответствии с целью были поставлены следующие задачи: установить взаимосвязь между содержанием пероксида водорода и электрической активностью, изучить механизмы повышения концентрации пероксида водорода в удаленных от зоны повреждения участках растения, исследовать влияние экзогенного пероксида водорода на мембранный потенциал клеток.

ВВЕДЕНИЕ

Растения находятся под постоянным влиянием неблагоприятных факторов окружающей среды. В ответ на их действие происходит активация сигнальных систем. К наиболее значимым стрессовым сигналам относятся гормональные и электрические, а также сигналы, связанные с генерацией активных форм кислорода (АФК). Они влияют на устойчивость и продуктивность растений, и как следствие, на урожайность сельскохозяйственных культур. Поэтому необходимо выяснить природу стрессовых сигналов и раскрыть механизмы ответов. Данная работа посвящена изучению электрических сигналов и сигналов с участием АФК, а именно механизму распространения переменного потенциала и участию в этом процессе пероксида водорода, который является наиболее значимой АФК.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Эксперименты проводились на двухнедельных проростках гороха (*Pisum sativum* L.), выращенных в климатической камере. В каждом измерении использовали два растения: опытное и контрольное. ВП индуцировали ожогом кончика листа опытного растения, электрическую активность регистрировали внеклеточно. Через определённый интервал времени после раздражения растение фиксировали жидким азотом, разделяли стебель на фрагменты и гомогенизировали в 5% ТХУ. Полученный гомогенат разбавляли буфером, центрифугировали, отбирали супернатант и проводили измерение содержания пероксида водорода флуориметрическим методом с использованием зонда AmplifluRed.

Для оценки влияния каталазы (1 мкг/мл) и ингибитора NADH-оксидазы DPI (20 мкМ) на распространение ВП использовали проростки гороха, стебель которых помещали в ячейку с раствором, расположенную между первым и вторым электродами (Э1 и Э2).

Внутриклеточную электрическую активность оценивали с помощью электрофизиологической установки для микроэлектродного отведения биопотенциалов на базе микроскопа SliceScope Pro (Scientifica, Великобритания). Данная система позволяет регистрировать абсолютные значения мембранного потенциала, электрические ответы на уровне отдельной клетки.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

В ходе экспериментов выяснено, что ожог листа вызывает в проростках гороха распространение ВП, амплитуда и скорость которого снижаются с увеличением расстояния от зоны повреждения.

Результаты экспериментов по изучению распределения пероксида водорода в стебле проростков гороха показали, что содержание H_2O_2 в неповреждённых растениях снижается в базипетальном направлении. При действии локального повреждения происходит изменение содержания пероксида в неповреждённых участках растения таким образом, что на расстоянии 3–6 см от зоны раздражения через 50 с имеет место значительное превышение содержания H_2O_2 над контрольным уровнем, а через 100 и 150 с такое увеличение содержания H_2O_2 происходит на участке 6–9 см, на расстоянии 9–12 см наблюдается невыраженная тенденция к изменению концентрации пероксида водорода.

Для исследования механизмов повышения содержания H_2O_2 в удалённых от зоны повреждения участках проростка гороха проводили оценку влияния снижения локальной концентрации H_2O_2 с помощью каталазы и DPI (ингибитора NADH-оксидазы). Наличие данных соединений в растворе, омывающем участок стебля, обуславливает изменение параметров ВП, а именно уменьшение амплитуды реакции, что свидетельствует о необходимости повышения концентрации H_2O_2 для распространения ВП. Вероятно, механизм повышения содержания H_2O_2 связан с активацией NADH-оксидазы плазматических мембран.

Для анализа возможной роли пероксида водорода в качестве индуктора ВП проводили обработку проростков гороха раствором H_2O_2 , который вызывает в них изменение мембранного потенциала. С увеличением концентрации H_2O_2 в омывающем растворе от 1 мМ до 10 мМ наблюдается рост амплитуды деполяризации, ответная реакция растения на внесение пероксида водорода по форме схожа с ВП.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Demidchik V., Sergey N.S., Julia M.D. Spatial variation in H_2O_2 response of *Arabidopsis thaliana* root epidermal Ca^{2+} flux and plasma membrane Ca^{2+} channels // *The Plant Journal*. 2007. V. 49. P. 377–386.
2. Maffei M.E., Mithfer A., Arimura G.-I. et al. Effects of Feeding *Spodoptera littoralis* on Lima Bean Leaves. III. Membrane Depolarization and Involvement of Hydrogen Peroxide // *Plant Physiol*. 2006. V. 140. P. 1022–1035.

3. 3. Miller G., Schlauch K., Tam R. The plant NADPH oxidase RBOHD mediates rapid systemic signaling in response to diverse stimuli // Sci. Signal. 2009. V. 2. ra45.
4. 4. Mittler R., Vanderauwera S., Suzuki N. ROS signaling: the new wave? // Trends Plant Sci. 2011. V. 16. P. 300–309.
5. 5. Petrov V.D., Van Breusegem F. Hydrogen peroxide — a central hub for information flow in plant cells // AoB Plants. 2012. pls014.

SUMMARY OF THE PROJECT

Electric reaction induced by damaging factors is known as variation potential (VP). To date the mechanism of VP propagation is a debatable question. There are several hypotheses. One of them is chemical hypothesis. It assumes that damage induces synthesis of a wound substance which is capable of quick distribution and induction of electrical reactions. Hydrogen peroxide meets these requirements, so it can be considered as a candidate for this chemical agent. This work contains some analysis of hydrogen peroxide role as an inductor of variation potential.

KEYWORDS

Electrical signals, variation potential, hydrogen peroxide, higher plants.

ДОКЛАДЧИК

Оденязова Мадина
 Анварбековна
 Odeniyazova Madina

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Исследование плацентарной щелочной фосфатазы в моче при преэклампсии

ОРГАНИЗАЦИЯ

Астраханский
 государственный медицинский
 университет Минздрава России

РЕЗЮМЕ

Проведено сравнительное исследование мочи беременных женщин, страдавших гестозом, несколькими методами определения плацентарной щелочной фосфатазы, начиная с рутинных и заканчивая иммуноферментным анализом. Показано, что методом ИФА плацентарная щелочная фосфатаза определяется в 96,6% случаев, больных гестозом со средней концентрацией $75,8 \pm 0,8$ нг/мл. Предлагается способ прогноза развития преэклампсии по анализу мочи на содержание плацентарной щелочной фосфатазы.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Плацентарная щелочная фосфатаза, преэклампсия, анализ мочи.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Цель работы — провести сравнительное исследование мочи беременных женщин, страдавших гестозом несколькими методами определения плацентарной щелочной фосфатазы, начиная с рутинных и заканчивая иммуноферментным анализом.

Задачи исследования

1. Разработать метод выделения плацентарной щелочной фосфатазы, используя новые свойства этого белка и современные методы выделения и очистки белков.
2. Определить количественное содержание плацентарной щелочной фосфатазы (ПЩФ) в моче беременных с гестозами и при неосложненной беременности.
3. Провести сравнительную оценку чувствительности, специфичности и прогностической ценности неинвазивных иммунохимических тестов и стандартных лабораторных анализов в клинико-лабораторной оценке гестозов.

ВВЕДЕНИЕ

Преэклампсия (Гестозы) занимает второе место в статистике акушерских осложнений. Их патогенез окончательно не изучен, а диагностика и прогнозирование до настоящего времени представляют собой трудную задачу [3,4].

В клинико-лабораторной оценке течения преэклампсии беременности учитываются такие стандартные лабораторные показатели, как общий анализ крови и мочи, анализы мочи по Нечипоренко, Зимницкому, биохимические показатели крови, показатели системы свёртывания крови и фибринолиза. Однако их чувствительность и специфичность для диагностики преэклампсии незначительны [4].

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Материалы и методы исследования. Предпринятое исследование представляет собой лабораторное изучение ПЩФ у беременных женщин, страдавших гестозом и с нормально протекавшей беременностью. В связи с этим были выбраны, наиболее адекватные, методы их изучения.

Объектами нашего исследования были моча беременных женщин страдавших гестозами и с нормально протекавшей беременностью. В работе использовано 30 образцов мочи беременных с неосложнённой беременностью и 65 образцов мочи беременных, страдавших гестозами.

Использовали следующие методы исследования: иммунодиффузионный анализ в агаре (ИДА), иммуноэлектрофорез (ИЭФ), латекс агглютинация (ЛА), иммуноферментный анализ (ИФА [6] Все иммунохимические исследования проводились с использованием моноспецифических кроличьих поликлональных антител к очищенному препарату плацентарной щелочной фосфатазы полученной по патенту Николаева А. А. и соавторов [3]. Определение активности щелочной фосфатазы проводили колориметрически наборами ЗАО «Вектор-Бест», в соответствии с инструкцией производителя.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

В составе мочи беременных с гестозом щелочная фосфатаза колориметрическим методом выявляется в 80,4% случаев с активностью от 1 до 16 ЕД Боданского ($M \pm m = 7,3 \pm 1,4$) пропорционально степени тяжести протеинурии. В составе мочи здоровых беременных ЩФ колориметрическим методом выявляется в 36,6% случаев с активностью от 1 до 8 ЕД Боданского ($M \pm m = 4,8 \pm 0,6$) (таб. 1).

Таблица 1. Обнаружение активности щелочной фосфатазы в моче беременных.

ЩФ в моче	Гестозы E *(N=56)		Здоровые* беременные (n=30)	
	Число положительных	активность $M \pm m$ ЕБ	Число положительных	активность $M \pm m$ ЕБ
Нафтилфосфат – специфическая	45	7,3±1,4	11	4,8±0,6

*, $p < 0,001$

Таким образом, колориметрическое исследование мочи на активность щелочной фосфатазы обладает достаточно высокой чувствительностью (80,4%), но обладает низкой специфичностью, которая составляет 30%.

Для количественной идентификации плацентарной щелочной фосфатазы нами был разработан и применен метод прямого твердофазного иммуноферментного анализа. Антитела выделяли на аффинном сорбенте, полученном на основе цианбромированной сефарозы CL-4B и чистого препарата плацентарной щелочной фосфатазы. Элюцию антител проводили 0,01HCL в 0,1M трис-глициновом буфере pH=2,5 с добавлением 0,15 M хлористого натрия.

Фракции антител диализовали против 0,1М аммоний-ацетатного буфера и лиофилизировали. При подборе оптимальной концентрации посадочных антител использовали концентрации 5,0 мкг/мл, 15,0 мкг/мл, 25,0 мкг/мл, 30,0 мкг/мл, 40,0 мкг/мл. Концентрация антител существенно влияла наклон и рабочий диапазон калибровочной кривой при ИФА на плацентарную щелочную фосфатазу (рис. 1). В наших условиях концентрация антител 30,0 мкг/мл, позволила получить калибровочную кривую с максимально возможным диапазоном, что повышает точность ИФА. Сравнительное исследование иммунохимических методов исследования показало что все они, начиная с иммунодиффузии и кончая иммуноферментным анализом обладают высокой специфичностью выявления преэклампсии. При этом методом ИФА определяется ПЩФ в 96,6% случаев, со средней концентрацией $75,8 \pm 0,8$ нг/мл также синхронно с увеличением количества других белков. В контрольной группе у здоровых беременных ПЩФ выявляется в 6,7% случаев со средней концентрацией $5,2 \pm 0,5$ нг/мл. Эти данные получены нами впервые.

Таким образом, это означает: у 75,0% беременных женщин с суммарным уровнем ПЩФ выше 16,0 нг/мл прогноз развития гестоза оказывается верным. Специфичность равна 89,7%. следовательно, у 89,7% пациентов, с заведомо отрицательным прогнозом, результаты теста отрицательны. Отрицательная разница в 14,7% между достоверно положительным прогнозом и достоверно отрицательным прогнозом является фактором неопределенности и в данном случае открывает возможности для введения новых прогностических признаков для повышения чувствительности.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. ГОСТ Р 53022.3–2008. — Технологии лабораторные клинические. Требования к качеству клинических лабораторных исследований. Часть 3. Правила оценки клинической информативности лабораторных тестов — 2008. — 22 с.
2. Николаев А.А., Ахушкова Л.М., Сухарев А.Е. Способ выделения щелочной фосфатазы плацентарного типа. Патент РФ на изобретение № 2553624 от 21 мая 2015 г.
3. Савельева Г.М., Шалина Р.И., Курцер М.А., Штабницкий А.М., Куртенок Н.В., Коновалова О.В. Эклампсия в современном акушерстве // Акушерство и гинекология. 2010, № 6, с. 4–10.
4. Boeldt DS, Hankes AC, Alvarez RE, Khurshid N, Balistreri M, Grummer MA, Yi F, Bird IM Pregnancy programming and preeclampsia: identifying a human endothelial model to study pregnancy-adapted endothelial function and endothelial adaptive failure in preeclamptic subjects.// Adv Exp Med Biol. — 2014-v. 814-p. 27–47.

SUMMARY OF THE PROJECT

Comparative study of the urine of pregnant women suffering from, preeclampsia several methods of determining placental alkaline phosphatase, starting and ending with a routine enzyme-linked immunosorbent assay. It is shown that the ELISA placental alkaline phosphatase is determined at 96.6% of cases, patients with preeclampsia with an average concentration of $75,8 \pm 0,8$ ng/ml. a method of predicting the development of eclampsia by urine analysis on the content of placental alkaline phosphatase.

KEYWORDS

Placental alkaline phosphatase, pre-eclampsia, urine analysis.

ДОКЛАДЧИК

Перекуча Наталья Андреевна
Perekucha Natalia

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Роль ксантиноксидазы в развитии окислительного стресса в жировой ткани крыс при экспериментальном сахарном диабете

ОРГАНИЗАЦИЯ

Сибирский государственный
медицинский университет
Минздрава России

РЕЗЮМЕ

Впервые установлена роль ксантиноксидазы в механизмах активации свободнорадикального окисления липидов в жировой ткани и изолированных адипоцитах при экспериментальном аллоксановом и стрептозотоциновом диабете у крыс. Полученные данные о способности аллопуринола снижать интенсивность свободно-радикального окисления расширяют существующие представления о роли окислительного стресса и ксантиноксидазы в патогенезе сахарного диабета типа 1 и могут стать основой для разработки способов фармакологической коррекции осложнений сахарного диабета.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Ксантиноксидаза Окислительный стресс Сахарный диабет.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Цель: установить роль ксантиноксидазы в формировании окислительного стресса в эпидидимальной жировой ткани и адипоцитах крыс при экспериментальном сахарном диабете типа 1.

Задачи:

1. Определить содержание гидроперекисей липидов в сыворотке крови, эпидидимальной жировой ткани и изолированных адипоцитах крыс при аллоксановом и стрептозотоциновом диабете.
2. Оценить ксантиноксидазную и ксантиндегидрогеназную активность в сыворотке крови, эпидидимальной жировой ткани и изолированных адипоцитах крыс при аллоксановом и стрептозотоциновом диабете.
3. Оценить экспрессию мРНК ксантиндегидрогеназы в эпидидимальной жировой ткани и изолированных адипоцитах крыс при аллоксановом и стрептозотоциновом диабете.
4. Выявить влияние ксантиноксидазы на уровень гидроперекисей липидов в сыворотке крови, эпидидимальной жировой ткани и изолированных адипоцитах крыс с использованием ингибитора аллопуринола в условиях окислительного стресса при экспериментальном аллоксановом диабете.

ВВЕДЕНИЕ

Согласно современным представлениям в механизмах возникновения СД 1 и 2 типов и развития их осложнений важную роль играет окислительный стресс. Источниками АФК при СД являются реакции гликозилирования белков, дыхательная цепь митохондрий, мембраносвязанная НАДФН-оксидаза и другие ферменты. Важным ферментативным источником супероксид-анион радикала ($O_2 \bullet^-$) и H_2O_2 является ксантиноксидоредуктаза, которая в нормальных условиях находится преимущественно в ксантиндегидрогеназной форме и может обратимо или необратимо переходить в ксантиноксидазу, в результате образования дисульфидных связей цистеиновых остатков Cys535 и Cys992.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Эксперимент проводился на 24 крысах самцах массой — 350 г. Животные были разделены на 3 группы (8 — контрольные, 8 — с аллоксановым диабетом и 8- со стрептозотоциновым диабетом).

Через четырнадцать дней после введения диabetогенов животных умерщвляли CO_2 -асфиксией, в сыворотке крови определяли уровень глюкозы, мочевой кислоты, гидроперекисей липидов (ГПЛ) и ксантиндегидрогеназную (КД) и ксантиноксидазную (КО) активность.

В жировой определяли содержание гидроперекисей липидов, активность ферментов и оценивали экспрессию Xdh. С использованием коллагеназы выделили фракцию зрелых адипоцитов, в которых определяли те же параметры.

Для доказательства участия активации ксантиоксидазы в развитии окислительного стресса при А диабете мы провели серию экспериментов с ингибированием КО у крыс аллопуринолом. Результаты оценивали по уровню глюкозы в сыворотке крови и содержанию гидроперекисей липидов в сыворотке крови, жировой ткани и адипоцитах крыс.

Глюкозу и мочевую кислоту в сыворотке крови определяли с помощью ферментативных наборов фирмы Chronolab. ГПЛ — FOX-2 методом. Белок колориметрическим методом.

КО и КД-активность определяли с использованием субстрата птерина по интенсивности флуорисценции продукта реакции — изоксантоптерина (Sigma).

Из тканей получали гомогенаты — Выделение мРНК — Получение кДНК (обратная транскрипция по матрице РНК). Проводили ПЦР в реальном времени, с помощью которой выполняли оценку экспрессии генов.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

В результате исследования нами было установлено, что в сыворотке крови животных с экспериментальным сахарным диабетом развивалась гипергликемия и гиперурикемия. Также значительно стимулируется свободнорадикальное окисление липидов, о чем свидетельствует увеличение содержания в ней гидроперекисей липидов, определенных FOX-2 методом — при аллоксановом диабете в 3,1 раза ($p < 0,05$) и при стрептозотоциновом и 3,6 раза ($p < 0,05$). Повышение продукции гидроперекисей липидов может быть обусловлено гипергликемией, которая, как известно, является основным источником повышенной генерацией активных форм кислорода при диабете.

Также в сыворотке крови крыс с аллоксановым и стрептозотоциновым диабетом наблюдалось повышение ксантиндегидрогеназной и ксантиноксидазной активности. Причем увеличился вклад ксантиноксидазной активности в общую ксантиндегидрогеназную активность.

В жировой ткани при аллоксановом и при стрептозотоциновом диабете содержание гидроперекисей увеличивалось в 1,4 раза ($p < 0,05$) и в 1,5 раза ($p < 0,05$) соответственно по сравнению с контрольными значениями. Также увеличивалась ксантиндегидрогеназная и ксантиноксидазная активность. При этом у животных с диабетом увеличивалось отношение ксантиноксидазной активности к ксантиндегидрогеназной до 0,84 при аллоксановом и 0,88 при стрептозотоциновом по сравнению с контрольной группой.

В адипоцитах активность исследуемых ферментов возрастала в большей степени и увеличивалось содержание гидроперекисей липидов 1,6 раз ($p < 0,05$) и 1,7 раза ($p < 0,05$) соответственно.

То, что сходные изменения наблюдаются как при аллоксановом, так и при стрептозотоциновом диабете свидетельствует о том, что данные изменения обусловлены гипоинсулинемией и гипергликемией, а не токсическим действием диabetогенов.

Экспрессия ксантиндегидрогеназы значительно увеличивается в жировой ткани и зрелых адипоцитах крыс с экспериментальным диабетом.

Увеличение ксантиноксидазной активности и увеличение продукции гидроперекисей липидов при аллоксановом и стрептозотоциновом диабете

обусловлено, в определенной мере, во-первых, повышением экспрессии ксантиндегидрогеназы, а во-вторых, посттрансляционной модификацией ксантиндегидрогеназной активности в ксантиноксидазную.

Для доказательства роли ксантиноксидазы в развитии окислительного стресса в сыворотке крови, жировой ткани и адипоцитах нами была проведена серия экспериментов с введением ингибитора ксантиноксидазы аллопуринола крысам с аллоксановым диабетом. В результате было установлено значительное снижение гидроперекисей липидов.

Таким образом, аллопуринол снижает индуцированный аллоксаном повышенный уровень гидроперекисей липидов в сыворотке крови, жировой ткани и изолированных адипоцитах крыс, что свидетельствует о важной роли ксантиноксидазы в развитии окислительного стресса при экспериментальном диабете типа 1.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Балаболкин, М. И. Диагностика и классификация сахарного диабета
2. Владимиров, Ю. А. Свободные радикалы и антиоксиданты
3. Егоров, А. Д. Молекулярные и клеточные механизмы адипогенеза
4. Илюхина, О. Б., Анализ эффективности применения урикодепрессоров при сахарном диабете 2 типа
5. Cheung, K.J. Xanthine oxidoreductase is a regulator of adipogenesis and PPARgamma activity
6. Lenzen, S. The mechanisms of alloxan- and streptozotocin-induced diabetes
7. Rains, J.L. Oxidative stress, insulin signaling, and diabetes
8. Rajesh, M. Xanthine oxidase inhibitor allopurinol attenuates the development of diabetic cardiomyopathy
9. Metabolism of isolated adipocytes. I. Effects of hormones on glucose metabolism and lipolysis
10. Suriyajothi, M.A. Activity of xanthine oxidase in diabetics: its correlation with aging.

SUMMARY OF THE PROJECT

For the first time the role of xanthine oxidase in the mechanisms of activation of free radical oxidation of lipids in adipose tissue and isolated adipocytes in experimental and streptozotocin alloxan diabetes in rats. The obtained data on the ability of allopurinol to reduce the intensity of free radical oxidation extend existing ideas about the role of oxidative stress and xanthine oxidase in the pathogenesis of diabetes mellitus type 1 and can be the basis for the development of methods of pharmacological correction of complications of diabetes.

KEYWORDS

Xanthine oxidase adipose tissue oxidative stress diabetes.

ДОКЛАДЧИК

Попова Анастасия
Владимировна
Popova Anastasiya

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Разработка и реализация макета бионического протеза кисти руки, человеко-машинного интерфейса и системы управления

ОРГАНИЗАЦИЯ

Белгородский государственный
национальный
исследовательский университет

СОАВТОР(Ы) ДОКЛАДА

Гладышев Андрей Романович,
Новосельцев Алексей
Дмитриевич

РЕЗЮМЕ

Бионический протез руки предназначен для использования людьми с ограниченными возможностями с целью частичной компенсации утраченных двигательных функций и относится к области медицинской техники, а именно к управляемым протезам кистей рук. Реализация модели демонстрирует применение достижений бионики при построении полезных и нужных устройств, имеющих практическую значимость.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

EMG датчики, система управления, бионический протез, человеко-машинный интерфейс.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Целью проведенного исследования являлась разработка и конструирование макета бионического протеза для помощи людям с ограниченными возможностями. А также разработка собственного человеко-машинного интерфейса и системы управления для выполнения основных двигательных функций.

ВВЕДЕНИЕ

Ежегодно производится от 30 до 40 тысяч операций по ампутации конечностей. После ампутации конечности люди не могут выполнять работу, которую с легкостью делали ранее. Наиболее остро данная проблема стоит людей, у которых ампутированы верхние конечности (кисти рук или ампутация руки до локтевого сустава или выше). Такие люди попадают в безвыходное положение, т.к. в настоящее время на потребительских рынках существуют лишь зарубежные модели протезов, но их стоимость настолько высока, что из десятка тысяч людей, нуждающихся в таком протезе, приобрести его могут единицы. Все протезы рук делятся на: миоэлектрические, косметические — пассивные протезы, тяговые.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Механические элементы протеза изготовлены посредством 3D принтера из PLA пластика. Для перемещения пальцев используются сервоприводы. Питание осуществляется от литий-ионной аккумуляторной батареи. Управление приводами осуществляется посредством ШИМ сигнала. Нагрузка на каждый сервопривод определяется токовым их потреблением. Аппаратно-системная часть реализована в виде 2х модулей, связанных между собой: модуль протеза и модуль обратной связи с функцией управления.

Методов исследования: методы биомеханики, численные методы решения систем уравнений, методы схемотехники и теория управления.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Предлагаемый способ реализации человеко-машинного интерфейса включает в себя механизм сигнализации пациенту о возможности выполнения одной из набора двигательных функций и механизм запуска на выполнение требуемой функции. Механизм сигнализации задается посредством системы пространственно распределенных вдоль какого-либо органа (например, руки или ноги) актуаторов, создающих тактильное воздействие в заданной точке. Механизм запуска команды на выполнение определяет воздействие, создаваемое пациентом в требуемый момент времени, численно измеряемое электронным узлом и используемое системой управления в качестве руко-

водства к выполнению двигательной функции. При этом, степень силового воздействия актуатора системы сигнализации на поверхность тела пациента находится в непосредственной зависимости от силы воздействия внешней среды на элемент исполнительного механизма протеза или протез в целом. Предложенные новые решения и подход в реализации человека-машинного интерфейса не требует хирургического вмешательства.

Механические элементы протеза изготовлены посредством 3D принтера из PLA пластика. Для перемещения пальцев используются сервоприводы. Питание осуществляется от литий-ионной аккумуляторной батареи. Управление приводами осуществляется посредством ШИМ сигнала. Нагрузка на каждый сервопривод определяется токовым их потреблением. Аппаратно-системная часть реализована в виде 2х модулей, связанных между собой: модуль протеза и модуль обратной связи с функцией управления.

Конкурентные преимущества:

- обеспечение управления двигательными функциями протеза без необходимости проведения подготовительных хирургических операции;
- предложенная реализация человеко-машинного интерфейса позволяет тактильно определить силу воздействия протеза на предмет (предмета на протез) для каждого пальца протеза;
- использование аддитивных технологий при реализации механической части протеза позволяет подойти индивидуально к каждому клиенту.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Протезы и ортезы: виды, особенности, назначение. [электронный ресурс] \\ <http://ghp-pulse.com/blog/protezy-i-ortezy-vidy-osobennosti-naznachenie>
2. Протезы верхних конечностей. [электронный ресурс] \\ <http://medicina-germany.ru/protezy-verxnix-konechnostej>
3. П. Хоровиц, У. Хилл «Искусство схемотехники», Altium Designer 6 pdf.
4. Новейшие датчики, Сервоприводы [электронный ресурс] \\ <http://amperka.ru/>.

SUMMARY OF THE PROJECT

The aim of the study was to develop and design a bionic prosthesis layout to help people with disabilities. As well as the development of their own human-machine interface and control system to perform basic motor functions.

KEYWORDS

EMG sensors, a control system, a bionic prosthesis.

ДОКЛАДЧИК

Прохорова Евгения
Александровна
Prokhorova Evgeniya

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Изучение ядерной функции каспаз при индукции генотоксического стресса

ОРГАНИЗАЦИЯ

Московский государственный
университет имени
М. В. Ломоносова

СОАВТОР(Ы) ДОКЛАДА

Копеина Гелина Сергеевна

РЕЗЮМЕ

В литературе показано, что в ответ на запуск апоптоза — типа программируемой клеточной гибели, может происходить перемещение его ключевых участников — каспаз, из цитоплазмы в ядро клетки. Однако накопленные данные противоречивы, и механизмы, лежащие в основе данного явления, как и ядерные функции каспаз остаются неясны. С целью их исследования разработан принципиально новый метод субклеточного фракционирования, применение которого продемонстрировало раннюю транслокацию активных форм каспаз-2, -3, -8 и -9 в ядра апоптотических клеток. Таким образом, установлен

новый механизм амплификации апоптоза посредством ядерной транслокации и функции инициаторных и эффекторных каспаз.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Апоптоз, каспаза, ядро, повреждение ДНК.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Проанализировать изменение внутриклеточного распределения каспаз при запуске апоптоза, исследовать опосредующие его механизмы и изучить ядерные функции, выполняемые каспазами в ходе апоптотической гибели.

ВВЕДЕНИЕ

Апоптоз — тип программируемой клеточной гибели, необходимый для нормального развития и функционирования организма. Ключевая роль в запуске и протекании апоптоза принадлежит каспазам, цистеиновым протеазам. В норме каспазы — цитоплазматические белки, однако в ответ на ряд апоптотических стимулов была отмечена их транслокация в ядро клетки. Тем не менее, молекулярные механизмы, лежащие в основе данного явления, и функции, впоследствии выполняемые каспазами, остаются неизвестны. Их исследование представляет важную фундаментальную задачу, решение которой может послужить основой для разработки новых методов лечения опухолевых и нервнодегенеративных заболеваний, развитие которых часто обусловлено нарушением активации апоптоза.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Работа выполнена на клеточных линиях человека HeLa (аденокарцинома шейки матки), Saov-4 (аденокарцинома яичника) и Saov-4 $c^{2-/-}$ (нокаутная по каспазе-2 клеточная линия Saov-4, полученная с использованием системы CRISPR/Cas9). Запуск апоптоза осуществлялся добавлением химиотерапевтического ДНК-повреждающего агента цисплатина (35 мкМ).

Для разделения цитоплазматической и ядерной фракций клетки инкубировались в гипотоническом буфере, лизировались 0,1% NP-40 (Nonidet P-40) и центрифугировались. Осадок ресуспендировался в изотоническом буфере с NP-40 (0,3%). После центрифугирования выделенные ядра промывались PBS и использовались для проведения электрофореза в ПААГ и последующего иммуноблоттинга или для измерения активности каспаз. Регистрация хемилюминесценции проводилась на приборе ChemiDoc™ XRS+ System (Bio-Rad). Измерение активности каспаз проводилось добавлением каспазных субстратов и регистрацией флуоресцентного сигнала с помощью Varioskan™ Flash Multimode Reader (Thermo Scientific).

Чистота получаемых фракций оценивалась DIC и флуоресцентной микроскопией на микроскопе DMI6000B (Leica) и анализом распределения маркеров клеточных компартментов методом иммуноблоттинга.

Препараты для конфокальной микроскопии готовились посредством трансфекции клеток каспаза-2-GFP конструктом или последовательной инкубации клеток с первичными и вторичными (Alexa-конъюгированными) антителами. Препараты анализировались с помощью микроскопа LSM 780 (Zeiss).

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Для анализа изменения локализации каспаз в ходе апоптоза разработан протокол субклеточного фракционирования, для чего проведено сравнение ряда широко используемых в литературе методов. Чистота получаемых фракций оценивалась микроскопией и иммуноблоттинг-анализом распределения белков-маркеров различных клеточных компартментов. В качестве подхода, обеспечивающего наиболее эффективное и быстрое разделение цитоплазмы и ядер клеток, выделен лизис неионным детергентом NP-40. Дополнительно подобраны концентрации NP-40 и времена инкубации с ним. Так, разработан протокол, позволяющий надежное выделе-

ние цитоплазматической и ядерной фракций, не содержащих компонентов других клеточных компартментов. Принимая во внимание значительные различия морфологии клеток HeLa и Caov-4, подобранные условия, вероятно, подходят для фракционирования большинства адгезивных клеточных линий млекопитающих.

Разработанный протокол фракционирования в комбинации с методами иммуноблоттинга и измерения активности каспаз был применен для изучения изменения локализации каспаз-2, -3, -8 и -9 в ходе цисплатин-индуцированной апоптотической гибели. Оценивались события, происходящие в первые 24 часа после ее запуска — до накопления фрагментированных и уже погибших клеток (согласно данным предварительного микроскопического анализа). В то время как в нестимулированных клетках наблюдалась преимущественно цитоплазматическая локализация каспаз, цисплатин-опосредованный запуск апоптоза приводил к ранней транслокации их проформ и каталитически активных фрагментов в ядра клеток до разрушения ядерной ламина и ядерной фрагментации. Так, перераспределение каспаз предшествовало значительно уменьшению их проформ, полноразмерных форм ПАРП и ламина В (ядерных субстратов каспаз), а также появлению расщепленных фрагментов данного ламина.

Дополнительное подтверждение транслокации каспаз в ядра апоптотических клеток получено оценкой изменения распределения одной из инициаторных каспаз, каспазы-2, методом конфокальной микроскопии (с использованием конструкта каспазы-2-GFP и иммунофлуоресценцией).

В то время как наблюдаемая ядерная транслокация прокаспаз в ходе апоптоза предполагает возможность активации каспаз непосредственно в ядрах, перемещение их активных форм свидетельствует о выполнении каспазами протеолитической функции в ядрах апоптотических клеток.

В целом, детекция каталитически активных форм инициаторных (каспазы-2, -8, -9) и эффекторных (каспаза-3) каспаз в ядрах апоптотических клеток предполагает важность ядерной транслокации и функции не только эффекторных, но и инициаторных каспаз в процессе гибели клетки по пути апоптоза. Так, инициаторные каспазы могут осуществлять расщепление ряда специфичных ядерных субстратов и ускорять протеолиз субстратов эффекторных каспаз, опосредуя их активацию в ядрах апоптотических клеток.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Prokhorova, E. A., et al. (2015). Role of the nucleus in apoptosis: Signaling and execution. *Cell. Mol. Life Sci.* 72, 4593–4612.
2. Ferrando-May, E. (2005). Nucleocytoplasmic transport in apoptosis. *Cell Death Differ.* 12, 1263–1276.
3. Grote, P., et al. (2007). Commuting (to) suicide: An update on nucleocytoplasmic transport in apoptosis. *Arch. Biochem. Biophys.* 462, 156–161.
4. Zhivotovsky, B., et al. (1999). Caspases: their intracellular localization and translocation during apoptosis. *Cell Death Differ.* 6, 644–651.
5. Galluzzi, L., et al. (2014). Systems biology of cisplatin resistance: past, present and future. *Cell Death Dis.* 5, e1257.
6. Julien, O., et al. (2016). Quantitative MS-based enzymology of caspases reveals distinct protein substrate specificities, hierarchies, and cellular roles. *Proc. Natl. Acad. Sci.* Mar 22. pii: 201524900.

SUMMARY OF THE PROJECT

Upon the induction of apoptosis, a type of programmed cell death, the translocation of caspases, its key players, from the cytoplasm to the nucleus was reported. Yet, the accumulated results are contradictory, and the mechanisms underlining the event, as well as the nuclear functions of caspases, remain elusive. To address

these questions, an essentially new fractionation protocol was developed. Using this protocol, the early translocation of active caspase-2, -3, -8 and -9 to the nuclei of apoptotic cells was observed. Thus, a novel mechanism of apoptosis amplification via the nuclear translocation and function of both initiator and executioner caspases was revealed.

KEYWORDS

Apoptosis, caspase, nucleus, DNA damage.

ДОКЛАДЧИК

Ромаданова Мария Андреевна
Romadanova Mariya

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Получение и характеристика новых антикоагулянтов растительного происхождения

ОРГАНИЗАЦИЯ

Тюменский государственный
медицинский университет
Минздрава России

СОАВТОР(Ы) ДОКЛАДА

Покацкий Дмитрий Алексеевич

РЕЗЮМЕ

Из растительных источников (*Vaccinium myrtillus* (Черника обыкновенная) и *Antennaria dioica* (Кошачья лапка двудомная)) выделены соединения, обладающие антикоагулянтной активностью. Определена их химическая природа и характер влияния на плазмокоагуляцию. Установлено, что антикоагулянтное действие эффекторов проявляется как в *in vitro* тестах, так и сохраняется при введении лабораторным животным.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Гемостаз, плазмокоагуляция, природные антикоагулянты, растительные пептиды.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Цель: Выделить из растений *Vaccinium myrtillus* (Черника обыкновенная) и *Antennaria dioica* (Кошачья лапка двудомная) компоненты, обладающие антикоагулянтной активностью, охарактеризовать их химическую природу и механизм влияния на плазмокоагуляцию.

Задачи:

- получить из растений экстракты, содержащие антикоагулянты;
- провести очистку эффекторов;
- охарактеризовать влияние активных компонентов на плазмокоагуляцию;
- определить химическую принадлежность антикоагулянтов;
- сравнить эффекторы из *Antennaria dioica* и из *Vaccinium myrtillus*.

ВВЕДЕНИЕ

Исследования, направленные на получение антикоагулянтов, начатые в первой половине 20 века, не прекращаются и в настоящее время. Такой интерес к поиску противосвертывающих средств обусловлен высокой долей клинических осложнений и фатальных событий, в основе которых лежит активация гемостаза.

Выполненные на кафедрах ТюмГМУ исследования растений, показали наличие антикоагулянтов в более чем 200 объектах флоры. Обнаружено, что компоненты экстрактов различных растений могут угнетать как заключительный этап свертывания крови, так и более ранние этапы активации коагуляционного каскада. Однако ранее не проводилась очистка большей части антикоагулянтов, их химическая идентификация и тестирование активности *in vivo*.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Сухое измельченное растительное сырье подвергали двукратной экстракции, полученные экстракты отфильтровывали, концентрировали, отдиализовывали, недиализуемую часть высушивали, полученные сухие экстракты использовали для дальнейших исследований.

Для оценки антикоагулянтной активности готовили растворы экстрактов в буфере и в пулированной плазме крови определяли активированное частичное тромбопластиновое время, протромбиновое время и тромбиновое время в сравнении с контролем. Исследования проводили на автоматическом коагулометре, с использованием стандартных тест-систем, рассчитывая эффективность торможения свертывания ($i=1-t_x/t_o$, где t — время свертывания в контроле и опыте).

Тестирование *in vivo* проводили, вводя растворы антикоагулянтов в изотоническом хлориде натрия самцам белых крыс, и оценивая активность свертывания крови в течение 2 часов, в сравнении с контролем.

Оценку чистоты экстрагируемых веществ проводили с помощью тонкослойной и гель-проникающей хроматографии, ставя аналитические реакции с выделенными компонентами. Природу антикоагулянтов устанавливали, гидролизуя очищенный эффектор и идентифицируя компоненты гидролизата с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии.

Статистический анализ полученных данных выполняли методами вариационной статистики для малых рядов наблюдений. Статистическую значимость оценивали, используя U-критерий Манна-Уитни, значимыми считались отличия при значениях $p < 0,05$.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Полученные суммарные экстракты обладает антикоагулянтной активностью, что выражается в удлинении времени, затрачиваемого на образование фибринового сгустка. Так, АЧТВ в присутствии раствора экстракта черники с конечной концентрацией 1 мг/мл удлинялось примерно на 25% (эффективность торможения i 0,15), ПВ и ТВ при этом не изменялись. Экстракт кошачьей лапки в аналогичной концентрации выражено тормозил АЧТВ (i 0,44) При разведении экстракта буфером наблюдали кратное снижение эффективности торможения фибринообразования.

Поскольку полученные экстракты являются смесью соединений, провели их разделение гель-проникающей хроматографией. Удалось разделить экстракт черники на 6 фракций, а экстракт кошачьей лапки на 9 фракций. Антикоагулянтную активность сохраняла фракция 1 экстракта черники (наиболее активно тормозит АЧТВ), и фракция 1 экстракта кошачьей лапки (выражено тормозит АЧТВ, менее выражено — ПВ и ТВ).

Активные фракции экстрактов при введении лабораторным животным выражено подавляли свертыванием крови, а их действие сохранялось не менее 2-х часов. При этом, активность антикоагулянта полученного из черники на протяжении времени наблюдения фактически не снижалась (i 0,18 по АЧТВ), а активность антикоагулянта из кошачьей лапки равномерно снижалась (i 0,8 через 5 мин после введения, до i 0,3 по АЧТВ через 2 часа). Явного токсического действия ни один из экстрактов не проявлял.

Компоненты фракционированных экстрактов разделяли тонкослойной хроматографией, идентифицировав фенольные соединения и нингидрин-положительные вещества. Поскольку ранее было показано наличие в растительных тканях пептидных антикоагулянтов, а положительную реакцию с нингидрином могут давать многие соединения, для подтверждения пептидной природы эффекторов провели ферментативный гидролиз активных фракций. После обработки фракции 1 экстракта кошачьей лапки протеазой, убыль антикоагулянтной активности в сравнении с контрольными образцами составила 14,8% для АЧТВ, 21,9% для ПВ и 16,02% для ТВ. Аналогичная обработка фракции 1 экстракта черники привела к почти двукратной (на 47%) потере активности в отношении АЧТВ.

При кислотном гидролизе активных фракций с последующим разделением ТСХ обнаружен ряд нингидрин-положительных соединений (6 для кошачьей лапки и 5 для черники), совпадающих по величине удерживания с аминокислотами. При ВЭЖХ продуктов гидролиза экстракта кошачьей лапки идентифицированы аспарагиновая кислота, цистеин, треонин и валин, а в гидролизате экстракта черники — аспарагиновая и глутаминовая кислоты, цистеин и серин.

Таким образом, исследованные растения содержат соединения пептидной природы, обладающие антикоагулянтной активностью. Эффекторы сохраняют свою активность *in vivo*. Аминокислотный состав растительных эфффекторов не идентичен, что объясняет различие во влиянии на плазмокоагуляцию.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Дементьева И. А. Защитное действие недиализующейся фракции экстракта медуницы при угрозе тромбоза // Обмен веществ в норме и патологии. — Тюмень, 1992. — С. 30.
2. Русакова О. А. Растения флоры Сибири, как источники антикоагулянтов прямого действия // В сб.: Обмен веществ в норме и патологии. — Тюмень, 1992. — С. 84.
3. Калинин Е. П., Покацкий Д. А., Ромаданова М. А. Влияние антикоагулянта из черники обыкновенной на гемостаз // Микроциркуляция и гемореология (клиника и эксперимент: из лаборатории к постели больного) материалы международной научной конференции. — Ярославль, 2015, с. 140
4. Chandrasekar S., Loomba R., Shah P., Arora R. The need for novel anticoagulation therapy in acute coronary syndrome // Am. J. Ther. 2013, Jan. Vol. 20 (1). P. 61–6. doi: 10.1097/ MJT. 0b013e31820543a3/PMID:21317627.

SUMMARY OF THE PROJECT

Compounds with anticoagulant activity have been prepared from the plants (*Vaccinium myrtillus* and *Antennaria dioica*) and their chemical nature and the character of influence on blood coagulation have been defined. It is established that the anticoagulant action of the effectors is detected *in vitro* and during the entering them into the experimental animals.

KEYWORDS

Blood coagulation, anticoagulants, plant peptides.

ДОКЛАДЧИК

Романчук Наталья Петровна
Romanchuk Natalya

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Нейрофизиологические корреляты ЭЭГ влияния циркадианной системы на функциональное состояние организма человека

ОРГАНИЗАЦИЯ

Самарский государственный
медицинский университет
Минздрава России

РЕЗЮМЕ

Работа посвящена определению закономерностей управления функциональными состояниями организма человека со стороны циркадианной системы при адекватной активации фоторецепторов циркадианных часов сетчатки глаза. Выделены основные полисомнографические предикторы, влияющие на тяжесть инсомнии, которые будут использованы как маркеры влияния активации циркадианных часов на восстановление эффективности сна у пациентов с нарушением цикла «бодрствование-сон». В дальнейшем будут выявлены быстрые и пролонгированные эффекты динамики ритмов ЭЭГ, изменение уровня мелатонина сульфата в моче после воздействия на сетчатку глаза световым излучением с максимумом длины волны 480 нм.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Циркадианная система, голубой спектр света, ЭЭГ, мелатонин, полисомнография, психофизиологическая инсомния.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Цель работы: выявить основные закономерности управления функциональными состояниями организма человека со стороны циркадианной системы в условиях адекватной активации фоторецепторов циркадианных часов сетчатки глаз.

Задачи работы:

1. Оценить с применением специальных тестов качество ночного сна и последующей дневной активности у практически здоровых испытуемых и у пациентов с нарушением цикла «бодрствование-сон».
2. Изучить изменения полисомнографических показателей в зависимости от качества ночного сна у пациентов с психофизиологической инсомнией.
3. Изучить влияние активации циркадианных часов при восприятии голубого спектра видимого света в области 480 нм на восстановление эффективности сна у пациентов с нарушением цикла «бодрствование-сон».
4. Выявить быстрые эффекты динамики основных ритмов ЭЭГ при воздействии на сетчатку глаза испытуемых световым излучением в узкой области голубого света с максимумом в области 480 нм.
5. Изучить пролонгированные эффекты специфической активации циркадианных часов человека с помощью длительного мониторинга ЭЭГ активности.
6. Определить уровни мелатонина сульфата в моче испытуемых в условиях вызванной активации циркадианных часов при восприятии голубого спектра видимого света в области 480 нм.

ВВЕДЕНИЕ

Управление циркадианными часами имеет важное значение для нормализации ночного сна, а также для устранения ряда заболеваний нервной и эндокринной системы. По данным отечественных исследований, количество больных, не удовлетворенных своим сном, превышает 45%. Развитие представлений о меланопсин-содержащих ганглиозных клетках сетчатки позволило по-новому оценить роль циркадианных часов и внешней освещенности в управлении функциональными состояниями организма. Стимуляция фоторецепторов циркадианных часов происходит при спектре видимого света в диапазоне 480±5 нм. В СамГМУ создано электронное устройство для воздействия на биоритмы человека (патенты РФ № 124148 и № 128494) с источником света, имеющим максимум длины волны 480 нм.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Первый этап исследования: Для изучения управления циклом «сон-бодрствование» и определения изменений полисомнографических показателей в зависимости от выраженности инсомнических нарушений у пациентов с психофизиологической инсомнией было обследовано 60 пациентов, обратившихся за сомнологической помощью на кафедру неврологии и нейрохирургии СамГМУ. Возраст исследуемых был от 24 до 59 лет. Средний возраст составил 44,4±8,8 лет.

Методы исследования:

1. Анкетирование пациентов с помощью анкеты индекса тяжести бессонницы (ISI).
2. Полисомнографическое обследование (с помощью портативной полисомнографической диагностической системы Alice PDX, Philips).

Второй этап исследования: Объект исследования — практически здоровые добровольцы (30 человек в возрасте 18–20 лет). Группа сравнения — 30 пациентов, имеющих нарушения цикла «бодрствование-сон», сопоставимых по полу и возрасту.

Методы исследования:

- Регистрация ЭЭГ с помощью 128-канальной системы записи ЭЭГ.
- Определение качества дневной активности и ночного сна с помощью опросника PSQI.
- Суточное мониторирование сна и бодрствования с определением профиля сна, кортикальных реакций ЭЭГ, ЧСС (посредством амбулаторной регистрации полисомнографии).
- Стимуляция меланопсин-содержащих ганглиозных клеток сетчатки с помощью запатентованного устройства для управления биоритмами, генерирующего световой поток с пиковой длиной волны 480 ± 5 нм.
- Определение уровня содержания мелатонина сульфата в моче методом ИФА.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

На первом этапе работы в качестве обследуемых выступили 60 пациентов с психофизиологической инсомнией, обратившихся за сомнологической помощью.

Всем пациентам проводилось анкетирование с помощью анкеты индекса тяжести бессонницы (ISI). Всем испытуемым для объективизации предъявляемых пациентами нарушений сна и для исключения вторичного генеза инсомнии проводилось полисомнографическое обследование. В качестве основных показателей проводимого полисомнографического обследования выступали: общее время сна (TST), относительное и абсолютное время нахождения в первой (N1), второй (N2) стадиях, дельта-сне (N3) и фазе быстрого сна (REM) и их латентности. Отдельно изучалось время бодрствования в течение сна (TWT), наступление бодрствования после засыпания (устойчивой второй стадии сна) — WASO, эффективность сна. В качестве критерия оценки избыточной активации ЭЭГ проводился подсчет количества спонтанных активаций ЭЭГ (Arousal).

С помощью автоматизированного линейного моделирования была сформирована модель влияния регистрируемых полисомнографических показателей на тяжесть инсомнии у обследуемых в соответствии с баллом ISI. Исходя из этой модели, к нарастанию тяжести инсомнии приводят 3 основных показателя:

- увеличение латентности REM сна,
- уменьшение процентной представленности медленноволнового сна,
- индекс спонтанной активации ЭЭГ (но его значимость крайне низкая).

Данные предикторы в дальнейшем будут использованы в качестве маркеров влияния активации циркадианных часов на восстановление эффективности сна у пациентов с нарушением цикла «бодрствование-сон». Также будут изучены быстрые и пролонгированные эффекты динамики основных ритмов ЭЭГ, изменения уровня мелатонина сульфата в моче после воздействия на сетчатку глаза испытуемых световым излучением с максимумом длины волны в области 480 нм.

Выводы: На формирование жалоб пациентов, страдающих психофизиологической инсомнией, влияют объективные изменения, выявляемые при полисомнографическом исследовании. Основными предикторами являются латентность REM сна, относительное время медленноволнового сна и количество спонтанных активаций ЭЭГ. Данные показатели свидетельствуют о важности в организации ночного сна первого цикла сна, поскольку именно его наруше-

ния приводят к удлинению латентности REM сна. Снижение относительного времени медленноволнового сна с вторичным увеличением времени поверхностных стадий сна играют роль в формировании субъективного ощущения качества ночного сна.

Направления использования полученных и ожидаемых результатов исследования:

- Будет предложен способ профилактики и лечения нарушений биоритмов человека, инсомний, нейроэндокринных нарушений, связанных с десинхронозами, депрессий.
- На основе результатов данной работы планируется разработка технологии ускоренного обучения и коррекции когнитивных нарушений.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Антипов И.Е., Захаров А.В., Повереннова О.И., Неганов В.А., Ерофеев А.Е. Возможности различных методов автоматического распознавания стадий сна // Саратовский научно-медицинский журнал. — 2012. — Т. 8, №2. — С. 374–379.
2. Пятин В.Ф., Романчук Н.П., Романчук П.И., Малышев В.К., Сергеева М.С., Фадеева А.В., Никитин О.Л. Способ нормализации циркадианных ритмов человека // Патент РФ на изобретение №2533965 от 27.11.2014.
3. Пятин В.Ф. Устройство для воздействия на биоритмы человека // Патент РФ на полезную модель № 128494 от 27.05.2013.
4. Bailes H. J., Lucas R. J. Human melanopsin forms a pigment maximally sensitive to blue light ($\lambda_{max} \approx 479$ nm) supporting activation of G (q/11) and G (i/o) signalling cascades // Proceedings of the royal society B: Biol Sci. — 2013. — Vol. 280 (1759): 20122987.

SUMMARY OF THE PROJECT

The research is devoted to determination of control patterns of functional conditions of the human organism by the circadian system with adequate activation of the circadian clock photoreceptors of the retina. The main polysomnographic predictors influencing the severity of insomnia were identified. These parameters will be used as markers of the effect of circadian clock activation to restore sleep efficiency in patients with impaired cycle «wake-sleep.» On the next stage of the study we will identify rapid and prolonged effects of EEG rhythms dynamics, levels of melatonin sulfate in urine after exposure by light with peak wavelength of 480 nm to the retina.

KEYWORDS

Circadian system, blue light spectrum, EEG, melatonin, polysomnography, psychophysiological insomnia.

ДОКЛАДЧИК

Рыдченко Виктория Сергеевна
Rydchenko Viktoriya

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Роль калиевой и хлорной проводимости мембраны в механизмах действия внеклеточного АТФ на сократительную активность сосудистых гладкомышечных клеток

ОРГАНИЗАЦИЯ

Сибирский государственный
медицинский университет
Минздрава России

РЕЗЮМЕ

Аденозинтрифосфат (АТФ) играет важную роль в регуляции сосудистого тонуса. Методом механографии исследовали роль калиевой и хлорной проводимости мембраны в механизмах действия внеклеточного АТФ на сократительную активность сосудистых гладкомышечных клеток, индуцированную активацией $\alpha 1$ -адренорецепторов фенилэфрином (ФЭ). Объектом исследования служили изолированные сегменты грудного отдела аорты крыс линии Wistar. АТФ

на фоне ФЭ приводит к дозозависимой релаксации сегментов, которая снижается при действии блокаторов АТФ-чувствительных и потенциал-зависимых калиевых каналов и устраняется при угнетении хлорной проводимости мембраны.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Гладкомышечные клетки, потенциал-зависимые калиевые каналы, АТФ-чувствительные калиевые каналы, кальций-зависимые калиевые каналы, хлорные каналы, АТФ.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Цель работы: исследовать роль калиевой и хлорной проводимости мембраны в механизмах действия внеклеточного АТФ на сократительную активность сосудистых гладкомышечных клеток.

Задачи:

1. Изучить влияние АТФ на сократительную активность сосудистых гладкомышечных клеток, индуцированную активацией α_1 -адренорецепторов.
2. Оценить вклад калиевой проводимости мембраны в механизмы действия АТФ на сократительную активность гладкомышечных клеток.
3. Выявить роль хлорной проводимости в механизмах действия АТФ на сократительную активность гладкомышечных клеток.

ВВЕДЕНИЕ

АТФ играет ключевую роль в регуляции сосудистого тонуса и может оказывать разнонаправленные эффекты. Это обусловлено множеством рецепторов, с которыми связывается АТФ, и механизмами, задействованными в реализации эффектов [5]. Расслабление гладкомышечных клеток связано с выходящими калиевыми токами, которые могут играть важную роль в АТФ-индуцированном расслаблении. Показано, что кальций-активируемые калиевые каналы вовлечены в механизмы действия АТФ [1].

В регуляции тонуса сосудов участвуют хлорные каналы. Открывание Cl^- каналов приводит к деполяризации мембраны и последующему сокращению [1]. Данные о роли Cl^- проводимости мембраны в механизмах действия АТФ в клетках кровеносных сосудов практически отсутствуют.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Объектом исследования служили изолированные гладкомышечные сегменты грудного отдела аорты крысы линии Wistar. Выделялась грудная часть аорты, далее выделяли сегменты шириной 2–3 мм. Использовались сегменты с сохраненным эндотелием и дезэндолизированные.

Измерение механического напряжения сосудистых гладкомышечных клеток проводилось с использованием четырехканальной механографической установки Myobath II и аппаратно-программного обеспечения LAB-TRAX-4/16 (Германия).

Сегменты отмывали физиологическим раствором в течение 50 минут при $\text{pH} = 7,4$ (37°C), после чего вызывали фенилэфрин-индуцированное путем добавления 10 мкМ фенилэфрина (ФЭ) — активатора α_1 -адренорецепторов. Далее использовали физиологический раствор Кребса с добавлением тестируемого соединения. Амплитуду сократительных ответов рассчитывали в процентах от амплитуды сокращения ФЭ, который принимали за 100%.

Растворы готовили на основе дистиллированной воды путем добавления соответствующих реактивов (ХЧ, «Реахим», РФ).

Тестирующие растворы готовились путем добавления в физиологический раствор Кребса или его модификаций необходимых реактивов:

Анализ данных проводили при помощи программы SPSS 15.0 for Windows Evaluation Version. Сформированные выборки не подчинялись закону нормального распределения, поэтому для проверки статистических гипотез были использованы непараметрические критерии. Достоверными считали различия при значении $p < 0,05$.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Действие АТФ на фоне фенилэфрина (ФЭ) характеризовалось дозозависимым снижением механического напряжения (МН) аорты крысы. Удаление эндотелия увеличивало степень расслабления. Действуя на эндотелиальные клетки, АТФ активирует входящие Ca^{2+} -токи, стимулирует эндотелиальную NO-синтазу и синтез NO. NO диффундирует в гладкомышечные клетки (ГМК) и увеличивает синтез цГМФ. Известно, что eNOS представлена и в ГМК [6].

Релаксирующее действие АТФ на фоне ФЭ снижалось при действии блокатора АТФ-чувствительных калиевых каналов глибенкламида (ГБ) и потенциал-зависимых и Ca^{2+} -зависимых калиевых каналов тетраэтиламмония (ТЭА). В сегментах с интактным эндотелием, в отличие от дезэндотелизированных, блокирование потенциал-зависимых калиевых каналов 4-аминопиридином (4-АП) не снижало расслабляющего действия АТФ. Изменение действия АТФ с расслабляющего на сократительное, в условиях блокирования калиевой проводимости мембраны, может быть связано с угнетением активности eNOS. В продукции NO эндотелиальными клетками задействованы кальций-активируемые калиевые каналы малой (SK_{Ca}) и промежуточной (IK_{Ca}) проводимости [4]. Решающую роль при активации этих каналов играет выходящий калиевый ток. Можно предположить, что активация других калиевых каналов будет способствовать аналогичному эффекту. Релаксирующее действие АТФ в дезэндотелизированных сегментах, в отличие от сегментов с интактным эндотелием, зависело от активности потенциал-зависимых калиевых каналов. Возможно, потенциал-зависимые калиевые токи при действии АТФ на пуринергические рецепторы эндотелиальных клеток играют меньшую роль в сравнении с другими типами калиевых каналов так, что их блокирование не сказывается на АТФ-индуцированном расслаблении сосуда.

Другой причиной проявления сократительного эффекта АТФ при ингибировании калиевых каналов может быть превалирующее влияние Ca^{2+} -зависимой сигнальной системы в ГМК, которая также активируется при действии АТФ [2].

Использование блокатора хлорных каналов и Cl^-/HCO_3^- -обменника SITS по-разному влияет на эффекты АТФ. При действии на ФЭ-индуцированное сокращение, присутствие блокатора не влияло на релаксирующий эффект 1 мкМ – 10 мкМ АТФ на сегменты с сохранённым эндотелием, а в дезэндотелизированных сегментах приводило к более выраженной релаксации, в сравнении с действием АТФ в отсутствие блокатора. На фоне SITS АТФ (50 мкМ — 500 мкМ) вызывал значительное увеличение МН сегментов, предсокращённых ФЭ. Развитие констрикторного эффекта на высокие концентрации АТФ на фоне блокады хлорного тока, вероятно, связано с преобладающей активацией Ca^{2+} -сигнальной системы. Механизмы такого эффекта не ясны и требуют дальнейшего изучения.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. D. Strobaek et al. ATP activates K and Cl channels via purinoceptor-mediated release of Ca^{2+} in human coronary artery smooth muscle.
2. Bulley, S. H. Cl-channels in smooth muscle cells.
3. Burnstock, G. Purinergic signaling and blood vessels in health and disease.
4. M. Félétou. Calcium activated potassium channels and endothelial dysfunction: therapeutic options?
5. C. G. da Silva et al. Mechanism of purinergic activation of endothelial nitric oxide synthase in endothelial cells.
6. I. B. Buchwalow. Vascular smooth muscle and nitric oxide synthase.

SUMMARY OF THE PROJECT

Adenosine triphosphate (ATP) plays an important role in vascular tone regulation. The role of potassium and chlorine membrane conductivity in mechanisms of action of extracellular ATP on the contractile activity of vascular smooth muscle cells induced by activation of α_1 -adrenoceptor by phenylephrine (PE) was examined the method of mechanography. The object of the study was isolated segments of the thoracic aorta of Wistar rats. ATP under the action of PE led to a dose-dependent segments relaxation which decreased under the action of blockers of the ATP-sensitive and voltage-dependent potassium channels and eliminated in blocking of chlorine membrane conductivity.

KEYWORDS

Smooth muscle cells, atp-sensitive potassium channels, calcium-activated potassium channels, voltage-gated potassium channels.

ДОКЛАДЧИК

Рысев Георгий Александрович
Rysev Georgy

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Клинико-иммунологические особенности инвазивного аспергиллеза у пациентов с множественной миеломой и острым лимфобластным лейкозом

ОРГАНИЗАЦИЯ

Северо-Западный
государственный медицинский
университет имени
И. И. Мечникова

РЕЗЮМЕ

CONCLUSION: Invasive aspergillosis in patients with ALL is more severe than in patients with MM, which is associated with more severe immunological disorders. Prognosis improves appointment voriconazole as initial therapy, and worsens — concomitant bacterial infection, long agranulocytosis and lymphopenia.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Аспергиллез, множественная миелома, острый лимфобластный лейкоз, вориконазол.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Цель работы — изучение клинико-иммунологических особенностей инвазивного аспергиллеза у пациентов с множественной миеломой (ММ) и острым лимфобластным лейкозом (ОЛЛ), влияющих на прогноз заболевания.

ВВЕДЕНИЕ

Инвазивный аспергиллез (ИА) — тяжелая микотическая инфекция, которая без лечения всегда заканчивается летальным исходом. Развивается ИА преимущественно у пациентов с онкогематологическими заболеваниями.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

В ходе исследования были проанализированы данные 46 пациентов с ММ и ОЛЛ с «доказанным» и «вероятным» ИА, госпитализированных в период с 2005 по 2015 гг. в различные стационары Санкт-Петербурга. Пациенты были разделены на две группы, соответственно их гематологическому диагнозу. В первую группу включили 22 пациента с ММ, среди них мужчин — 36%, женщин — 64% в возрасте от 41 до 65 лет (медиана — 56). Вторая группа включала 24 больных ОЛЛ: мужчин — 66%, женщин — 34%, медиана возраста — 43. Данные по каждой группе оценивались отдельно. Для постановки диагноза ИА и оценки эффективности терапии использовали критерии EORTC/MSG, 2008.

Исследование иммунологических показателей проводилось с помощью иммуноцитохимических методов (определение популяционного состава лимфоцитов с помощью моноклональных антител к CD- маркерам) и иммуноферментных тест-систем (определение продукции ФНО- α , ИФН- γ и ИЛ-6).

Проводили детальное изучение факторов, влияющих на течение и прогноз ИА. Среди прочего, внимание уделяли лечению гематологической патологии: количество курсов полихимиотерапии (ПХТ), применение цитостатиков, использование ГКС и т.д. Большое внимание уделяли осложнениям фонового заболевания и побочным эффектам лечения, таким как: агранулоцитоз, лимфоцитопения, тяжелые бактериальные и вирусные инфекции.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

На основании критериев (EORTC/MSG, 2008) «доказанный» ИА диагностировали у 5% и 17%, «вероятный» — у 95% и 83% пациентов 1 и 2 групп соответственно. Микологическое подтверждение получили 59% случаев в 1 группе и 54% во 2 группе. Основными возбудителями ИА в 1 группе были *A. niger* (64%), *A. fumigatus* (18%) и *A. flavus* (9%), редкие виды (9%) во 2 группе — *A. fumigatus* (57%), *A. niger* (29%) и *A. flavus* (14%). Интересен тот факт, что в 1 группе наиболее частым возбудителем явился *A. niger*, что отличается от результатов ранее проводимых исследований.

Среди пациентов 1 группы внебольничный ИА развился в 27% случаев, во 2 группе — 8%. Среди клинических вариантов ИА в обеих группах наиболее часто развивалось поражение легких 100% vs 96%. КТ-признаки были неспецифичны в обеих группах: очаговые поражения были выявлены — 61% vs 86%, диффузные поражения — 22% vs 29%. Оценка тяжести течения ИА в 1 и 2 группе выявила определенные различия. Лихорадку выше 38,5°C наблюдали у 68% больных в 1 группе и у 75% больных из 2 группы, дыхательную недостаточность — 23% vs 29%, кровохарканье — 0% vs 4%.

В ходе исследования было выявлено, что осложнения фонового заболевания и побочные эффекты лечения, которые могли привести к возникновению ИА возникали с разной частотой у пациентов 1 и 2 групп.

При исследовании иммунологических параметров были выявлены достоверные различия у пациентов исследуемых групп. У больных ММ реже выявляли снижение

1. Абсолютного числа Т-хелперов CD4 + (0,51 (0,40 ÷ 0,73) * 10⁹ / л vs 0,31 (0,07 ÷ 0,72) * 10⁹ / л), p = 0,04,
2. Абсолютного числа В-лимфоцитов CD20 + (0,20 (0,10 ÷ 0,25) * 10⁹ / л vs 0,05 (0,02 ÷ 0,16) * 10⁹ / л), p = 0,04;
3. Индуцированной продукции цитокина ФНО-α (380 (356 ÷ 497) пг / мл vs 164 (95 ÷ 440) пг / мл), p = 0,02;
4. ИФН-γ (755 (615 ÷ 1067) пг / мл vs 128 (70 ÷ 795) пг / мл), p = 0,01;
5. ИЛ-6 (696 (669 ÷ 720) пг / мл vs 374 (242 ÷ 635) пг / мл), p = 0,01.

Продукция иммуноглобулина А и киллерная активность нейтрофилов также были существенно выше у пациентов с ММ по сравнению с ОЛЛ (p=0,08 и p=0,001, соответственно).

Все вышеизложенное свидетельствует о том, что пациенты с ОЛЛ имеют более выраженные иммунологические нарушения и подвержены развитию различных инфекционных осложнений, в том числе и ИА. Кроме того, количественные нарушения иммунокомпетентных клеток и снижение их функциональной активности являются неблагоприятными прогностическими маркерами ИА у данной когорты больных.

Пациенты обеих групп получали антимикотическую терапию. Выбор препаратов и их комбинация обуславливались тяжестью и длительностью течения ИА, а также ответом пациентов на лечение. Варианты используемой терапии были сходными у пациентов обеих групп, основным препаратом был вориконазол.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Kousha M., Tadi R., Soubani A. O. Pulmonary aspergillosis: a clinical review // Eur. Respir. Rev. — 2011. — Vol. 20, №21 — P 156–1722.

2. Попова М.О., Зубаровская Л.С., Клишко Н.Н., Афанасьев Б.В. Инвазивные микозы при трансплантации гемопоэтических стволовых клеток // Тер. архив. — 2012. — №7 — P 50–573.
3. Herbrecht R., Bories P., Moulin J. C., Ledoux M. P. Risk stratification for invasive aspergillosis in immunocompromised patients // Ann. of the New York Academy of Sci. — 2012. — Vol. 1272. — P. 23–304.
4. Eggimann, P. Primary Invasive Aspergillosis of the Digestive Tract: Report of Two Cases and Review of the Literature / P. Eggimann [et al.] // Infection. — 2006. — V. 34, №6 — P 333–335.
5. Hebart, H. Analysis of T-cell responses to Aspergillus fumigatus antigens in healthy individuals and patients with hematologic malignancies / H. Hebart [et al.] // Blood. — 2002. — V 100, № 13. — P 4521–4528.

SUMMARY OF THE PROJECT

BACKGROUND: Invasive aspergillosis is severe mycological infection common in patients with leucosis. Immunological features of IA are not well understood. **METHODS:** We analyzed 46 cases of IA in patients with multiple myeloma and acute lymphoblastic leucosis cured in Saint-Petersburg since 2005. First group of patients included 22 patients with multiple myeloma, and the second included 24 patients with acute lymphoblastic leucosis. For diagnosis IA, we used EORTC/MSG, 2008. **RESULTS:** We found that patients with multiple myeloma were detected less conventional risk factors for IA: long agranulocytosis ($p = 0.01$), and lymphopenia ($p = 0.02$). The main pathogens were *A. niger* (64% vs 29%), *A. fumigatus* (18% vs 57%) and *A. flavus* (9% vs 14%) for 1st and 2nd groups. Immunological examination have been identified: MM patients less determined reduction: the absolute number of CD4 + $p=0.04$; CD20 + $p=0.04$; production of TNF α $p=0.02$; IFN- γ $p=0.01$; and IL-6, $p=0.01$. Production of IgA and killer activity of neutrophils were significantly higher in patients with MM ($p = 0.08$ and $p = 0.001$). 12-week survival rate was 100% vs 83%, ($p = 0,04$). Positively affect the use of voriconazole $p = 0.02$. **CONCLUSION:** Invasive aspergillosis in patients with ALL is more severe than in patients with MM, which is associated with more severe immunological disorders. Prognosis improves appointment voriconazole as initial therapy, and worsens — concomitant bacterial infection, long agranulocytosis and lymphopenia.

KEYWORDS

Invasive aspergillosis, multiple myeloma, acute lymphoblastic leucosis.

ДОКЛАДЧИК

Северин Д.М.
Северин Дмитрий Андреевич
Severinov Dmitriy

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Методика предоперационной подготовки сетчатых имплантов

ОРГАНИЗАЦИЯ

Курский государственный
медицинский университет

СОАВТОР(Ы) ДОКЛАДА

Липатов Вячеслав
Александрович, Иванов
Александр Викторович,
Лазаренко Сергей Викторович

РЕЗЮМЕ

Современный этап развития медицинских технологий характеризуется прогрессивным ростом числа новых изделий медицинского назначения. Модернизация не обошла стороной и одну из наиболее интенсивно развивающихся отраслей медицины, а именно — хирургию имплантов (в том числе общую, сердечно-сосудистую, торакальную, абдоминальную и пр.). В частности, претерпели множество модификаций требования к производству современных имплантов и эндопротезов. Это обусловило необходимость поиска актуальных на сегодняшний день способов и материалов для производства инертных сосудистых имплантатов последнего поколения, а также методов и технологий предоперационной подготовки таких изделий.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Имплант, эндопротез, хирургия, оперативные вмешательства, подготовка к операции.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Разработать, доказать эффективность и внедрить в практику врачей-хирургов методику аутоканевой предоперационной подготовки сетчатых имплантатов, используемых для реконструктивных операций.

ВВЕДЕНИЕ

Хирург перед операцией может подвергнуть имплантируемый агент специальной обработке, с целью уменьшения реакции организма реципиента. Поэтому при наличии пластического материала, врач может использовать целый ряд существующих способов предоперационной подготовки, которые увеличат вероятность приживаемости таких образцов и будут наилучшим образом выполнять функцию замещенного участка тканей. Однако, они не только не удовлетворяют притязаниям современных хирургов относительно биосовместимости имплантата, но и требуют доработки и дальнейшей экспериментальной апробации.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

В качестве материалов исследования нами были использованы следующие образцы сетчатых эндопротезов: сосудистые заплаты на основе полиэтилен-терефталата (двух отечественных фирм-производителей), эндопротез-сетка для восстановительной хирургии Эслан и полимерный сетчатый эндопротез для реконструктивной хирургии Унифлекс.

Опыты *in vivo* проводили на 80 кроликах породы Шиншилла массой 3,5–4 кг, без внешних признаков заболеваний. Животные были разделены на 4 равных группы (по 10 животных в каждой) согласно числу используемых в исследовании видов пластического материала, а также по одной контрольной группе для каждой из экспериментальных групп.

Оперативные вмешательства производили в 2 этапа (животным контрольных групп производили операцию согласно только I этапу исследования):

- I (подготовительный) этап заключался в имплантации исследуемых материалов в подкожную клетчатку (в места наибольшего скопления рыхлой волокнистой ткани).
- II (пластический) этап состоял в изъятии имплантированных материалов через 14 суток после проведения операции, моделировании дефекта полого органа и замещении его подготовленным (пророщенным соединительной тканью) в I этапе имплантом.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Проанализировав данные, полученные в ходе двух этапов исследования, нами был сделан вывод о том, что экспозиция сосудистых заплат, предварительно подготовленных к имплантации проращиванием соединительной аутоканью (для снижения хирургической порозности полотна импланта) в стенке аорты лабораторных животных не приводит к пространственной реорганизации плотной волокнистой соединительной ткани (ПВСТ) *tunica media*, по сравнению с контрольной группой данного исследования. Так же во всех экспериментальных группах исследования сосудистых заплат отмечается образование волокнистого футляра вокруг импланта в целом, разрастающегося за счёт функционирования резидентных клеток-механоцитов.

При оценке гистологических изменений в зоне имплантации сосудистых эндопротезов без использования предложенного нами способа предоперационной подготовки отмечается реструктуризация волокнистого каркаса стенки аорты и локальное изменение сосудистой стенки. Данные морфологические отклонения обусловлены прорастанием в имплант клеточными и волокни-

стыми элементами ПВСТ, дезорганизующими пучки волокон в нитях протеза (рис. 3). Поэтому отдельные волокна, а также нити импланта, особенно, расположенные на краях сосудистых заплат меняют свою ориентацию и постепенно выбухают в просвет аорты вплоть до прободения интимы.

Если же говорить о результатах гистологического исследования места пластики расхождения прямых мышц живота кролика подготовленным в результате подкожной имплантации сетчатым эндопротезом, то стоит отметить, что в морфологическая картина изменений в подкожно-жировой клетчатке радикально отличается от контрольной группы. На микрофотографиях контрольных групп данной серии определяются обширные гранулемы инородного тела, окруженные толстой соединительнотканной капсулой с явлениями фиброобразования. В таких гранулемах волокна материала окружены фибрином, волокнами коллагена и макрофагами, лежащими как поодиночке, так и многоядерными со слившейся цитоплазмой (гигантскими клетками инородных тел).

Таким образом, гистологическое исследование подтвердило нашу гипотезу о эффективности и конкурентноспособности новой методики предоперационной подготовки сетчатых имплантов, используемых для реконструктивно-восстановительных операций. Это было доказано проведенным гистологическим исследованием, по результатам которого мы можем сделать вывод о том, что использование разработанной нами методики позволит уменьшить выраженность воспалительной реакции макроорганизма на имплантацию синтетических материалов. Все вышесказанное позволяет считать разработанный нами способ предоперационной подготовки сетчатых имплантов достаточно универсальным по отношению к уже имеющимся на вооружении у хирургов, а также рекомендовать его для дальнейшего исследования в условиях стационара лечебно-профилактических учреждений.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Автандилов, Г.Г. Медицинская морфометрия: руководство / Г.Г. Автандилов. — М.: Медицина, 1990. — 384 с.: ил.
2. Биосовместимость / под ред. В.И. Севастьянова. — М., 1999. — 368 с. 3.
3. Лазаренко В.А. и др. Влияние аскорбиновой кислоты на течение раневого процесса при имплантации материалов «Эсфил» и «ProGrip» в эксперименте //Курский научно-практический вестник» Человек и его здоровье». — 2015. — №. 4.
4. Майборodin И.В. и др. Некоторые морфологические аспекты имплантации силиконовых материалов в клинике //Новости хирургии. — 2013. — Т. 21. — №. 3.
5. Отличительные особенности реакции tunica media и tunica intima аорты на имплантацию различных лавсановых протезов / С.В. Лазаренко [и др.] // Курский научно-практический вестник «Человек и его здоровье». — 2014. — №4. — С. 11–18.

SUMMARY OF THE PROJECT

The modern stage of the development of medical technologies is characterized by the progressive increase of the number of new medical devices. Modernization did not spare one of the most intensely developing branches of medicine, namely surgery of implants (including the general, cardiovascular, thoracic, abdominal and so forth). In particular, requirements to the manufacturing of implants and endoprostheses have undergone numerous modifications. It has caused need of search of ways and materials actual today for production of inert vascular implants of the last generation, and also methods and technologies of preoperative preparation of such products.

KEYWORDS

Implant, endoprosthesis, surgery, surgeries, preparation for operation.

ДОКЛАДЧИК

Семенов Сергей Викторович
Semenov Sergey

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Анальгетическая активность мелатонина, целекоксиба и их комбинации

ОРГАНИЗАЦИЯ

Ставропольский
государственный медицинский
университет Минздрава России

СОАВТОР(Ы) ДОКЛАДА

Агавердиева Эльза Агавердиевна

РЕЗЮМЕ

Изучено анальгетическое действие разных доз гормона мозговой железы эпифиза мелатонина (0,01; 0,05; 0,1 мг/кг) и нестероидного противовоспалительного средства (НПВС) целекоксиба (0,5; 1,0; 2,5 и 5,0 мг/кг) в тесте горячей пластины (hot plate test). Дана оценка обезболивающим эффектам препаратов как при изолированном введении, так и при сочетании подпороговых доз. Обнаружены аддитивные свойства мелатонина в отношении целекоксиба. Учитывая низкую токсичность гормона и его способность потенцировать действие НПВС, представляется целесообразной более широкая апробация комбинации препаратов в клинической практике.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Мелатонин, целекоксиб, комбинированное применение.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Изучить влияние разных доз мелатонина на противоболевую активность целекоксиба.

ВВЕДЕНИЕ

Физиологические и фармакологические свойства мелатонина (МТ) — основного гормона шишковидной железы (эпифиза) — в последнее время приобрели особую актуальность у широкого круга исследователей.

В первую очередь такой интерес объясняется способностью МТ вмешиваться в различные биохимические процессы, проявлением чего служат его достаточно универсальные протективные свойства.

Сегодня все чаще появляются сведения о способности эпифизарного гормона ограничивать болевую чувствительность и реакцию на боль. Нестероидные противовоспалительные средства (НПВС) обладают сходными свойствами, однако, наличие многочисленных побочных эффектов объясняет необходимость поиска новых веществ, способных их ограничить.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

В опытах использованы белые интактные крысы-самцы массой от 180 до 220 г, содержащиеся в обычных лабораторных условиях при свободном доступе к пище и воде. Все эксперименты проведены с соблюдением международных принципов Европейской конвенции о защите позвоночных животных, используемых для экспериментальных и других научных целей (Страсбург, 1986).

Выполнено три серии опытов на 115 животных. В первой серии изучены анальгетические свойства разных доз целекоксиба. Вторая серия посвящена оценке обезболивающего действия низких доз МТ. В третьей серии изучено сочетанное действие МТ и целекоксиба. Животным вводили растворы мелатонина (препарат Melaxen фирмы Unifarm, США) и целекоксиба (препарат Celebrex фирмы Pfizer Manufacturing Deutschland, Германия).

Предварительно на грызунах моделировался артрит путем однократного введения 0,1 мл 2,0% раствора формалина в полость сустава плюсны. Спустя трое суток (получено гистологическое подтверждение развития острого серозного воспаления) на протяжении недели (ежедневно) животным вводился изучаемый препарат (внутрибрюшинно) в соответствующей дозе.

Болевая чувствительность оценивалась через 30 мин. после внутривенных инъекций веществ с помощью теста горячей пластины, при стандартной температуре 55°C.

Статистическая достоверность результатов по сравнению с контролем (введение физиологического раствора) оценивалась с помощью парного *t*-критерия Стьюдента для независимых совокупностей.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

МТ в максимальной дозе (0,1 мг/кг) вызывает достоверное увеличение латентного времени стойки по сравнению с контролем (рис. 1 А).

Подпороговые свойства МТ обнаруживает в дозе 0,01 мг/кг. Подтверждением этому служит быстрая вертикальная стойка, частое облизывание лап (до 4–6 раз), вздрагивания, значительное расширение зрачков, длительный и повторяющийся крик, агрессивное поведение животных после проведения теста.

Целекоксиб показывает прямую и достоверную зависимость между дозой вещества и его влиянием на болевой порог (рис. 1 Б). Инъекция препарата в оптимальной дозе сопровождается выраженным и статистически значимым сдвигом латентности вертикальной стойки (на 60%), свидетельствующим о четком повышении порога болевой чувствительности. Кроме этого, отмечено стабильное поведение грызунов. Обращает внимание увеличение латентного времени начала облизывания лап, низкая двигательная активность, а также отсутствие агрессии.

Подпороговое действие целекоксиба найдено в дозе 1,0 мг/кг. В этом случае слабое болеутоляющее действие возможно доказать быстрым наступлением вертикальной стойки, частым облизыванием лап (до 4–5 раз), расширением зрачков, интенсивным криком, тревожным и агрессивным поведением грызунов.

Наибольший интерес представляет изучение эффектов, в результате сочетанного введения подпороговых доз МТ и целекоксиба. Отметим целесообразность решения вопроса о способности эпифизарного гормона потенцировать специфическую активность целекоксиба. Как оказалось, в такой ситуации был установлен синергичный анальгетический эффект.

Согласно результатам теста, можно наблюдать существенное повышение показателя латентной стойки животных (рис. 1 В). Данный статистически значимый подъем свидетельствует о потенциальной способности комбинации препаратов оказывать противоболевое действие. Кроме этого, достигнута стабильность в поведении животных, в виде уменьшения количества облизываний лап и удлинения латентного времени начала реакции грызунов на болевой раздражитель, меньшей тревожности, а также низкой двигательной активности.

Молекулярный механизм болеутоляющего действия МТ, по всей вероятности, связан с его способностью ингибировать образование провоспалительных медиаторов. В первую очередь следует отметить способность гормона и его метаболитов (АФМК и АМК) лимитировать активность циклооксигеназы 2 типа (ЦОГ-2), что является важнейшей точкой соприкосновения с механизмом действия целекоксиба (высокоселективный ингибитор ЦОГ-2). Результатом аддитивного эффекта служит снижение уровня простагландинов, тромбоксана и простаглицлинов. При этом сохраняется активность других форм циклооксигеназы, необходимых для обеспечения физиологических процессов (например, регенерации эпителия желудка).

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Э.Б. Арушанян, Мелатонин: биология, фармакология, клиника, АГРУС Ставропольского гос. аграрного университета, Ставрополь (2015).
2. Э.Б. Арушанян, С.С. Наумов, Клин. медицина, № 7, 18–22, (2013).

3. Э.Б. Арушанян, Эксп. и клин. фармакология, № 8, 44–48 (2012).
4. Э.Б. Арушанян, Уникальный мелатонин, Ставропольская гос. медицинская академия, Ставрополь (2007).
5. Ф.И. Комаров, Мелатонин в норме и патологии, Медпрактика, Москва (2004).
6. С.В. Семенов, Э.А. Агавердиева, Наука молодых, №3, 23–28 (2015).
7. M. Allegra, R. J. Reiter, D. X. Tan et al., J. Pineal Res., №34, 1–10 (2003).
8. R. Hardeland, D. P. Cardinali, V. Srinivasan et al., Progr. Neurobiol., №93, 350–384 (2011).
9. R. J. Reiter, D. X. Tan, M. J. Jou et al., Neuro Endocrinol. Lett. №29, 391–398 (2008).
10. P. K. Zahn, T. Lansmann, E. Berger et al., J. Pineal Res, № 1, 24–31 (2003).

SUMMARY OF THE PROJECT

Studied the analgesic effect of various doses of melatonin (0.01, 0.05, 0.1 mg/kg) and nonsteroidal anti-inflammatory drugs (NSAIDs), celecoxib (0.5, 1.0, 2.5 and 5.0 mg / kg) hot plate test. Found in the ability of melatonin to enhance the pharmacological effect of celecoxib.

KEYWORDS

Melatonin, celecoxib, the combined use of.

ДОКЛАДЧИК

Соловьёв Илья Андреевич
Solovev Ilya

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Влияние нейрон-специфичной сверхэкспрессии генов циркадных ритмов на продолжительность жизни *Drosophila melanogaster*

ОРГАНИЗАЦИЯ

Сыктывкарский государственный университет имени Питирима Сорокина

РЕЗЮМЕ

В настоящей работе предпринята попытка компенсировать возраст-зависимую недостаточность экспрессии генов циркадных ритмов в нервной системе модельного объекта *Drosophila melanogaster* в целях продления жизни последнего. Сверхэкспрессия генов интереса, в числе которых *suc*, *clk*, *per*, *tim* и *cry*, осуществлялась при помощи UAS-GAL4 (gene-switch) молекулярной системы, активируемой драйвером ELAV в нервной ткани, в результате сверхэкспрессия генов *cry*, *per*, *suc*, *tim* приводила к продлению жизни плодовых мух, в то время, как активация *clk* вела к сокращению. Данные эффекты обусловлены тесной сопряженностью циркадного осциллятора и многих генетических детерминант процесса старения.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Циркадные ритмы, старение, транскриптом, *Drosophila*.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Целью данной работы является изучение влияния на продолжительность жизни особей *Drosophila melanogaster* эктопической кондиционной сверхэкспрессии генов циркадных ритмов, способной компенсировать, возраст-зависимую недостаточность уровней экспрессии упомянутых генов. Кроме этого, планируется изучить влияние гиперкомпенсации экспрессии генов циркадных ритмов, дополнительно активирующей системы, формирующие ответ клетки на воздействия стрессоров, в качестве механизма адаптации к процессу естественного старения.

Задачи:

1. Анализ литературы.
2. Описание методики проведения эксперимента.
3. Оценка параметров продолжительности жизни *D. melanogaster*.
4. Анализ полученных результатов и их обсуждение.

ВВЕДЕНИЕ

Известно, что гены-регуляторы циркадных ритмов *cuc*, *clk*, *per*, *tim*, *cry* изменяют уровни экспрессии в тканях в процессе старения. Исследовав при помощи онлайн-инструментов NCBI GEO Datasets и Profiles полученные Zou et al. (2000) профили экспрессии генов осциллятора, мы выяснили, что в головах 47-дневных имаго дрозофилы наблюдается повышение концентрации *cuc* и *tim*, а *clk*, *cry* и *per* проявляют недостаточность экспрессии относительно показателей контрольной группы 3-дневных имаго. Результаты анализа литературы позволили сформулировать гипотезу.

Компенсация, либо гиперкомпенсация недостаточности экспрессии генов циркадных ритмов в нервной системе способна продлить жизнь дрозофилы, повысив стрессоустойчивость последней.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

При постановке эксперимента использовались: Линии *y*, *w*; UAS-*cry2.4/CyO*, *w*; UAS-*HA-clk* #*sit* и *y*, *w*; UAS-*cry12/TM2*. Линии *w*; UAS-*per10* и *w*; UAS-*per24*, а также *w*; UAS-*cuc* #6 и *y*, *w*; *tim*^o; P {*tim+HA*} -2. Драйверная линия с мифепристон-индуцибельным нейрон-специфичным транскрипционным фактором *y*; P {ELAV-GeneSwitch-GAL4}. Для кондиционной сверхэкспрессии генов интереса самок-носительниц скрещивали с самцами линии ELAV, затем их потомству, сразу после лёта разделенному по половому признаку, в корм с дрожжевой пастой вносили: опытной группе — RU486 (Mifepristone, «Sigma») и контрольной — спирт этиловый 98% в разведении 1:100. Мух содержали при 25°C и 12-ти часовом режиме освещения на стандартной агарно-дрожжевой среде. По возможности ежедневно подсчитывали число умерших мух. Для статистической оценки достоверности различий между выборками использовали критерий Колмогорова-Смирнова, чтобы обнаружить воздействие веществ. Критериями Гехана-Бреслоу-Уилкоксона и Мантела-Кокса пользовались для оценки различий между медианами продолжительности жизни. При выявлении различий между показателями 90%-смертности был применен тест Ванг-Элисона. В когорту по каждому генотипу входило не менее 300 особей, опыты выполнены в трех биологических повторностях.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Мифепристон-индуцибельная кондиционная сверхэкспрессия генов циркадных ритмов в центральной нервной системе дрозофилы изменила значения медиан продолжительности жизни, как, впрочем, и время 90% смертности особей обоих полов.

Прирост медианной ПЖ составил по 4% у самцов линий со сверхэкспрессией генов *per24* ($p < 0.05$) и *cuc* ($p < 0.001$), равное указанным выше значениям увеличение времени 90% смертности отмечалось лишь во втором случае ($p < 0.001$). На самцах со сверхэкспрессией гена *tim* был получен интересный эффект достоверного равенства медиан ПЖ в опыте и контроле при ничтожном снижении времени 90% смертности ($p < 0.01$). Самки со сверхактивированным *tim* показали 10%-ый прирост медианной ПЖ ($p < 0.0001$) и 4%-ый времени 90%-ой смертности ($p < 0.001$). Самки линии со сверхэкспрессией гена *per10* жили на 5.4% дольше контрольной группы ($p < 0.0001$), 5% составил в их случае прирост времени 90% смертности ($p < 0.001$). Увеличение медианной ПЖ на 10% было обнаружено и в случае со сверхактив-

цией у самок гена *cry12* ($p < 0.01$). Отметим отдельно эффект 10%-ого снижения медианной ПЖ у самок линии, сверхэкспрессирующей при кормлении мифепристоном *clk* ($p < 0.01$)

Полученные результаты, дают основания полагать, что выдвинутая нами гипотеза верна. Компенсация недостаточности экспрессии генов циркадных ритмов клетках нервной системы (*per*, *cry*) способна продлить жизнь дрозофилы, но также к желаемому результату приводит и гиперкомпенсация уровней в норме сверхэкспрессирующихся в позднем возрасте у имаго *cyc* и *tim*. Увеличение продолжительности жизни дрозофил можно объяснить наличием множества детерминант старения в ряду альтернативных мишеней генов циркадных ритмов, взаимодействие с которыми обуславливает эффект (Solovyov et al., 2016).

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Solovyov I. A., Dobrovol'skaya E. V., Moskalev A. A. Genetic control of circadian rhythms and aging //Russian Journal of Genetics. 2016. V. 52. № 4. P. 393–412. DOI: 10.1134/S1022795416040104
2. Zou S., Meadows S., Sharp L., Jan L. Y., Jan Y. N. Genome-wide study of aging and oxidative stress response in *Drosophila melanogaster* //Proc Natl Acad Sci USA. 2000. V. 97. №. 25. P. 13726–13731.

SUMMARY OF THE PROJECT

Genes of circadian rhythms change their expression during aging of different organisms. Available transcriptomic data from on-line bases shows that expression profiles of clock genes change in animals with age. These findings have led us to an idea of normalizing expression profiles of circadian oscillator elements to compensate potential aging-associated changes during all lifespan on *Drosophila* model. The aim of the present research is to investigate the role of molecular oscillator elements (*cry*, *per*, *tim*, *clk*, *cyc*) in aging and longevity mechanisms. Primarily, we overexpressed *clk*, *per*, *cry*, *cyc* and *tim* using neuron-specific RU486-inducible gene-switch system, this resulted in the increase of median life expectancy (10%) in *tim*- and *cry12*-overexpressing females. Median lifespan of female fruit flies overexpressing *per10* was 5.4% longer than in control group. Noteworthy, overexpression of *clk* shortened (–10%) only female's lifespan. 4% augmentation of median life expectancy was observed for males overexpressing *per24* and *cyc*. The analysis of the literature shows that clock genes modulate the activity of different determinants of aging (Solovyev et al., 2016). Thus, our data has shown that compensation of circadian clock genes» potential age-dependent expression decrease (*cry*, *per*) in the nervous system during all imago's life as well as hypercompensation of increased levels of other genes (*tim*, *cyc*) extends lifespan.

KEYWORDS

Circadian clock, aging, *Drosophila*, longevity.

ДОКЛАДЧИК

Строева Александра
Дмитриевна

Stroeva Aleksandra

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Причины и частота возникновения анемии у жителей г. Мурманска

ОРГАНИЗАЦИЯ

Мурманский арктический
государственный университет

РЕЗЮМЕ

В статье представлены исследования содержания гемоглобина, среднего объема и количества эритроцитов при различных формах анемий у мужчин и женщин в г. Мурманске, отмечены наиболее часто встречающиеся анемии в различном возрасте и у представителей разного пола, обсуждаются основные причины возникновения анемии.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Эритроцитарные индексы, нормоцитарные нормохромные, микроцитарные гипохромные и макроцитарные гиперхромные анемии, атрофический гастрит, гемоглобин.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Целью данной работы является установление причин и частоты возникновения анемий различного патогенеза у жителей г. Мурманска.

Для достижения поставленной цели следовало решить следующие задачи:

1. Определить параметры крови, свидетельствующие о наличии анемии;
2. Установить частоту регистрации анемий у жителей г. Мурманска, проходящих медицинское обследование;
3. Выявить возрастные и половые различия в типах и проявлениях анемии у жителей г. Мурманска.

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность

Любой вид анемии опасен для здоровья человека, так как в организме возникает гипоксия, в первую очередь страдает мозг, нарушается нормальный эритропоэз и окислительные процессы. Необходимо отметить широкую распространённость анемии, более четверти населения Земли оказывается поражённым данным состоянием.

Объект исследования: Эритроцитарные индексы

Предмет исследования: Анемии различного патогенеза

Научная новизна: Результаты работы дополняют сведения о важных различиях эритроцитарных показателей среди женщин и мужчин различного возраста, страдающих анемией. Выделение причин, способствующих развитию такого состояния, имеет существенную роль в выяснении механизмов нарушения внутренних процессов организма.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Материалом для исследования послужили 7 эритроцитарных индексов: RBC — эритроциты, HGB — гемоглобин, HCT- гематокрит, MCV-средний объём эритроцитов, MCH — среднее содержание гемоглобина в эритроците, MCHC — средняя концентрация гемоглобина в эритроците, RDV-CV — ширина распределения эритроцитов.

Данные были отобраны из лабораторно-информационной системы ГОБУЗ «МОКБ им. П.А. Баяндина» за 2015 год. Всего проанализированы анализы крови у 1026 человек. Из них у 28,8% человек в возрасте от 21 года до 87 лет обнаружена анемия. Дальнейшему исследованию подвергались только анализы больных с анемией. Для получения необходимых параметров крови проводились исследования на автоматическом гематологическом анализаторе, в котором используются методы:

1. SLS-гемоглобин (фотометрический)
2. Кондуктометрический

Методы статистической обработки:

Для определения достоверности различий, применялся t-критерий Стьюдента для независимых выборок:

$$t_{emp} = \frac{|M_1 - M_2|}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{N_1} + \frac{\sigma_2^2}{N_2}}}$$

и U — критерий Манна-Уитни: где M_i — среднее арифметическое i -ой выборки; σ_i — стандартное отклонение i -ой выборки; N_i — численность i -ой

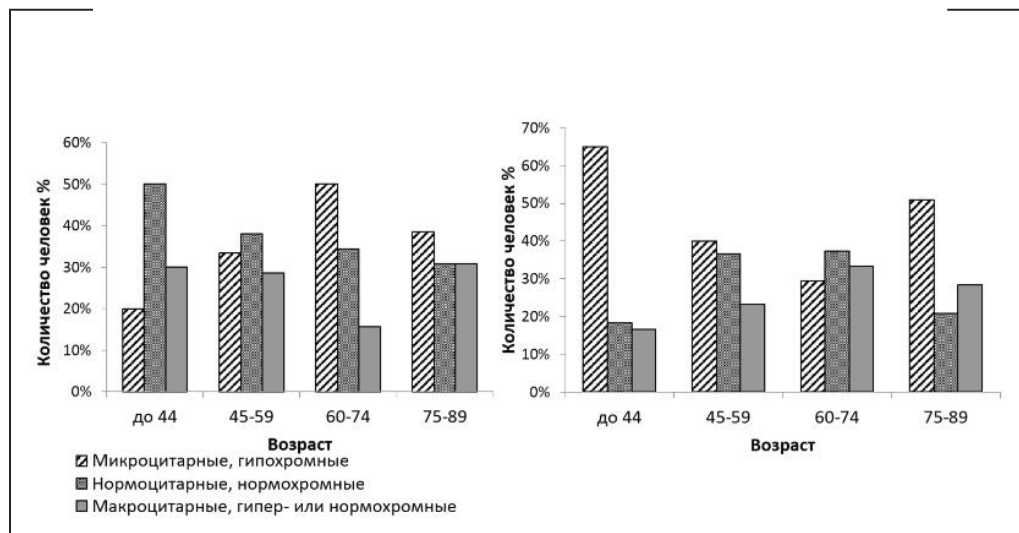
$$U_{emp} = n_1 n_2 \frac{n_x(n_x+1)}{2} - T_x,$$

где n_1 — количество значений в 1-ой выборке; n_2 — количество значений во 2-ой выборке; T_x — большая из двух ранговых сумм, соответствующая выборке n_x .

Для изучения связи между MCV и MCH использовался регрессионный и корреляционный анализ.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Рис. 1. Распределение анемий у мужчин (слева) и у женщин (справа)



После анализа данных установлено, что у женщин микроцитарные гипохромные анемии составляют высокий процент в молодом возрасте с долей 65%.

У мужчин такие состояния преобладают в пожилом возрасте, достигая 50% (рис. 1).

С возрастом у женщин постепенно увеличивается образование макроцитарных гиперхромных анемий, с максимумом — 33,3% в пожилом возрасте. У мужчин такая анемия наблюдается практически на одном уровне в молодом, среднем и старческом возрасте.

Нормоцитарные нормохромные анемии у женщин занимают наибольший процент в среднем — 36% и пожилом — 37% возрасте, наименьший в молодом — 18%. У мужчин встречается до 44 лет чаще всего — 50%.

Проанализированы средние значения MCV среди микро-, макро- и нормоцитарных анемий у мужчин и женщин, например, как показано на рисунке 2 и определены предполагаемые причины их развития. Достоверность различий определялась с помощью критерия Манна-Уитни (2), так как выборки были достаточно малы и не соответствовали нормальному распределению:

Рис. 2. Средний объём эритроцитов при макроцитарных гиперхромных анемиях (1 фл = 1 мкм³)

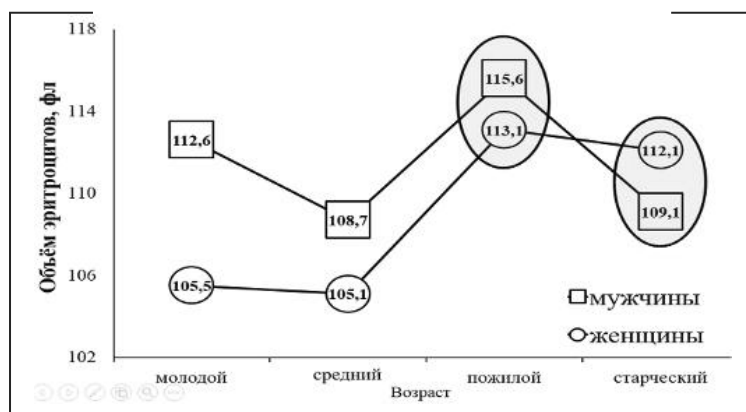


рис. 2 Средний объём эритроцитов при макроцитарных гиперхромных анемиях (1 фл = 1 мкм³)

Среди железодефицитных у женщин, наиболее часто встречаются тяжёлые формы анемии в старческом и пожилом возрасте доля таких состояний 60% и 58%. У мужчин тяжёлые формы встречаются с 45 лет, увеличивались до максимума — 50% в старческом возрасте.

Практическая значимость: данные о процентном соотношении частоты встречаемости различных видов анемий и их особенностях среди женщин и мужчин разных возрастных групп могут помочь при лабораторной диагностике выявления анемий с атипичным протеканием и внедрению профилактических мер среди населения.

ВЫВОДЫ

1. Гипохромные анемии почти всегда преобладают над всеми прочими формами у женщин, достигая 65% в молодом возрасте и 51% в старческом. У мужчин в молодом возрасте преобладают нормохромные анемии, а в пожилом — гиперхромные анемии (по 50%)
2. Средний объём эритроцитов у мужчин снижается к старости, а у женщин повышается, за исключением гипохромных анемий. В молодом и среднем возрасте MCV у мужчин достоверно выше при всех видах анемии, что связано с меньшими потерями витаминов и микроэлементов
3. Тяжёлые степени железодефицитных анемий наиболее часто проявлялись у женщин увеличиваясь с возрастом до 60%. Тяжёлые формы фолиево- и В12 дефицитных анемий наиболее часто встречались у мужчин, с долей 33% в старческом возрасте
4. Количество эритроцитов достоверно выше при микроцитарных анемиях, что характеризует преобладание регенераторной стадии железодефицитных анемий у испытуемых, а при макроцитарных анемиях достоверно ниже, относительно других двух форм
5. Коэффициент корреляции ($r=0,99$) указывает на наличие тесной связи между средним объёмом и средним содержанием гемоглобина в эритроците, зависимость носит прямолинейный характер и описывается уравнением регрессии $MCH = 0,35MCV - 2,5$.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Долгов, В.В. Лабораторная диагностика анемий [Текст] / В.В. Долгов, С.А. Луговская, В.Т. Морозова, М.Е. Почтарь. — М.: Изд-во Триада, 2009. — 147 с.
2. Дёгтева, Е. Н. Состояние эритрона у жителей северных территорий [Текст] / Е. Н. Дёгтева, Д. Н. Климова // Экология человека. — 2004. — Т. 9. — № 6. — С. 53–57.
3. Лукина, Е. А. Метаболизм железа в норме и патологии [Текст] / Е. А. Лукина, А. В. Деженкова // Клиническая онкогематология. Фундаментальные исследования и клиническая практика. — 2015. — Т. 8. — № 4. — С. 355–360.
4. Седунова, Е. Г. К вопросу о структуре заболеваемости анемиями различного генеза [Текст] / Е. Г. Седунова, А. И. Малакин // Медицина и здоровье. — 2009. — Т. 2. — № 2. — С. 125–130.
5. Цветкова, О. А. Медико-социальные аспекты железодефицитной анемии [Текст] / О. А. Цветкова // Русский медицинский журнал. — 2009. — Т. 18. — № 5. — С. 230–237.

SUMMARY OF THE PROJECT

This paper presented an investigation into the mean cell volume and a number of red blood cells among different forms of anemia both for men and women in Murmansk. There is noted the most common anemia in different ages and genders, also discussed their main causes.

KEYWORDS

Red blood cell indices, normocytic, microcytic and macrocytic anemias; gastratrophia, hemoglobin.

ДОКЛАДЧИК

Субботин Сергей Викторович
Subbotin Sergei

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Объемная капнография — метод функциональной диагностики
бронхиальной астмы

ОРГАНИЗАЦИЯ

Рязанский государственный
медицинский университет имени
академика И. П. Павлова

СОАВТОР(Ы) ДОКЛАДА

Пономарева Ирина Борисовна,
Кидяева Елена Александровна

РЕЗЮМЕ

Объемная капнография — метод оценки динамики выделения углекислого газа по отношению к дыхательному объему. Цель работы — изучить диагностические возможности объемной капнографии при БА и корреляцию между показателями данного метода с результатами спирометрии и бодиплетизмографии. Обследовано 70 пациентов с диагнозом БА и 55 добровольцев контрольной группы. Проанализированы параметры: VD-Fowler, dMM/dV2, dMM/dV3, Alpha s2s3, Vm25-50/VTin-s, Raw, RV, RV/TLC и FEV1. Полученные результаты показали достоверные различия между пациентами с БА и группой контроля. Была установлена корреляция между показателями объемной капнографии и результатами спирометрии и бодиплетизмографии.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Объемная капнография, бронхиальная астма, вентиляция, перфузия, индекс эмфиземы, легочная гиперинфляция, наклон фазы 3, мертвое пространство.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Оценить показатели объемной капнографии и возможности данной методики в диагностике бронхиальной астмы; изучить корреляционные взаимоотношения этих показателей с результатами спирометрии и бодиплетизмографии.

ВВЕДЕНИЕ

Бронхиальная астма (БА) является глобальной проблемой во всем мире. По данным эпидемиологических исследований этим заболеванием страдают от 1 до 18% населения [4]. Основной метод функциональной диагностики БА — спирометрия. Однако, в связи с трудностью выполнения дыхательного маневра у ряда пациентов, проводится поиск новых инструментов для оценки легочной функции. В связи с этим научный интерес представляет изучение возможностей объемной капнографии — метода, оценивающего динамику выделения углекислого газа по отношению к дыхательному объему и косвенно отражающего состояние дыхательных путей малого диаметра [2].

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

В исследовании приняли участие 70 пациентов (59,8±14,9 лет) с установленным диагнозом БА среднетяжелого (n=33) и тяжелого течения (n=37) и 55 добровольцев контрольной группы (58,15±14,03 лет). Группы были идентичны по антропометрическим показателям. Все пациенты с бронхиальной астмой перед исследованием воздержались от приема короткодействующих бронходилататоров в течение 6 часов и длительнодействующих бронходилататоров в течение 12 часов. Всем обследуемым проводилась спирометрия и объемная капнография. В группе БА показатели регистрировались дважды: до и через 20 мин после ингаляции бронхолитика (вентолин 400 мкг). Кроме того, 10 пациентам с БА дополнительно проведена бодиплетизмография.

Для регистрации объемных капнограмм и спирограмм использовался ультразвуковой компьютерный спирограф SpiroScout (Ganshorn, Германия), оснащенный функцией объемной капнографии. Для проведения бодиплетизмографии использовался бодиплетизмограф Q-box (COSMED, Италия).

Статистическая обработка результатов производилась с помощью «Statistica for Windows» фирмы StatSoft Inc. Версия 10.0». Данные статистики представлены как выборочное среднее ± стандартное отклонение. Различия считались

статистически достоверными при $p < 0,05$. Расчет коэффициента корреляции проводился ранговым методом Спирмена.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

При анализе результатов спирометрии пациентов со среднетяжелым и тяжелым течением БА получено снижение объема форсированного выдоха за 1 сек (FEV₁, % от должного) — $66,97 \pm 1,59$ и $45,55 \pm 1,87$, соответственно, по сравнению с группой контроля ($99,54 \pm 1,41$). В группе пациентов с БА после ингаляции бронхолитика FEV₁ (% от должного) достоверно увеличивался — $65,86 \pm 1,92$ при среднетяжелой и $58,74 \pm 1,95$ при тяжелой астме.

Бодиплетизмография регистрировала повышение функционального остаточного объема легких RV (% от должного) — $118,29 \pm 7,13$ и соотношения функционального остаточного объема легких к общей емкости легких — RV/TLC (% от должного) — $64,43 \pm 10,42$ за счет гиперинфляции и образования воздушных ловушек. Показатель бронхиального сопротивления RAW (кПас/л) увеличивался вследствие бронхобструкции ($4,70 \pm 1,2$).

При оценке показателей объемной капнографии было установлено, что объем анатомического мертвого пространства (VD-Fowler, г/моль*л) в группе БА достоверно снижался по сравнению с группой контроля ($136,06 \pm 5,30$ и $168,77 \pm 5,73$, соответственно) за счет бронхобструкции. Снижение угла наклона фазы 2 (dMM/dV₂, г/моль*л) у пациентов с БА после приема вентолина ($2,81 \pm 0,12$ до приема препарата и $2,36 \pm 0,10$ после) может косвенно отражать изменение величины мертвого пространства в ответ на бронходилатацию.

Угол наклона фазы 3 (dMM/dV₃, г/моль*л) характеризует состояние вентиляции и перфузии легочной периферии. Он достоверно выше у пациентов с БА ($0,27 \pm 0,02$) по сравнению с контрольной группой ($0,20 \pm 0,01$), что показывает неоднородность распределения вентиляционно-перфузионного соотношения в этих. Кроме того, dMM/dV₃ имел достоверные различия у пациентов со среднетяжелым ($0,25 \pm 0,02$) и тяжелым течением ($0,35 \pm 0,03$) БА. Однако, достоверной разницы при оценке dMM/dV₃ до и после приема вентолина получено не было, что объясняется наличием необратимых изменений дистальных дыхательных путей [2].

Угол наклона между фазами 2 и 3 (Alpha s_{2s3}, °) достоверно выше у пациентов в группе БА по сравнению с группой контроля ($128,12 \pm 1,26$ и $124,51 \pm 0,82$, соответственно) в связи с неравномерным «опустошением» альвеол при выдохе при бронхобструкции [1].

Метод объемной капнографии позволяет определить наличие гиперинфляции у пациентов с обструктивными заболеваниями легких. Для этой цели используется расчетный «индекс эмфиземы» (Vm₂₅₋₅₀/VT_{in-s}) [3]. Пациенты группы БА имели достоверно более высокий Vm₂₅₋₅₀/VT_{in-s} при среднетяжелой и тяжелой астме по сравнению с группой контроля ($54,09 \pm 13,00$, $133,91 \pm 29,89$ и $17,11 \pm 1,03$, соответственно). После приема вентолина Vm₂₅₋₅₀/VT_{in-s} показал значимое уменьшение ($41,87 \pm 13,00$ и $97,81 \pm 18,32$, соответственно).

Выявлена корреляция dMM/dV₃ и Alpha s_{2s3} с Raw, RV, RV/TLC бодиплетизмографии и FEV₁ спирометрии. Vm₂₅₋₅₀/VT_{in-s} показал корреляцию с RV/TLC и FEV₁.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. J. S. Gravenstein, M. B. Jaffe, N. Gravenstein and D. A. Paulus, Eds., Capnography (2nd edition). Cambridge, U. K.: Cambridge Univ. Press, 2011, p. 488.
2. Liliani Veronez, Monica Corso Pereira, Silvia Maria Doria da Silva, Luisa Affi Barcaui, Eduardo Mello De Capitani, Marcos Mello Moreira, Ilma Aparecida Paschoal Volumetric capnography for the evaluation of chronic airways diseases. International Journal of COPD 2014;9: 983–989.
3. Бяловский Ю. Ю., Абросимов В. Н «Капнография в общеврачебной практике», Рязань, РязГМУ, 2006, — 150 с.

4. Глобальная стратегия лечения и профилактики бронхиальной астмы (пересмотр 2014 г.) / Под ред. А. С. Белевского. — М.: Российское респираторное общество, 2015. — 148 с.

SUMMARY OF THE PROJECT

Volumetric capnography — method of measurement of carbon dioxide excretion in relation to the tidal volume. Objectives: to study the diagnostic capabilities of the volumetric capnography in asthma and correlation between the variables of this method and the results of spirometry and bodyplethysmography. 70 patients with asthma and 55 volunteers as a control group were examined. Analyzed parameters: VD-Fowler, dMM/dV2, dMM/dV3, Alpha s2s3, Vm25-50/VTin-s, Raw, RV, RV/TLC and FEV1. The results showed significant differences between patients with asthma and control group. A correlation has been established between variables of the volumetric capnography and results of spirometry and bodyplethysmography.

KEYWORDS

Volumetric capnography, asthma, ventilation, perfusion, emphysema index, lung hyperinflation, slope phase 3, dead space.

ДОКЛАДЧИК

Тараканова Валентина
Александровна
Tarakanova Valentina

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Оценка эффективности способов введения раневой поверхности реципиентной зоны твердого неба

ОРГАНИЗАЦИЯ

Сибирский государственный
медицинский университет
Минздрава России

СОАВТОР(Ы) ДОКЛАДА

Знаменская Ю. П.

РЕЗЮМЕ

В научно — исследовательской работе представлен один из методов лечения десневых рецессий — забор свободного аутогенного десневого трансплантата, его особенности. Дается сравнительная характеристика способов ведения раны в донорской зоне твердого неба по данным литературных источников, преимущества и недостатки сведены в таблицу. Представлен сравнительный анализ комплексного лечения с абсорбирующим средством «Тахокомб» и средством для местного применения «Желпластан», открытого способа ведения раневой поверхности.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Пародонтальная хирургия, свободный аутогенный десневой трансплантат, раневая поверхность, твердое небо, «Желпластан», «Тахокомб».

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Цель исследования: проведение сравнительного анализа способов ведения раны в донорской зоне, расположенной на твердом небе.

ВВЕДЕНИЕ

Одной из актуальных проблем эстетической пародонтальной хирургии является лечение десневых рецессий, появление которых ставит под угрозу стоматологическое здоровье человека. Наибольшая вероятность успеха в лечении достигается при пересадке свободного аутогенного десневого трансплантата. Использование такого трансплантата является «золотым стандартом». Забор свободного аутогенного десневого трансплантата возможно произвести только из нескольких анатомических зон: твердое небо, зона адентии, ретромолярная зона, зона бугров верхней челюсти. Отрицательными моментами при заборе такого трансплантата являются: болезненность донорского участка, инфицирование, краевой некроз «донорской зоны», высокий риск кровотечения.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

За период с 2015 по 2016 гг на базе кафедры хирургической стоматологии и челюстно-лицевой хирургии НижГМА было проведено обследование и лечение 30 пациентов, нуждающихся в проведении оперативного вмешательства с забором свободного аутогенного десневого трансплантата. Все пациенты по способу ведения раны в области забора свободного аутогенного десневого трансплантата на твердом небе были разделены на 3 группы: 1 группа — комплексное лечение с абсорбирующим раневым «покрытием» «Тахокомб»; 2 группа — комплексное лечение с «покрытием» «Желпластан»; 3 группа — группа сравнения (рана заживала открытым способом). С целью изучения эффективности действия того или иного «покрытия» в послеоперационном периоде нами была разработана и составлена анкета-опросник для больных, основанная на субъективных ощущениях пациента. Обработка данных проводилась с использованием статистического метода малых выборок.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Использование «покрытий» в 1-й и 2-й группе обеспечивало стабильное гемостатическое действие, не было зафиксировано вторичного кровотечения. В 1-й и 2-й группах всеми пациентами была отмечена низкая интенсивность и длительность болевого синдрома. В 3-й группе заживление донорской зоны сопровождалось интенсивным болевым синдромом и у 4-х пациентов было отмечено наличие раннего кровотечения, что вызвало повторное обращение и достижение гемостаза электрокоагулированием. У 2-х пациентов в группе сравнения отмечалось наличие воспалительных явлений и инфицирования, что было связано с отсутствием гемостаза (из-за повреждения гутска) и несоблюдением рекомендаций.

На основании полученных данных можно отметить, что ведение раневой поверхности на твердом небе с применением абсорбирующего средства «Тахокомб» и средства для местного применения «Желпластан» обеспечивает низкую интенсивность болевого синдрома, отсутствие кровотечения и соответственно более короткие сроки эпителизации.

Однако, абсорбирующее средство «Тахокомб» имеет в качестве побочного эффекта реакции гиперчувствительности или аллергические реакции. Поэтому мы не рекомендуем его применение у пациентов, находящихся на лечении гемостатическими средствами, содержащими фибрин, и у пациентов с повышенной чувствительностью к компонентам препарата.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Эдвард С. Коэн «Атлас косметической и реконструктивной хирургии пародонта» \\ Практическая медицина, Москва, 2011 год, 512 с.
2. Наоши Сато «Хирургия пародонта», Япония, 2000 год, 441 с.
3. В. М. Безруков, Л. А. Григорянц, Н. А. Рабухина [и др.] «Амбулаторная хирургическая стоматология (современные методы): руководство для врачей», Москва., 2002. — 75 с.
4. У.Ф. Ибрагимов, Н.Э. Макхкамова, Ш.М. Хасанов, Р.А. Амануллаев, М.Э. Макхкамов «Тахокомб для ранней уранопластики» \\ Стоматология детского возраста и профилактика — 2008 — том 71 (24) — с. 62–64
5. Дурново Е. А., Мочалова Д. А., Беспалова Н. А., Янова Н. А., Клочков А. С., Рунова Н. Б. «Клиническая оценка течения раневого процесса на слизистой оболочке полости рта при использовании полимерного трансплантата»
6. www.rlsnet.ru.

SUMMARY OF THE PROJECT

In scientifically — one of treatment methods the desnevy recessions — a fence of the free autogenic desnevy transplant, its feature is presented to research work. The comparative characteristic of ways of maintaining a wound in a donor zone of a hard palate according to references is given, advantages and shortcomings

are tabulated. The comparative analysis of complex treatment with the absorbing means of «Takhokomb» and means for local application «Zhelplastan», an open way of maintaining a wound surface is submitted.

KEYWORDS

Parodontalny surgery, the free autogenic desnevy transplant, wound surface, hard palate, «Zhelplastan», «Takhokomb».

ДОКЛАДЧИК

Тыхеев Жаргал Александрович
Tukheev Zhargal

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Фармакогностическое исследование володушки козелецелистной (*Bupleurum scorzonerifolium* Willd.) с целью создания лекарственных средств широкого спектра действия

ОРГАНИЗАЦИЯ

Бурятский государственный
университет

РЕЗЮМЕ

В ходе выполнения работы проведено анатомо-морфологическое и фитохимическое исследование володушки козелецелистной травы и корней, установлены диагностические признаки сырья в макро- и микроскопическом строении, установлены числовые показатели. Проведено ресурсоведческое исследование. Установлен качественный состав и количественное содержание компонентов эфирного масла володушки козелецелистной из разных мест произрастания. Установлен качественный состав и количественное содержание компонентов липофильной фракции корней. Выделены полисахаридные фракции. Определен элементный состав володушки козелецелистной травы и корней.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Володушка козелецелистная, эфирное масло, элементный состав, жирные кислоты, БАВ.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Целью научной работы является фармакогностическое исследование володушки козелецелистной флоры Бурятии и Монголии с целью создания на его основе лекарственных растительных препаратов широкого спектра действия. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Изучить данные литературы по современному состоянию исследований Володушки козелецелистной;
2. Провести макроскопический и микроскопический анализ, выявить основные анатомо-диагностические признаки сырья.
3. Установить основные числовые показатели.
4. Установить объемы возможных ежегодных заготовок володушки козелецелистной травы и корней.
5. Выделить эфирные масла и установить качественный состав и количественное содержание их компонентов.
6. Выделить и установить качественный состав и количественное содержание компонентов липофильной фракции корней.
7. Получить спиртовой экстракт Володушки козелецелистной травы.
8. Выделить полисахаридные комплексы Володушки козелецелистной травы.
9. Установить элементный состав.

ВВЕДЕНИЕ

Одним из видов, представляющий интерес для фармакогностического изучения является Володушка козелецелистная (*Bupleurum scorzonerifolium* Willd.).

Володушка козелецелистная в России не является фармакопейным растением. Она издавна используется в восточной традиционной медицине как средство широкого спектра действия, что свидетельствует о перспективности внедрения этого вида в медицинскую практику, и это дает основание для детального фитохимического изучения. Известно, что на накопление БАВ в растении огромное влияние оказывает климатические условия произрастания. В этой связи, особый интерес представляет изучение растений флоры Бурятии и Монголии, произрастающих в резкоконтинентальных климатических условиях.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

1. Макроскопический анализ сырья проводили на свежем и высушенном материале согласно [43, 89].
2. Микроскопический анализ сырья проводили согласно [44].
3. Определение основных числовых показателей сырья:
 - Определение влажности проводили согласно [80];
 - Определение золы общей и золы, нерастворимой в хлористоводородной кислоте проводили согласно [70, 81]
 - Определение содержания экстрактивных веществ проводили согласно [82].
4. Фитохимическое изучение Володушки козелецелистной:
 - Качественное обнаружение различных групп биологически активных веществ проводили согласно [71–74].
 - Количественное определение эфирного масла и анализ его компонентов осуществляли согласно [45]
 - Выделение и исследование качественного и количественного состава липофильных фракции сырья осуществляли согласно [46].
 - Выделение и исследование липофильных фракций из экстракта густого осуществляли согласно [83, 84].
 - Выделение и количественное определение полисахаридных комплексов осуществляли согласно [86].
 - Определение содержания элементов в сырье осуществляли согласно [90].
5. Определение урожайности методом учетных площадках проводили согласно [87].
6. Статистическая обработка данных эксперимента осуществлялась согласно требованиям Государственной фармакопеи Российской Федерации.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

В ходе выполнения работы проведено анатомо-морфологическое и фитохимическое исследование володушки козелецелистной травы и корней, установлены диагностические признаки сырья в макро и микроскопическом строении, установлены числовые показатели. В ходе экспедиционных работ на территории Республики Бурятия и Монголии, проведены ресурсоведческие исследования и определены объемы возможных ежегодных заготовок володушки козелецелистной травы и корней (по 1 популяции), которые составляют до 11 тонн для травы и 3 тонны для корней. Установлен качественный состав и количественное содержание компонентов эфирного масла володушки козелецелистной из разных мест произрастания. Основными компонентами эфирного масла являются β -мирцен, п-цимол, лимонен, гермакрен D. Установлен качественный состав и количественное содержание компонентов липофильной фракции корней. Показано что корни являются богатым источником полиненасыщенных жирных кислот. Из травы получен спиртовой экстракт густой и проведено его фракционирование, с целью выделения вторичных метаболитов и проведения фармакологических исследований. Выделены полисахаридные фракции: содержание водорастворимых полисахаридов составило 5,8% пектиновых веществ — 5,5%. Определен элементный состав володушки козелецелистной

травы и корней. Установлено, что данное растительное сырье является богатым источником макро- (Ca, K, P, Na) и микроэлементов (Fe, Se, Zn, Cr).

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Киселева, В. А. Биологически активные вещества лекарственных растений Южной Сибири / В. А. Киселева, Т. А. Волхонская, В. Е. Киселев. –Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1991. –136 с.
2. Растительные ресурсы СССР. Т. 4. Сем. Rutaceae — Elaeagnaceae. — Л.: Наука, 1988. — 335 с.
3. Чудновская, Г. В. Володушка козелецелистная (*Bupleurum scorzonerifolium* Willd.) в Восточном Забайкалье // Вестник ТГПУ 2013. №8. С. 43–47.
4. Малов, В. Лечение травами / В. Малов. — Чита: Экспресс-издательство, 2007. — 592 с.
5. Пименов М. Г., Остроумова Т. А. Зонтичные (Umbelliferae) России. М., 2012. С. 65.
6. Першина Н. А. Эколого-биологические особенности *Bupleurum scorzonerifolium* Willd. и *Bupleurum sibiricum* Vest. в Восточном Забайкалье // Ученые записки ЗабГГПУ С. 86–90.
7. Аненхонов, О. А. Определитель растений Бурятии // Улан-Удэ, 2001. — 672 с.

SUMMARY OF THE PROJECT

In the course of the work carried out anatomical and morphological and phytochemical research of *Bupleurum scorzonerifolium* Willd. herbs and roots, set the diagnostic features of raw materials in the macro- and microscopic structure, set the amounts. Resource study. The qualitative composition and quantitative content of essential oil components *Bupleurum scorzonerifolium* Willd. from different habitats. The qualitative and quantitative composition of components of the lipophilic fraction of the roots. Obtained polysaccharide fraction. Detected elemental composition of herbs and roots.

KEYWORDS

Bupleurum scorzonerifolium Willd., essential oil, fatty acids, elements. BAS.

ДОКЛАДЧИК

Хуснутдинова Диляра
Рашидовна

Khusnutdinova Dilyara

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Интегральные показатели изменений метагеномного профиля кишечной микрофлоры на фоне эрадикации *Helicobacter pylori*

ОРГАНИЗАЦИЯ

Казанский (Приволжский)
федеральный университет

СОАВТОР(Ы) ДОКЛАДА

Маркелова Мария Ивановна,
Маланин Сергей Юрьевич,
Григорьева Татьяна
Владимировна

РЕЗЮМЕ

Оценили изменение кишечной микрофлоры на фоне лечения *H. pylori*- ассоциированных заболеваний, на основе полногеномного секвенирования кала. Прием антибиотиков только в 50% случаев отразился на уменьшение индекса видового разнообразия. На фоне антибиотикотерапии отмечается увеличение доли родов *Bacteroides* и *Clostridium*, и снижение доли *Bifidobacterium*, а также менее распространенных *Collinsella*, *Coprococcus*, *Akkermansia*, *Dialister*, *Haemophilus*, *Roseburia*, *Sutterella*, *Bilophila*, *Holdemania* и *Lactobaccillus*. Выявлено около 300 маркерных генов, совокупность которых позволяет оценивать изменение резистоста и метаболических функций микробиоты на фоне приема антибиотиков.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Микробиота кишечника, *Helicobacter pylori*, эрадикационная терапия, секвенирование ДНК.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Цель исследования: проанализировать различные состояния кишечной микрофлоры пациентов, инфицированных *H. pylori*, и оценить изменения в составе микробного сообщества в результате эрадикационной терапии. Задачи: 1) Провести глобальный сравнительный анализ по результатам полногеномного секвенирования образцов микробиоты пациентов до- и после проведенной эрадикационной терапии, а также в группе контроля. 2) Охарактеризовать направления и степень изменений кишечной микробиоты на фоне фармакотерапии с использованием интегральных показателей состава и разнообразия кишечной микрофлоры. 3) Оценить количественные изменения микробного состава и функций кишечной микрофлоры после эрадикации *H. pylori* и выявить гены-маркеры, отражающие состояние микробиоты кишечника человека на фоне приема антибиотиков.

ВВЕДЕНИЕ

Приём антибиотиков приводит к изменениям микробиоты и микробиома кишечника, что может, с одной стороны, способствовать развитию ряда сопутствующих патологий, таких как вторичные иммунодефициты и онкологические перестройки, с другой стороны, за счет эндотоксемии напрямую влиять на патогенез (скорость и тяжесть развития) воспалительных заболеваний кишечника. [Taskalová-Hogenová *et al.*, 2011; Fong, 2014; Sullivan *et al.*, 2001]. Эрадикационная терапия, направленная на уничтожение *H. pylori*, не является исключением, поскольку сопряжена с необходимостью приема нескольких антибактериальных препаратов, именно это и приводит в ряде случаев к возникновению нежелательных эффектов терапии, наиболее частым из которых является диарея.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Для анализа были использованы 96 образцов кала (43 от *H. pylori*-позитивных пациентов до эрадикационной терапии, 43 — от тех же самых пациентов после эрадикации, а также 10 образцов от здоровых *H. pylori*-негативных волонтеров). Эрадикационная терапия включала в себя амоксициллин 1000 мг дважды в день, кларитромицин 500 мг дважды в день, висмута субсалицилат 240 мг дважды в день, эзомепразол 20 мг дважды в день в течение 14 дней. В качестве пребиотика применялась лактулоза на протяжении всего курса терапии. Тотальная ДНК, выделенная из замороженных образцов кала, была подготовлена методом шотган и просеквенирована на приборе SOLiD 5500 Wildfire. Полученные риды были собраны в контиги и проаннотированы с использованием базы nr/ntNCBI.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

По предварительным результатам для контрольной группы доминирующими оказались рода (более 1% от сообщества): *Bacteroides*, *Lachnospiraceae*, *Faecalibacterium*, *Prevotella*, *Blautia*, *Coprococcus*, *Eubacterium*, *Roseburia*, *Parabacteroides*, *Alistipes*, *Ruminococcus*, *Anaerostipes*, *Dorea*, *Bifidobacterium*.

Для оценки изменений в микробиоте кишечника под действием препаратов для эрадикации *H. pylori* использовали показатель индекса разнообразия Шеннона и расстояние между образцами микробиоты до/после проведения терапии при двумерном шкалировании метагеномных данных. В отличие от группы контроля для пациентов с *H. pylori* — ассоциированными заболеваниями характерен более широкий диапазон вариаций по составу кишечной микрофлоры и часто более низкий индекс видового разнообразия.

По характеру изменений числа видов и индекса Шеннона эффекты действия антибиотиков можно разделить на 4 группы:

- 1 группа-самая многочисленная (50% случаев), когда уменьшается и количество видов и индекс Шеннона;
- 2 группа-индекс Шеннона увеличивается, количество видов увеличивается (23,5%);

- 3 группа-индекс Шеннона увеличивается, количество видов уменьшается (23,5%);
- 4 группа-индекс Шеннона увеличивается, а количество видов остаётся тем же (3%);

Оценка дистанций между образцами до/после проведения терапии позволили выявить случаи со слабыми, средними и кардинальными изменениями в составе кишечной микробиоты, однако этот показатель не коррелирует с изменением индекса Шеннона и требует более глубокого анализа на функциональном уровне.

После терапии наиболее достоверно отмечается увеличение представленности в составе кишечной микрофлоры родов *Bacteroides* и *Clostridium*, и снижение доли *Bifidobacterium*, а также менее распространенных *Collinsella*, *Coprococcus*, *Akkermansia*, *Dialister*, *Haemophilus*, *Roseburia*, *Sutterella*, *Bilophila*, *Holdemaniana* и *Lactobaccillus*.

Исследованной выборки недостаточно для прогнозирования персонифицированных рисков патологических изменений кишечной микрофлоры, однако при сравнении когорт пациентов до- и после эрадикации с контрольной группой было выявлено около 20 тысяч генетических маркеров, отличающих состав микробиоты между группами. Для определения оптимального количества маркеров в диагностической панели и проверки обобщающей способности была проведена кросс-валидация классификатора по пяти разбиениям. В качестве оценки качества классификации использовалась площадь под ROC-кривой (AUC-ROC). Число признаков, используемых для классификации, варьировалось от 10 до 1000 с шагом 10. В результате анализа выявлено около 300 маркерных генов, наилучшим образом характеризующие изменение резистома в результате приема антибиотиков. Для выявленных маркеров подобраны 1–2 пары специфичных праймеров, которые легли в основу создания экспериментальных образцов диагностической панели на основе реал тайм ПЦР.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Tlaskalová-Hogenová, H. The role of gut microbiota (commensal bacteria) and the mucosal barrier in the pathogenesis of inflammatory and autoimmune diseases and cancer: contribution of germ-free and gnotobiotic animal models of human diseases [Text] / H.
2. Tlaskalová-Hogenová, R. Štěpánková, H. Kozáková et al. // Cellular & Molecular Immunology. — 2011. — V. 8. — P. 110–120.
3. Fong, I.W. The Role of Microbes in Common Non-Infectious Diseases [Text].
4. I. W. Fong, // Springer Science+Business Media. — New York, 2014. — XIV. — P. 185.
5. Sullivan, A. Effect of antimicrobial agents on the ecological balance of human microflora [Text].
6. A. Sullivan, C. Edlund, C. Nord // Lancet Infect. Dis. — 2001. — V. 1 — P. 101–14.

SUMMARY OF THE PROJECT

The changes in gut microflora were estimated during treatment of *H. pylori*-associated diseases on the bases of feces whole genome sequencing. Antibiotics only in 50% of cases effected the decrease of species diversity index. After the therapy it is noted both the increased representation of *Bacteroides* and *Clostridium* in gut microbiota, and the decreased rate of *Bifidobacterium* as well as less common *Collinsella*, *Coprococcus*, *Akkermansia*, *Dialister*, *Haemophilus*, *Roseburia*, *Sutterella*, *Bilophila*, *Holdemaniana* and *Lactobaccillus*. An analysis reveals about 300 marker genes that best characterize the resistome variation and disruption of metabolic functions in microbiota after antibiotics.

KEYWORDS

Gastrointestinal microbiome, *H. pylori*, eradication therapy, DNA sequence analysis.



**НАУКИ О ЗЕМЛЕ, ЭКОЛОГИЯ И
РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ**

ДОКЛАДЧИК

Масленникова Юлия Сергеевна

Maslennikova Yulia

Член экспертной группы

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Комплексная диагностика состояния нефтегазовых скважин с использованием методов высокоточной термометрии и шумометрии

Comprehensive Analysis of Oil and Gas Wells Using High Precision Temperature and Spectral Noise Logging Techniques

ОРГАНИЗАЦИЯ

Казанский федеральный университет

РЕЗЮМЕ

Доклад посвящен обзору комплекса методов геофизических исследований нефтегазовых скважин, направленных на выявление возможных нарушений конструкции скважины, а также причин нерациональной разработки пластов-коллекторов. Комплексный подход основан на совместном анализе данных высокоточной термометрии и скважинной спектральной шумометрии. Данный подход может быть использован для анализа добывающих и нагнетательных скважин, как в горизонтальных, так и в вертикальных секциях. При этом важное значение имеет качественное планирование исследований, а также обработка замеренных данных современными методами цифрового анализа. В докладе представлены физические основы и особенности указанных технологий, а также примеры исследования реальных скважин.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Геофизические исследования скважин, термометрия, шумометрия

ТЕЗИСЫ

Рациональная разработка нефртых и газовых месторождений является приоритетной задачей всей нефтяной и газовой индустрии. Однако зачастую эксплуатируемые скважины обладают рядом проблем, связанных как с целостностью конструкции, так и с нецелевыми закачками и отборами флюида. Подобные проблемы могут привести к существенному росту затрат на эксплуатацию и обслуживание скважин, а также к возникновению экологических проблем в районе разрабатываемого месторождения.

Своевременная диагностика технического состояния скважин с применением современных технологий способствует выявлению потенциальных проблем во вновь пробуренных скважинах еще перед перфорированием, а также в скважинах после длительной эксплуатации. Следствием этого могут стать продление сроков безопасной эксплуатации действующих нефтегазовых скважин и снижение экологических последствий на окружающую среду. Наиболее оперативным и эффективным подходом для решения подобных задач является комплекс методов высокоточной термометрии и скважинной шумометрии.

Спектральная шумометрия применяется в нефтяной индустрии для определения принимающих и отдающих интервалов пласта, а также для анализа технического состояния скважины уже не одно десятилетие. Однако недостаточная чувствительность шумомеров, а также возможность регистрации шумов только в ограниченной полосе частот приводили к тому, что часть полезной информации терялась, и выводы приходилось делать только по наличию локальных максимумов шумов на определенных глубинах, что приводило к ошибкам в интерпретации и, как следствие, к угасанию интереса к технологии в целом. В последнее время интерес геофизических компаний к шумометрии вновь возрос в связи с активным развитием электроники и появлением нового поколения акустической аппаратуры для измерения акустических шумов в скважине.

Значительные улучшения в приборной части, а именно использование современных электронных компонентов и модернизация сенсора, применение современных математических методов обработки полученных данных и создание на их основе специализированного программно-методического комплекса, позволили шумометрии стать одним из основных методов оценки работы пласта. Наличие широкого диапазона регистрируемых частот и боль-

шое количество каналов позволяет не только выявлять интервалы с повышенным уровнем акустических шумов, но и дифференцировать их по спектральному составу. Например, шумы, генерируемые при движении потока жидкости по стволу скважины или по заколонному пространству, сосредоточены в более низкой области частот по сравнению с шумами от движения флюида по пласту-коллектору. При этом движение флюида по заколонному пространству, например по трещинам в цементном камне, как правило, по глубине ограничено длиной канала. При увеличении диаметра канала, по которому движется флюид, или при уменьшении скорости потока интенсивность шума уменьшается. Использование аппарата искусственных нейронных сетей позволило на качественном уровне дифференцировать состав скважинного флюида по данным шумометрии.

Высокоточная термометрия долгое время являлась одним из ключевых геофизических методов исследования как работы пласта, так и технического состояния скважин. Высокая точность измерений достигается проведением исследований на спуске прибора. При этом температурный датчик должен иметь высокое разрешение измерений, порядка 0,001 °С, и время отклика должно составлять не более 1 секунды. Не менее важно позиционирование датчика температуры. Датчик располагается в нижней части измерительного комплекса для исключения конвективного перемешивания жидкости движением прибора во время измерения.

Основой интерпретации термограмм является начальное распределение температуры, которая называется геотермой. Она формируется тепловым потоком, идущим из недр Земли. В небольших пространственных пределах, например в радиусе нескольких километров, восходящий тепловой поток можно считать постоянной величиной. Неравномерное стратиграфическое наложение различных пород с различными теплопроводностями приводит к тому, что геотерма сложным образом меняется с глубиной.

При длительном простое в скважинах достигается термодинамическое равновесие между скважиной и окружающими породами. Поэтому конструкция скважин, включая цемент за колонной, не оказывает существенного влияния на температуру в стволе скважины, замеренную в условиях, когда скважина закрыта в течение как минимум нескольких дней. В таких условиях замеренный температурный профиль называется статической температурой.

Отклонение статической температуры от геотермы вызвано движением жидкости и газа по пластам, а также коммуникациями между пластами. Поэтому при анализе данных термометрии в скважинах исследуются тепловые аномалии, которые обусловлены термодинамическими эффектами, вызванными движением флюида в пласте и стволе скважины. Таким образом, по форме температурных аномалий на статической температуре можно делать выводы об источниках и направлении перетоков.

Указанные выше подходы в докладе проиллюстрированы рядом примеров с реальными нефтегазовых месторождений, а также на лабораторных данных.

SUMMARY OF THE PROJECT

The lecture provides an overview of the set of methods for the logging of oil and gas wells, that allow identifying possible problems with a well and completion integrity and reservoir development. An integrated approach is based on a joint analysis of the high precision temperature data and spectral noise logging data. This approach can be used for the analysis of production and injection wells in the horizontal and vertical sections. The most important thing is preparing of the correct proposal for measurements, as well as use of modern data processing techniques. The lecture presents physical basics of presented techniques and examples of real case studies.

KEYWORDS

Well logging, temperature analysis, noise logging

ДОКЛАДЧИК

Радченко Дмитрий Николаевич

Radchenko Dmitry

Член экспертной группы

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Техногенные месторождения в структуре минерально-сырьевого комплекса будущего — базис устойчивого развития

Technogenic deposits in the field of mineral resources of the future — the basis of sustainable development

ОРГАНИЗАЦИЯ

Институт проблем комплексного освоения недр РАН

РЕЗЮМЕ

Развитие горных наук, техники и технологий воздействия на недра Земли привело к качественно новому этапу освоения месторождений твердых полезных ископаемых. Прогрессивным направлением в освоении земных недр является создание техногенных месторождений — целенаправленное формирование в недрах и на поверхности земли техногенных минеральных объектов с заданными параметрами. Создание техногенных месторождений, включение их в структуру минерально-сырьевого комплекса будущего обеспечит экологически сбалансированное освоение месторождений полезных ископаемых, будет способствовать проектированию горнодобывающих и перерабатывающих предприятий на принципах устойчивого развития.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Горные науки, комплексное освоение недр, техногенные месторождения, устойчивое развитие, сохранение недр, экология

ТЕЗИСЫ

Развитие горных наук, техники и технологий воздействия на недра Земли привело к качественно новому этапу освоения месторождений твердых полезных ископаемых. В настоящее время горные технологии — это не просто инструмент для извлечения минерального сырья из недр, но основа для рационального природопользования, комплексного освоения и освоения ресурсов планеты в интересах устойчивого развития природы и общества. Прогрессивным направлением в освоении земных недр, впервые сформулированным советскими учеными в 80-х гг. 20-го века [1–3], является создание техногенных месторождений — целенаправленное формирование в недрах и на поверхности земли техногенных минеральных объектов с заданными параметрами [2, 3]. Формирование техногенных месторождений в недрах базируется на двух принципиально различных подходах. Первый — это избирательное воздействие на горный массив на месте его залегания. В ходе взрывных воздействий различной мощности, геохимической подготовки, изменения гидрологического режима, наложения физических полей и пр. достигается придание породам, либо бедным рудам новых качественных (структура массива, гранулометрический состав, распределение ценных компонентов), количественных (содержание ценных компонентов) характеристик, требуемых технологических свойств. Второй подход — создание техногенных месторождений в недрах в специально сформированных для этого полостях. Как правило, такие техногенные месторождения создаются на основе отходов горного, обогатительного, металлургического и других производств. Характеризующиеся изначально низким содержанием ценных компонентов, отходы производства подвергаются комплексу подготовительных операций по всей технологической цепочке формирования техногенного месторождения — оптимизируется крупность сырья, составляются композиты минеральных смесей, выбирается и применяется рациональный способ размещения сырья в недрах, осуществляется цикл физико-технических и физико-химических операций на вновь сформированный техногенный массив. Технологии, обеспечивающие повышение качества минерального сырья до требуемых значений, либо создание новых видов минерального сырья с характеристиками, пригодными для его промышленного использования, относят к ресурсовоспроизводящим [4, 5]. В результате указанных воздействий в недрах формируются «рукотворные» минеральные объекты — техногенные месторождения. По количеству и качеству минерального сырья они не уступают природным месторождениям полезных ископаемых, пригодны для разработки с высоким экономическим эффектом. Использование в максимальной степени выработанных пространств карьеров и подземных руд-

ников в качестве технологического пространства для формирования техногенных месторождений способствует сокращению объема складирования отходов на земной поверхности. За счет этого разрабатываемые технологии характеризуются также высокими экологическими показателями.

При формировании техногенных месторождений на земной поверхности необходимо учитывать влияние природных процессов на складированное минеральное сырье. «Негативные» процессы — миграция элементов в окружающую среду вследствие природного выщелачивания, сегрегация и седиментация, выветривание, эрозия, пыление, оседание, обрушение и другие, должны учитываться как факторы, определяющие технологию формирования техногенных образований качественно нового состава и свойств, обеспечивающих эффективную промышленную эксплуатацию техногенного сырья.

Важно отметить, что эффективное формирование и своевременная обработка техногенных месторождений возможны только при вовлечении их в эксплуатацию совместно с балансовыми запасами, выработанными пространствами и ландшафтами. Таким образом, параметры формирования, а в последующем и разработки техногенных месторождений должны закладываться на стадии проектирования горнодобывающих предприятий [6]. Установление закономерностей формирования технологических свойств отходов и структур техногенных массивов на основе исследований технологических процессов формирования и эксплуатации техногенных образований, в увязке с технологиями и режимом горных работ позволяет разрабатывать проекты на комплексное освоение рудных месторождений, а также способствует развитию нормативно-правовой базы недропользования в области обращения с отходами. Включение техногенных месторождений в структуру минерально-сырьевого комплекса будущего обеспечит экологически сбалансированное освоение месторождений полезных ископаемых, будет способствовать проектированию горнодобывающих и перерабатывающих предприятий на принципах устойчивого развития.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Ласкорин Б. Н. и др. Безотходная технология переработки минерального сырья. Системный анализ. — М.: Недра, 1984. — 334 с.
2. Трубецкой К. Н. и др. Метод обоснования оптимальных параметров создания и разработки техногенных месторождений // Комплексное использование минерального сырья, 1986. -№ 8. — С. 7–11.
3. Трубецкой К. Н. и др. Классификация техногенных месторождений, основные категории и понятия // Горный журнал, 1989. -№ 12. — С. 6–9.
4. Трубецкой К. Н. и др. Основы ресурсовоспроизводящих технологий складирования и хранения минерального сырья // Горный журнал, 1995. -№ 5. — С. 47–51.
5. Trubetskoy K.N., Kaplunov D.R., RylNikova M. V., Radchenko D.N. New approaches to designing resource-reproducing technologies for comprehensive extraction of ore // Journal of Mining Science, 2011. Т. 47. №3. С. 317–323.
6. Рыльникова М. В. и др. Классификация техногенных георесурсов в свете перспектив комплексного освоения рудных месторождений // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал), 2012. — №2. — С. 318–324.

SUMMARY OF THE PROJECT

Progressive direction in the development of the Earth's interior exploitation is the creation of technogenic deposits — purposeful formation in the interior and on the surface of man-made mineral object with the specified parameters. Creation of technological fields, their inclusion in the mineral structure — raw materials of the future will provide environmentally balanced development of mineral deposits, will contribute to the design of mining and processing enterprises on the principles of sustainable development.

KEYWORDS

Technogenic deposits, mineral resources, sustainable development

ДОКЛАДЧИК

Самсонов Тимофей Евгеньевич
Samsonov Timothy
Член экспертной группы

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Пространственный и статистический анализ на основе регулярно-сеточных моделей с учетом искажений проекции
Spatial and Statistical Analysis of Gridded Models Considering Map Projection Distortions

ОРГАНИЗАЦИЯ

Московский государственный университет
им. М. В. Ломоносова

РЕЗЮМЕ

Регулярно-сеточная (растровая) модель данных активно используется в науках о Земле для представления информации о различных полях — высот земной поверхности, температуры, расстояний, потенциалов и так далее. В тех случаях, когда сетка покрывает значительные территории, ее геометрическая структура неизбежно насыщается искажениями, которые связаны с системой координат и методом расстановки узлов по отношению к Земной поверхности. Так, например, узлы в градусных сетках неравноудалены в тропических и полярных широтах. В метрических же сетках искажения обусловлены уравнениями проекции, которая использована для получения плоских координат. Многие методы обработки сеточных данных исходят из ряда предположений о структуре сетки, таких как физическая равноудаленность узлов в пространстве, одинаковая площадь ячеек, расположение направления на север вдоль ось Y и так далее. Этим требованиям могут удовлетворить лишь небольшие по охвату сетки, ориентированные по сторонам света. Доклад посвящен анализу влияния систем координат и картографической проекции на результаты вычисления показателей и описательных статистик по сеточным данным. Предложен оригинальный метод семплирования данных, позволяющий компенсировать искажения проекций при вычислении производных. Показано, каким образом можно повысить точность вычисления статистик с учетом частных масштабов проекции. Вычисления проиллюстрированы примерами анализа цифровых моделей рельефа.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Модели на регулярной сетке, растровый анализ, вычисление производных, картографические проекции, искажения

ТЕЗИСЫ

Интенсивное развитие цифрового моделирования рельефа в последние 20 лет привело к появлению ЦМР глобального охвата, имеющих разрешение порядка десятков метров (World DEM, ASTER GDEM, SRTM), сотен метров (GMTED2010) и первых километров (GEBCO, GTOPO30, ETOPO1-2-5) (Samsonov, Jenny, 2015). Большинство данных моделей покрывают всю площадь суши, некоторые также охватывают морское дно. Появление моделей подобного охвата открыло новые возможности для регионального морфометрического анализа, при котором автоматизированная оценка параметров может быть произведена для территорий, охватывающих сотни и даже тысячи километров. Выбирая модель подходящего разрешения, специалист получает морфометрические параметры для форм рельефа соответствующего иерархического ранга вплоть до основных морфоструктур. Это определяет необходимость получения цифровых моделей рельефа высокого качества генерализации (Samsonov, 2011).

Однако любые вычисления, выполняемые при больших территориальных охватах, не могут игнорировать тот факт, что сетка модели построена в определенной системе координат, которая привязана либо непосредственно к земному эллипсоиду (географические координаты), либо к некоторой картографической проекции (плоские прямоугольные координаты). В первом случае узлы ЦМР равноудалены по широте и долготе, во втором случае — в плоскости проекции. Цифровые методы морфометрического анализа предполагают, что работа производится на квадратных сетках (Evans, 1980; Zevenbergen and Thorne, 1987), исходя из чего вычисляются значения производных в узлах ЦМР, являющиеся базовыми знаменами всех морфометрических коэффициентов. В действительности это оказывается не так: узлы географических сеток сближаются при движении к полюсам, а узлы прямоугольных сеток также

неравноудалены на земной поверхности в силу искажений картографической проекции. Известно, что проекций континентального охвата, обладающих пренебрежимо малыми искажениями, не существует. А это означает, что предположение о квадратности сетки, необходимое для корректного вычисления производных, также не может быть выполнено. Следовательно, морфометрический анализ регионального охвата, выполненный стандартными методами вычисления производных, не может считаться достоверным. Данный вывод может быть распространен и на модели любых других геополей.

В настоящий момент существует 2 подхода к решению данной проблемы. Первый подход, предложенный Флоринским (Florinsky, 1998) предназначен для моделей на географической сетке, и основан на «честной» интерпретации ячеек модели как сфероидических трапеций, а не квадратов. Однако такой подход приводит к весьма громоздким вычислениям производных и ограничен использованием географических сеток. Данный подход так и не получил реализации в доступных ГИС-пакетах.

Второй подход является стандартным рабочим процессом в ГИС и основан на разделении сеточной модели на перекрывающиеся фрагменты, охват которых достаточно мал чтобы быть спроецированным в проекцию топографических карт (Гаусса-Крюгера или UTM), обладающую малыми искажениями. После того как фрагменты спроецированы, осуществляется вычисление производных показателей. Результирующие модели далее объединяются в единое покрытие. Такой подход также обладает несколькими недостатками. Прямое и обратное проецирование приводят к потере данных и снижению точности результатов. Помимо этого, затруднен анализ больших пространственных структур, охватывающих несколько градусов по долготе. Наконец, данный подход технически неудобен. В настоящий момент разработан ряд приемов для оценки вклада искажений в значения глобальных статистик, вычисленных по растровым моделям (Seong, Usery, 2001; Kimerling, 2002). Однако методы, позволяющие компенсировать наличие искажений в сетке ЦМР при расчете локальных характеристик, не получили должного развития. Целью данной части исследования является повышение точности и достоверности анализа по регулярно-сеточным моделям путем разработки метода вычисления производных, который бы позволил учесть искажения картографической проекции. В исследовании также показано, каким образом можно повысить точность вычисления статистических характеристик, используя частные масштабы проекции.

Предлагаемый нами подход основан на той идее, что корректного вычисления производных поверхности необходимо предоставить высотные отметки, равноудаленные на земной поверхности, то есть образующие квадратную сетку в плане. В частности, наиболее распространенные методы, предложенные Эвансом (Evans, 1980), а также Зевенбергером и Торном (Zevenbergen and Thorne, 1987) основаны на восстановлении квадратичной поверхности по 9 точкам в окрестности 3×3 , ориентированной по сторонам света. Вычисление производных выполняется последовательно для каждого узла модели.

В предлагаемом подходе локальные координаты узлов матрицы 3×3 трансформируются в соответствии с параметрами искажений: линейным масштабом по меридиану и параллели, сближением меридиана и углом между меридианом и параллелью. Форма матрицы перестает быть квадратной в координатах проекции и повторяет форму локального эллипса искажений проекции (индикатрисы Тиссо). Оси матрицы развернуты сонаправленно меридиану и параллели в точке, а расстояния между ее точками масштабированы соответственно линейным искажениям. Полученные точки на земной поверхности будут располагаться с равным шагом, что отвечает искомому требованию, а их правильный разворот по сторонам света обеспечивает корректное вычисление производных по выбранному направлению (азимуту). Кривизна Земли в методе не учитывается. После того как узлы матрицы 3×3 трансформированы, осуществляется интерполяция высотных отметок в данных точках. Далее расчеты производных выполняются обычным порядком.

Реализовано 2 варианта преобразования матрицы: аффинное, при котором преобразование основано на знании линейных масштабов и сближений меридиана

и параллели, и прямое, при котором каждая точка матрицы трансформируется в полярной системе координат относительно центра матрицы на основе уравнений, связывающих азимут и линейный масштаб по направлению в геодезической и прямоугольной системах координат. Данный метод запрограммирован на языке Java и произведено его тестирование при вычислении базовых морфометрических коэффициентов рельефа в различных проекциях. Статистическая точность вычисленных коэффициентов оценена путем сравнения на эталонных участках с результатами, полученными в проекциях топографических карт (Гаусса-Крюгера, UTM). Также показано, каким образом можно использовать частные масштабы проекции в качестве весовых коэффициентов для повышения точности вычисления «глобальных» статистик по сеточной модели.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Evans, I. S., 1980. An integrated system of terrain analysis and slope mapping. *Zeitschrift fur Geomorphologie*, 36, 274–295.
2. Florinsky, I. V., 1998. Derivation of topographic variables from a digital elevation model given by a spheroidal trapezoidal grid. *International Journal of Geographical Information Science*, 12 (8), 829–852.
3. Kimerling, A. J., 2002. Predicting Data Loss and Duplication when Resampling from Equal-Angle Grids. *Cartography and Geographic Information Science*, 29 (2), 111–126
4. Samsonov T., 2011. Multiscale hypsometric mapping // *Advances in Cartography and GIScience*, Vol. 1. — Lecture Notes in Geoinformation and Cartography. — Heidelberg, Germany: Heidelberg, Germany. — P. 497–520. DOI: 10.1007/978-3-642-19143-5_28
5. Samsonov T., Jenny B., 2015. Small-scale and multi-scale relief mapping // *Mountain Cartography: 16 Years ICA Commission on Mountain Cartography*. — Vol. 21 of *Wiener Schriften zur Geographie und Kartographie*. — University of Vienna Vienna, Austria. — P. 77–86. DOI: 10.13140/RG. 2.1.2508.1362
6. Seong, J. C. and Usery, E. L., 2001. Modeling Raster Representation Accuracy Using a Scale Factor Model. *Photogrammetric Engineering Remote Sensing*, 67 (10), 1185–1191
7. Zevenbergen, L. W. and Thorne, C. R., 1987. Quantitative analysis of land surface topography. *Earth Surface Processes and Landforms*, 12 (1), 47–56

SUMMARY OF THE PROJECT

Regular gridded (raster) data model is widely used in Earth Sciences to provide information about the various fields such as earth surface elevation, temperature, distances, potentials, and so on. When the grid covers a large territory, its geometric structure is inevitably deformed with distortions, which are induced by the coordinate system and the method of placement of nodes relative to the Earth's surface. For example, the nodes in degree grids are non-equally spaced in tropical and polar latitudes. In projected grids the nodes are not equally spaced due to the projection equations, which are used to obtain the coordinates. Many methods of gridded data processing are based on a number of assumptions about the structure of the grid, such as the regular distribution of nodes in space, the similar area of cells, North direction being along the Y-axis and so on. These requirements can only be satisfied by the grid of a small coverage. This research is dedicated to analysis of the impact of coordinate systems and map projections the results of calculations of derivatives and descriptive statistics for the gridded data. The original method of sampling data to compensate for distortion of the projections when calculating derivatives is developed. Also the method to improve the accuracy of calculating statistics based on scale factors is presented. Calculations are illustrated by examples of the analysis of digital elevation models.

KEYWORDS

Gridded models, raster analysis, derivatives, map projections, distortions

<p>ДОКЛАДЧИК Сушкова Светлана Николаевна Sushkova Svetlana Член экспертной группы</p>	<p>НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА Изучение механизмов аккумуляции, трансформации и инактивации полициклических ароматических углеводородов в почвах и донных отложениях техногенно загрязненных территорий с использованием экологически чистых методов Studying the mechanisms of accumulation, transformation and the inactivation of polycyclic aromatic hydrocarbons in soils and sediments technogenic contaminated territories using environmentally friendly methods</p>
--	---

ОРГАНИЗАЦИЯ

Южный федеральный университет

РЕЗЮМЕ

Исследование посвящено изучению механизмов аккумуляции, трансформации и инактивации полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) в почвах и донных отложениях техногенно загрязненных территорий. Впервые получена детальная информация о геохимических особенностях поведения одной из наиболее опасных групп органических поллютантов — ПАУ, обладающих канцерогенными и мутагенными свойствами по отношению к живым организмам. Теоретическая основа решения поставленной задачи состоит в установлении взаимосвязи между механизмами аккумуляции ПАУ почвами и особенностями их трансформации в особо канцерогенные формы в таких наиболее важных компонентах наземных и водных экосистем, как почвы и донные отложения. В настоящее время важнейшим аспектом экологических исследований ландшафтов, расположенных в пределах индустриальных центров, является не только оценка их состояния, но и прогноз экологической ситуации в сложившихся условиях техногенной нагрузки. Для решения данной проблемы необходим анализ данных по аккумуляции и трансформации соединений ПАУ в почвах и донных отложениях как компонентов природно-антропогенных и техногенных ландшафтов. Накопленные в разных странах сведения о содержании поллютантов в почвах и донных отложениях пополняются, обобщаются и оцениваются. Однако остается нерешенным ряд вопросов, из которых важнейшим является вопрос о показателях экологического состояния загрязненных почв. Поступление ПАУ во все природные объекты (растения, грунтовые и надземные воды, человеческий организм) напрямую связано с процессами их взаимодействия с почвенными компонентами. В связи с этим, большое значение уделяется перераспределению их в главных объектах наземных и водных экосистем — почвах и донных отложениях. Имеющиеся экспериментальные данные по скорости деградации ПАУ в почвах достаточно противоречивы (Кошелева, Никифорова, 2011; Безносиков и др., 2013; Sushkova et al., 2014). Для выяснения этого вопроса необходимы сведения о механизмах аккумуляции и трансформации ПАУ в почвах с различными физико-химическими свойствами и уровнем техногенной нагрузки для создания селективных методов ремедиации техногенно загрязненных почв. Актуальна проблема подбора эффективных методов анализа для экстракции БАП и других ПАУ из почв, растений и донных отложений. Это связано с тем, что все аттестованные и широко используемые методы экстракции данных поллютантов из природных сред являются очень трудоемкими и требуют большого расхода органических растворителей (Wenzl et al., 2006; Rivas, 2006; Baran, 2007). Полученные результаты позволят систематизировать данные в области фундаментальных процессов накопления неспецифических органических соединений в степных почвах и донных отложениях техногенно загрязненных территорий, что позволит выявить влияние системноорганизованных соединений ПАУ на состояние водных и наземных экосистем. Экспериментальная основа решения поставленной задачи состоит в обосновании и апробации современных, экологически чистых методов и технологий, позволяющих получить новую информацию о процессах аккумуляции и трансформации ПАУ в наиболее канцерогенные формы в почвах и донных отложениях, а также в разработке и использовании информативных показателей, отражающих защитные возможности наземных и водных экосистем в условиях загрязнения ПАУ. На основании детального анализа происходящих с ПАУ процессов впервые станет возможным создание системы селективной ремедиации почв для устранения последствий антропогенного воздействия и снижения биологической доступности канцерогенных соединений в сельскохозяйственной продукции.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Почвы, донные отложения, полициклические ароматические углеводороды, мониторинг, загрязнение, метаболиты, трансформация, экстракция субкритической водой, ультразвуковая экстракция, сорбенты, ремедиация, моделирование, устойчивость

ТЕЗИСЫ

Механизмы поведения полициклических ароматических углеводородов в почвах техногенно-загрязненных территорий

С. Н. Сушкова, Т. М. Минкина, И. Г. Дерябкина (Тюрина), А. А. Нефедова, А. С. Саламова, Е. М. Антоненко, А. В. Шаповалов

Академия биологии и биотехнологии им. Д. И. Ивановского Южного федерального университета, Ростов-на-Дону

snsushkova@sfedu.ru

На основании мониторинговых исследований выявлены биогеохимические особенности поведения главного маркера загрязнения почв полициклическими ароматическими углеводородами — бенз(а)пирена (БаП) в черноземных почвах, находящихся под многолетним влиянием азротехногенных выбросов Новочеркасской ГРЭС. Изучены тенденции накопления БаП в почвах зоны влияния тепловой электростанции в период с 2010 по 2014 гг., дана оценка степени загрязнения почв БаП. Показано влияние основных свойств почв на миграцию БаП по почвенному профилю. Показано, что содержание БаП в почве является индикатором уровня техногенной нагрузки территорий, основным загрязняющим агентом которых являются продукты сгорания углеводородного топлива. Установлено, что основной территорией, подверженной загрязнению БаП, является 15 километровая зона вокруг предприятия, расположенная по линии преобладающего направления розы ветров.

Среди множества токсичных веществ, образующихся при производстве энергии сжиганием ископаемых видов топлива, производствах химической, нефтехимической, металлургической, целлюлозно-бумажной промышленности, наиболее опасными являются вещества группы полициклических ароматических углеводородов (ПАУ). Наиболее изученным ПАУ является БаП. БаП используют в качестве индикатора, указывающего на присутствие других ПАУ и позволяющего оценивать меру их опасности для человека и природы. Все это определило приоритетное внимание к БаП по сравнению с другими ПАУ. БаП имеет в своей структуре 5 бензольных колец и относится к группе пятикольчатых незамещенных пери-конденсированных ПАУ, т.е. самых активных устойчивых канцерогенов, органических поллютантов 1 класса опасности. Главным источником эмиссии БаП в Ростовской области является предприятие энергетического комплекса — Новочеркасская ГРЭС, общий объем выбросов которой составляет более 90 тысяч тонн в год, из них около 10% приходится на долю ПАУ.

Цель работы — биогеохимические особенностей поведения ПАУ в почвах техногенно-загрязненных территорий юга России на примере БаП.

Объекты и методы исследования. В качестве объектов исследования были использованы залежные почвы территории, прилегающей к НЧГРЭС, почвенный покров которого представлен: черноземами обыкновенными тяжелосуглинистыми, лугово-чернозёмными легкоглинистыми и тяжелосуглинистыми, аллювиальной песчаной почвой поймы р. Тузлов. Для мониторинговых исследований в 2000 г. на расстоянии 1–20 км от НЧГРЭС было заложено 10 площадок отбора почвенных образцов. Частично они были приурочены к точкам единовременного отбора проб воздуха (точки № 1, 2, 3, 5, 6, 7), расположенными в радиусе 1–3 км вокруг источника загрязнения. Мониторинговые площадки № 4, 5, 8, 9, 10 были заложены в соответствии с розой ветров по линии «генерального направления». Образцы почвы отбирались с глубины 0–5 и 5–20 см ежегодно в период с 2010 по 2014 гг. В отобранных образцах почв и растений определяли БаП методом высокоэффективной жидкостной хроматографии

(ВЭЖХ) на жидкостном хроматографе (Thermo Separation Product, США, 2000) в соответствии с требованиями международного стандарта качества [1]. Почвенные образцы подготавливались для химического анализа в соответствии с требованиями ГОСТ 17.4.4.02–84 [2]. Извлечение БаП из почв и растений исследуемых объектов проводилось методом экстракции гексаном [3].

Результаты исследования. Распределение БаП в почве в первую очередь зависит от расположения участков по отношению к НЧГРЭС. Площадки, находящиеся по линии (№4, 8, 9, 10) и вблизи (№5) преобладающего направления розы ветров, характеризуются максимальной степенью загрязнения на расстоянии 1,6 км от НЧГРЭС, постепенным снижением уровня загрязнения по мере удаления от НЧГРЭС, и минимальным количеством БаП в почвах самых отдаленных мониторинговых площадок. Изменение концентраций поллютанта в почве в слоях 0–5 и 5–20 см протекают почти синхронно. Однако в большинстве почв их концентрация в нижележащем слое ниже. Снижение содержания БаП в слое почвы 5–20 см зафиксировано в почвах всех мониторинговых площадок за весь период наблюдений, что позволяет утверждать, что в почвах исследуемых территорий преобладает поверхностная аккумуляция БаП.

Максимальное содержание БаП на протяжении всего периода исследований наблюдается в почвах мониторинговой площадки №4, расположенной максимально приближенно к источнику эмиссии по линии преобладающего направления розы ветров и составляет от 46,7 до 326,2 нг/г в 5-см слое и от 34,3 до 164,6 в 5–20 см слое почв.

В почвах мониторинговой площадки №5, расположенной на расстоянии 1,2 км от источника загрязнения, но находящейся севернее линии преобладающего направления розы ветров накопление поллютанта максимально в 2014 году и достигает значения 96,0 нг/г в слое 0–5 см и 52,9 нг/г в слое 5–20 почвенного покрова. Территория мониторинговой площадки №5 расположена всего на 400 м севернее максимально загрязнённой площадки №4, при этом уровень загрязнения почвы снижается в среднем в 1,6 раза за период наблюдений.

Содержание БаП равномерно снижается по мере удаления мониторинговых площадок по линии преобладающего направления розы ветров от источника эмиссии. На расстоянии 5-км от НЧГРЭС содержание БаП снижается в среднем на 70% по сравнению с площадкой №4 за весь период наблюдений. Содержание БаП в почвах площадки №9 в 5-см слое почв составляет от 12,4 нг/г до 12,4 нг/г и в слое 5–20 см от 7,8 нг/г до 48,9, что ниже ПДК за весь период наблюдений, за исключением 2014 года.

Особое место в описании зоны влияния НЧГРЭС занимают почвы мониторинговой площадки №10, наиболее отдаленной и расположенной в 20 км от НЧГРЭС. Содержание БаП в почвах данной площадки составляет до 154,3 нг/г в поверхностном слое и до 61,0 нг/г в слое 5–20 см почвы. Полученные данные свидетельствуют о наличии дополнительных источников эмиссии поллютанта вблизи этой площадки, а именно, автотранспортной магистрали в 350 м от места отбора проб. Территория площадки расположена внутри V — образного пространства, ограждённого двумя автомагистралями — Ростов-Москва с северо-западной стороны и Ростов-Новочеркасск с юго-восточной стороны. Воздух, загрязнённый автомобильными выхлопами, в составе которого находится БаП, перемещается и загрязняет территорию расположения мониторинговой площадки №10 при различных направлениях ветра. Кроме этого, данная площадка, по-видимому, оказалась под влиянием дымовых шлейфов свалок города Новочеркасска, а также продуктов сгорания, образующихся при печном отоплении домов ст. Грушевской. Однако накопление поллютанта за счет дополнительных источников значительно ниже, чем под влиянием НЧГРЭС.

За период исследований наблюдается повышенное содержание изучаемого поллютанта в почве площадки №1, для которой среднее значение содержания БаП в слое 5-см почв за изучаемый период составляет 92,1 нг/г, а в слое почв 5–20 см — 35,1 нг/г. Содержание загрязнителя в пределах ПДК сохраняется и в слое 5–20 см. Значительное накопление поллютанта в почвах данного

участка связаны с непосредственной близостью места отбора проб к источнику эмиссии БаП и подтверждает влияние выбросов НЧГРЭС на накопление БаП в почвах изучаемой территории.

Почвы мониторинговых площадок № 6 и 7 расположены в 2,0 и 1,5 км на север от источника эмиссии. На территории данных участков характерно превышение значений ПДК для БаП в 5-см слое почв в период до 2013 года. Это свидетельствует о том, что накопление БаП не происходит в северном направлении, поскольку оно не совпадает с преобладающим направлением розы ветров, т. е. с северо-западным направлением.

Мониторинговые площадки № 2 и 3 располагаются на расстоянии 3,0 и 2,7 км на юго-запад от НЧГРЭС. Содержание БаП в 5-см слое почвы площадки № 2 за весь период наблюдений выше чем его содержание в 5–20-см слое. Содержание поллютанта в почве мониторинговой площадки № 3 составляет до 32,4 нг/г в слое 0–5 см почвы и до 28,5 в слое 5–20 см. Различия в количествах и степени накоплении поллютанта в почвах данных площадок, обусловлены отличиями их физических свойств. Аллювиальная почва мониторинговой площадки № 2 имеет лёгкий гранулометрический состав, низкую ёмкость катионного обмена, низкое содержание гумуса и, следовательно, низкую погложительную способность, что является причиной меньшего накопления в ней БаП. Легкоглинистый гранулометрический состав лугово-черноземной почвы мониторинговой площадки № 3 способствует интенсивной приповерхностной аккумуляции БаП.

Таким образом, в почвах, находящихся на территории НЧГРЭС, происходит накопление поллютанта 1-го класса опасности — БаП, содержание и распределение которого зависит от расположения почв по отношению к основному источнику эмиссии и их свойств. Гранулометрический состав почв оказывает существенное влияние на накопление и дифференциацию БаП по почвенному профилю. Основными тенденциями при накоплении БаП почвами в зоне влияния Новочеркасской ГРЭС с 2010 по 2014 гг. является увеличение содержания БаП в почвах всех мониторинговых площадок вокруг НЧГРЭС и по линии преобладающего направления розы ветров, что свидетельствует о том, что влияние НЧГРЭС на экологическое состояние прилегающей территории на сегодняшний день остается преобладающим.

Работа выполнена при поддержке гранта Президента Российской Федерации № МК-6827.2015.4, РФФИ № 15-35-21134, 16-35-60051.

ЛИТЕРАТУРА:

1. СТБ ИСО 13877–2005. Качество почвы. Определение полициклических ароматических углеводородов. Метод высокоэффективной жидкостной хроматографии. — М., 2005. — 20 с.
2. ГОСТ 17.4.4.02–84. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки для химического, бактериологического и гельминтологического анализа. — М.: Издательство стандартов, 1986. — 7 с.
3. Ярошук А. В., Максименко Е. В., Борисенко Н. И. Разработка методики извлечения бенз (а) пирена из почв // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. Приложение. — 2003. — № 9. — С. 44–46.

SUMMARY OF THE PROJECT

Research is devoted to the study of the mechanisms of accumulation, transformation and the inactivation of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in soils and sediments technogenic contaminated territories. For the first time obtained detailed information about the geochemical features of the behavior of one of the most dangerous groups of organic pollutants — PAHs are carcinogenic and mutagenic properties with respect to living organisms. Input of PAHs in all natural objects (plants, ground and above-ground water, the human body) is directly related to the processes of their interaction with soil components. In this context, great importance is given to redistribute them to the main sites of terrestrial and aquatic ecosystems — soils and sediments. The available experimental data on the rate

of degradation of PAHs in soil rather contradictory (Koshelev, Nikiforov, 2011; Beznosikov et al, 2013; Sushkova et al, 2014.).

KEYWORDS

Soil, sediments, PAHs, monitoring, pollution, metabolites, transformation, extraction with subcritical water, ultrasonic extraction, sorbents, remediation, modeling, stability

ДОКЛАДЧИК

Тращев Ростислав Викторович

Trashcheev Rostislav

Член экспертной группы

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Математическое моделирование экологических сообществ на примере популяции леммингов

Mathematical modeling of ecological communities on the example of the lemmings population

ОРГАНИЗАЦИЯ

Институт фундаментальных проблем биологии РАН

РЕЗЮМЕ

Предложен метод комплексных исследований, позволяющий исследовать сложные экологические объекты при недостатке информации об их свойствах. Этот метод был применён для анализа колебаний численности леммингов. В ходе проведенных исследований удалось определить существенные параметры, от которых зависит формирование колебаний численности леммингов и, тем самым, приблизится к разгадке лемминговых циклов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Лемминги, популяционная динамика, имитационное моделирование, математическое моделирование

ТЕЗИСЫ

Экологическая область может считаться одним из лидеров в поисках эффективных способов применения точных методов в междисциплинарных исследованиях. Уже первые модели А. Лотки и В. Вольтерра показали свою эффективность в решении биологически значимых задач. Но ограниченные возможности аналитических (докомпьютерных) методов не позволили развить этот успех.

Появление «системной динамики» Дж. Форрестера — метода создания имитационных моделей существенно увеличило возможности междисциплинарных взаимодействий. Имитационная технология позволяет учитывать практически все пожелания экспертов в количественной и/или качественной форме, обеспечить необходимый уровень детализации, эффективно подойти к пониманию сути описываемого явления и выражению этого понимания в форме математической модели.

Но с помощью чисто имитационных средств затруднительно получить удовлетворительное описание изучаемого явления, выделить его ведущие механизмы даже при создании идеальных условий для междисциплинарных взаимодействий. Привлекательно выглядит сочетание имитационных и аналитических подходов.

Поиск способов реализации таких сочетаний привел к формированию комплексных исследований, включающих в себя полный набор операций, и позволяющий объединить возможности имитационных и аналитических методов моделирования, что даёт возможность исследовать объекты при недостатке информации об их свойствах.

Этот метод был применен для исследования колебаний численности леммингов в различных регионах тундры, в том числе на п. Таймыр. Как отмечает известный исследователь Ф.Б. Чернявский (2002): «Лемминговые циклы — один из частных случаев общей экологической проблемы, которая уже несколько десятилетий служит предметом острых дискуссий». Основные труд-

ности при изучении данного объекта состоят в том, что среди биологов нет единого мнения по поводу формирования колебаний численности леммингов. Сбор данных о численности леммингов в зимний период затруднен, поскольку прирост их численности, во многом, определяется подснежным размножением, в то время как продолжительность зимы в тундре составляет от 8 до 9 месяцев. Кроме того, даже в летний период численность популяции леммингов не поддается прямому измерению, по причине их высокой рождаемости и смертности (в том числе и от хищников).

На основе предложенной методики построена новая версия модели сообщества «растительность-лемминги-песцы», позволившая получить разностное уравнение описывающее динамику численности леммингов, в котором определены границы переходной зоны. Параметрический анализ этого уравнения показал, что существует сценарий изменения выделенного параметра, при котором последовательно возникают зоны с регулярными и нерегулярными колебаниями численности. Внутри зоны с регулярными колебаниями период циклов постоянный, при переходе от одной зоны к другой период изменяется в последовательности натурального ряда. Зоны с регулярными колебаниями отделены друг от друга переходными зонами с более сложной динамикой, которые соответствуют переходной зоне разностного уравнения. Что соответствует динамике численности леммингов, наблюдаемой в природе. Показано, что для циклов малого периода зоны с нерегулярными колебаниями численности леммингов значительно уже зон с регулярными колебаниями.

В ходе проведенных исследований удалось определить существенные параметры, от которых зависит формирование колебаний численности леммингов и, тем самым, приблизится к разгадке лемминговых циклов.

SUMMARY OF THE PROJECT

The method of complex research allows to investigate complex environmental objects with a lack of information about their properties is proposed. This method was applied to analyze the fluctuations of lemming population. As a result of studies we have identified major parameters on which depends the formation of lemming numbers oscillation. And it gave us the ability be close to unraveling the lemming cycles.

KEYWORDS

Lemmings, population dynamics, computer simulation, mathematical modeling

ДОКЛАДЧИК

Чалов Сергей Романович

Chalov Sergey

Член экспертной группы

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Русловые системы в условиях меняющегося климата

Fluvial systems under climate change

ОРГАНИЗАЦИЯ

Московский государственный университет
им. М. В. Ломоносова

РЕЗЮМЕ

Чалов Сергей Романович родился в 1982 г, в 2004 г с красным дипломом окончил географический факультет Московского Государственного Университета им М.В. Ломоносова. В 2007 году защитил кандидатскую диссертацию на тему «Гидрологические функции разветвлений русла». В 2003–2013 годах — организатор и участник экспедиций МГУ и Всероссийского института рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО) в разных регионах России — Якутии, на реках бассейнов Северной Двины, Оби, Енисея, Терека, Волги, на реках Камчатки. В настоящее время — заместитель декана географического факультета МГУ им М. В Ломоносова по международным связям. С 2015 года — вице-Президент Комиссии по Континентальной Эрозии (International commission for Continental Erosion, ICCE) Международной Гидрологической Ассоциации IAHS. С.Р. Чалов — автор более 20 статей

в журналах из списка WOS и Scopus, 15 публикаций в рецензируемых научных изданиях и 2 монографий. Результаты работ как индивидуальные, так и в коллаборации с ведущими научными школами Германии, Швеции, Италии, Польши и Японии опубликованы в целом ряде авторитетных международных журналов, таких как Journal of Environmental Monitoring, Catena, International Journal of Disaster Risk Reduction, Global and Planetary Change, Hydrology research, Hydrological sciences, Environmental Earth Sciences, Geomorphology, Journal of Hydrology, Regional Environmental Change. Работы Чалова С.Р. связаны с теорией, методологией и прикладными аспектами русловых процессов, речной седиментации, экологии речных систем в природных и техногенно измененных условиях. В работах Чалова С.Р. получил становление междисциплинарный подход к изучению эрозионно-русловых систем, основанный на интегральном представлении о перемещении различных материальных сред (жидкости, твердых тел, дисперсных систем) как основе функционирования русловых систем и затрагивающий разнообразные аспекты гидрологических, геохимических и экологических явлений. Разработаны и адаптированы численные, мониторинговые и экспериментальные методы оценки и прогноза состояния эрозионно-русловых систем в современных и ожидаемых климатических и антропогенных условиях XXI века. Большой объем работ выполнен в области изучения причин и последствий развития опасных русловых процессов, вопросам их учёта для обоснования принципов организации безопасной хозяйственной деятельности в долинах рек. Выполнено научное обоснование натурного и дистанционного исследования транспорта взвешенных наносов с применением современных технологий (применение данных ДЗЗ, портативных мутномеров и доплеровских измерителей). Предложена концептуальная генетическая модель формирования стока взвешенных наносов на реках, протекающих в пределах долин, преобразованных активной горнодобывающей деятельностью в долине. Разработаны методические подходы к изучению геохимических особенностей транспорта взвешенных и влекаемых наносов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Вода, реки, русловые процессы, изменения климата

ТЕЗИСЫ

Основным фактором развития русловых систем — русел рек и прилегающих к ним частей водосборов (склонов) — является климат территории. На примере разных регионов Мира нами проанализированы современные тенденции изменения русловых систем в связи с трансформацией гидроклиматических параметров (осадки и сток). Рассмотрены особенности изменения морфологии русел, стока наносов и сопутствующих загрязнителей, а также исследованы возможности прогнозирования этих процессов. Показано влияние разных видов хозяйственной активности на русла рек.

SUMMARY OF THE PROJECT

Issues of climate change are addresses to analyses of river channels evolution and stability. Both river morphology, sediment and pollutant transport is analyzed for the past and future with the examples of different World rivers.

KEYWORDS

Fluvial process, river channels, climate change

ДОКЛАДЧИК

Чернокульский Александр
Владимирович
Chernokulsky Alexander
Член экспертной группы

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Современная климатология смерчей в России
The modern climatology of tornadoes in Russia

ОРГАНИЗАЦИЯ

Институт физики атмосферы
им. А. М. Обухова РАН

РЕЗЮМЕ

Представлена современная климатология воздушных и водных смерчей в России. Климатология основана на данных из различных источников информации (исторические летописи, показания очевидцев, заметки в газетах, новостные ленты, научные статьи и обзоры, наблюдения на метеорологических станциях, спутниковые данные), которые прошли дополнительную экспертную верификацию. Собрана информация об около 2000 случаев смерчей в России и бывших странах СССР начиная с 9 века н. э. до 2015 года. Показано, что смерчей в России существенно больше, чем полагалось ранее (порядка 100 смерчей за год). Показано, что чаще всего воздушные смерчи образуются в июне и в июле во второй половине дня. Водные смерчи (главным образом, на побережье Черного моря) более характерны для августа. Проанализированы случаи особенно сильных смерчей, проанализированы синоптические условия, характерные для образования смерчей. Получено распределение индексов смерчегенеза при условии наличия смерча. Проанализирована межгодовая изменчивость индексов смерчегенеза, получены оценки возможных изменений риска смерчегенеза в 21 веке.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Смерчи, торнадо, воздушные и водные смерчи, климатология смерчей, риск смерчегенеза

ТЕЗИСЫ

Смерчи (или как их часто по аналогии с США в последнее время называют «торнадо») наблюдаются на всех континентах Земли (кроме Антарктиды). Однако, в силу своей влажно-конвективной природы и специфических механизмов образования (требование к наличию завихренности и большого термического контраста) максимум повторяемости торнадо отмечается на Среднем западе США (так называемая «аллея торнадо»). Здесь наблюдаются особо благоприятные условия для возникновения торнадо, поскольку над равниной встречается очень теплый и влажный воздух с Мексиканского залива и прохладный и сухой воздух из Канады. Особенно велики термические контрасты в апреле-мае, когда и отмечается максимум торнадо. В среднем за год в США образуется около 1000 торнадо — на порядок больше, чем в Европе и Северной Евразии. В связи с этим, основное внимание научного сообщества воздушным смерчам уделяется именно в США (включая теорию, численные эксперименты и лабораторное моделирование), основным центром изучения торнадо является National Severe Storm Laboratory (NSSL, Norman, Oklahoma), где собирается и анализируется информация о всех зафиксированных случаях торнадо. В Европе (в Германии) организована аналогичная лаборатория European Severe Storm Laboratory (ESSL), целью которой является сбор сведений о воздушных смерчах в Европе (здесь они носят название «тромб»).

В России каких-либо систематических наблюдений за смерчами (и их повторяемостью) в последние годы не ведется. Последняя систематизация климатологии смерчей была опубликована в 1987 году (Снитковский, 1987), которая включила в себя 248 случаев смерчей на территории бывшего СССР (вплоть до 1986 года) по данным наблюдений, сообщениям в газетах и летописях и свидетельствам очевидцев. За прошедшие почти 30 лет произошло несколько существенных изменений как в вопросах климатологии, так и в вопросах получения и распространения информации. Так, последние десятилетия стали самыми теплыми на Земле в целом и в России в частности за всю историю инструментальных наблюдений (IPCC, 2013, 2-й оценочный доклад, 2014).

В связи с этим большое внимание сейчас уделяется вопросам нестационарности климатической системы, связанной как с внутренней изменчивостью, так и с наличием внешнего воздействия, в том числе антропогенного. Кроме того, в последнее десятилетие наблюдается лавинообразное увеличение количества свободно передаваемой информации, которое стало доступно благодаря цифровой революции и переходу к информационной эре. Увеличилось и количество задокументированной (на основе фото- и видео-материалов очевидцев) информации о возникновении смерчей.

В связи с этим, основной подход к решению задачи построения новой климатологии смерчей на территории России основан на использовании максимально большого количества информации о случаях смерчей (с обязательной проверкой на основе объективных метеорологических данных), а риск возникновения смерчей оценивается в рамках гипотезы изменчивости климата.

В работе представлена современная климатология смерчей в России, основанная на данных из различных источников информации (исторические летописи, показания очевидцев, заметки в газетах, новостные ленты, научные статьи и обзоры, спутниковые данные), которые прошли дополнительную экспертную верификацию. Собрана информация об около 2000 случаях смерчей в России и бывших странах СССР начиная с 9 века н. э. до 2015 года. Показано, что смерчей в России существенно больше, чем полагалось ранее (порядка 100 смерчей за год). Показано, что чаще всего воздушные смерчи образуются в июне и в июле во второй половине дня. Водные смерчи (главным образом, на побережье Черного моря) более характерны для августа. Проанализированы случаи особенно сильных смерчей, проанализированы синоптические условия, характерные для образования смерчей. Получено распределение индексов смерчегенеза при условии наличия смерча. Проанализирована межгодовая изменчивость индексов смерчегенеза, получены оценки возможных изменений риска смерчегенеза в 21 веке.

SUMMARY OF THE PROJECT

The modern climatology of tornadoes and waterspouts in Russia and former USSR counties is presented. The climatology is based on different sources, including historical and scientific literary sources and surveys, weather reports, newspaper stories, eyewitnesses reports, satellite data (for tornado traces) and so on. Around 2,000 tornadoes and waterspouts were found in fUSSR countries since IX century till the year of 2015. It was found that June and July are the most favorable months and the afternoon is the most favorable time for tornadoes in fUSSR. Waterspouts (mainly above the Black Sea) are more common in August. The most severe tornadoes are associated with cold fronts or such mesoscale structures as supercells. Typical values of diagnostic severe weather indices were assessed for fUSSR tornadoes. Interannual variability of these indices as well as projected changes for 21st century were evaluated.

KEYWORDS

Tornadoes, landspouts and waterspouts, climatology of tornadoes, tornadogenesis risk

ДОКЛАДЧИК

Анохина Екатерина Юрьевна
Anokhina Ekaterina

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Локальная очистка модельной воды от ионов железа (III) реагентами из оболочек злаковых культур

ОРГАНИЗАЦИЯ

Казанский национальный
исследовательский
технологический университет

РЕЗЮМЕ

Исследована возможность использования щелочного водного раствора, полученного после натронной варки целлюлозы из оболочек плодов овса, для реагентной очистки модельной воды от ионов трехвалентного железа концентрацией 100 мг/л. Данный способ дает возможность очистки сточных вод от ионов железа (III) с одновременной утилизацией щелочных стоков, образующихся после натронной варки целлюлозы, а также снижение себестоимости процесса очистки за счет исключения дорогостоящих реагентов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Реагентная очистка, ионы железа (III), модельная вода, гидроксид натрия, натронная варка целлюлозы, щелочные сточные воды, оболочка плодов овса.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Цель работы заключается в определении возможности использования сточных вод, образующихся после щелочной варки целлюлозы, для очистки воды от ионов железа (III), по сравнению с уже существующими на предприятиях реагентными методами.

ВВЕДЕНИЕ

Существуют различные методы очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов. В настоящее время наиболее распространен реагентный метод, заключающийся в переводе растворимых веществ в нерастворимые при добавлении различных реагентов (например, $\text{Ca}(\text{OH})_2$, NaOH) с последующим отделением их в виде осадков.

В качестве щелочных реагентов для очистки кислых железосодержащих сточных вод определяется возможность использовать отходы промышленных производств, в частности сточные воды после натронной варки целлюлозы, т.к. данные стоки содержат едкий натр, чем объясняется их высокое значение рН ~13,5, и сложные органические соединения, которые образуют с ионами Fe^{3+} нерастворимые комплексы, выпадающие в виде осадка.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Существуют различные методы очистки воды от соединений железа, которые можно условно разделить на реагентные и безреагентные. Основной безреагентных методов является предварительное аэрирование воды, которое может осуществляться различными способами, и последующее фильтрование через зернистую загрузку, например через кварцевый песок. К реагентным относятся методы, связанные с применением хлора, перманганата калия, озона, коагулянтов, флокулянтов, различных щелочных реагентов (гидроксидов кальция, натрия, оксидов кальция, карбонатов натрия), которые добавляют непосредственно в воду. И в том, и в другом случае главной целью является перевод ионов тяжелых металлов в малорастворимые соединения (гидроксиды, основные карбонаты, сульфиды) и отделение образующейся взвеси тем или иным способом, например фильтрацией или отстаиванием.

Также используют адсорбционные способы, где в качестве сорбентов используются активированный уголь, кремнийсодержащие природные и синтетические материалы, отходы деревоперерабатывающей промышленности, сельского хозяйства и другие.

Одним из современных направлений обезжелезивания воды является биологический способ, который основывается на использовании микроорганизмов — железобактерии. Некоторые микроорганизмы и водоросли способны аккумулировать металлы, необходимые им для функционирования ферментов. Также обработка сточных вод может проходить в анаэробных условиях накопительной культурой сульфатвосстанавливающих бактерий.

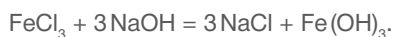
ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Эксперимент проводился на модельной воде (МВ), представляющей собой раствор соли $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ концентрацией ионов Fe^{3+} 100 мг/л и $\text{pH} = 2,26$. В качестве реагентов использовались:

- раствор NaOH с концентрацией 20 г/л;
- сточная вода, полученная в результате щелочной варки целлюлозы из оболочек плодов овса (ОПО).

Очистка МВ раствором NaOH . В мерный цилиндр емкостью 100 см³ наливалось 100 см³ МВ. Затем небольшими порциями, перемешивая, добавлялся раствор реагента NaOH до выпадения хлопьев $\text{Fe}(\text{OH})_3$ красно-бурого цвета и достижения нужного значения pH раствора (величина pH полного осаждения $\text{Fe}(\text{OH})_3$ составляет 4,1, доводили раствор до нейтрального значения $\text{pH} = 7-8$). Содержимое цилиндра отстаивалось в течение 1 часа.

Уравнение реакции:



После отстаивания раствор отфильтровывался, и определялась масса осадка, а в фильтрате определялись остаточная концентрация ионов Fe^{3+} , ХПК и значение pH .

Приготовление растворов реагента из отходов сельского хозяйства. В плоскодонную колбу емкостью 250 см³ помешалось 3 г навески ОПО и 100 см³ раствора NaOH с концентрацией 20 г/л, затем проводилась термическая обработка (продолжительность варки 10 минут). По истечении времени выдержки содержимое колбы фильтровалось под вакуумом, осадок промывался до нейтрального значения pH . В результате был получен раствор реагента после щелочной варки ОПО.

Очистка МВ раствором реагента, полученного после щелочной варки целлюлозы из ОПО. В мерный цилиндр емкостью 100 см³ наливалось 100 см³ МВ с концентрацией ионов Fe^{3+} 100 мг/л. Затем небольшими порциями, перемешивая, добавлялся реагент до выпадения хлопьев $\text{Fe}(\text{OH})_3$ красно-бурого цвета и достижения нужного значения pH раствора ($\text{pH} = 7-8$). Содержимое цилиндра отстаивалось в течение 1 часа.

После отстаивания раствор отфильтровывался, и определялись те же параметры, что и в предыдущем опыте.

Результаты очистки МВ от ионов Fe^{3+} представлены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты проведенных опытов

Реагент	V реагента, см ³	Фильтрат			m _{осад'} , г/л	Эффективность очистки, %
		ХПК, мг O ₂ /л	pH	C _{Fe³⁺} , мг/л		
Раствор NaOH	1,21	39,37	7,09	14,97	0,407	85,03
После щелочной варки ОПО	1,6	36,31	7,58	12,83	0,648	87,17

Из полученных данных видно, что при использовании раствора после щелочной варки ОПО в качестве реагента происходит очистка МВ от ионов железа (III). Это объясняется тем, что в ОПО содержится лигнин (18,40%), который вступает в реакцию с ионами железа и образует нерастворимые комплексы, которые выпадают в виде осадка наряду с хлопьями гидроксида железа (III).

Можем сделать вывод, что СВ, образующиеся после натронной варки целлюлозы из ОПО, возможно рекомендовать в качестве щелочного реагента для очистки кислых железосодержащих сточных вод. В обоих случаях остаточная концентрация ионов Fe (III) не соответствует нормам ПДК для сброса в городскую канализационную сеть (ПДК = 0,6 мг/л), поэтому перед сбросом сточные воды следует разбавлять.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Шайхиев И.Г. Очистка гальваностокков сульфидсодержащими сточными водами нефтехимических производств / И.Г. Шайхиев [и др.] // Экология и промышленность России. — 2008. — №6. — С. 14–15.
2. Иванов Ю.С. Производство сульфатной целлюлозы: учебное пособие / Ю.С. Иванов. — СПб.: СПбГТУРП, 2010. — 77 с.
3. Фазлиахметова Р.Р. Физико-химическая очистка модельных вод от ионов железа комплексным реагентом из шелухи ячменя / Р.Р. Фазлиахметова, Э.Ф. Магизова, С.В. Степанова // Технологии техносферной безопасности. — 2014. — №6 (58). — С. 1–5.
4. Юсупова А.И. Очистка сточных вод, содержащих ионы тяжелых металлов, сорбентами и экстрактами из таннинсодержащих отходов: дис.... канд. техн. наук / А.И. Юсупова. — Казань, 2015. — 165 с.

SUMMARY OF THE PROJECT

Investigated the possibility of using the alkaline aqueous solution obtained after sodic pulping of cellulose from the shells of oats» fruit for purposes of reactant purification of model water from ions of trivalent iron concentration of 100 mg/dm³. This method offers an opportunity of waste water treatment from ions of iron (III) with the simultaneous disposal of alkaline wastewater generated after sodic pulping of cellulose as well as the cost reduction of the purification process by excluding expensive reagents.

KEYWORDS

Reactant purification, ions of trivalent iron, model water, sodium hydroxide, sodic pulping of cellulose, alkaline wastewater, a shell of oats» fruit.

ДОКЛАДЧИК

Антонова Екатерина Сергеевна
Antonova Ekaterina

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Разработка новой системы аэрации для флотационных установок и область их практического применения

ОРГАНИЗАЦИЯ

Московский государственный
технический университет имени
Н.Э. Баумана

РЕЗЮМЕ

Рассмотрен процесс флотационной очистки сточной воды. Предложено использование эжекционной системы аэрации как наиболее простой и обладающей сравнительно невысокими энергозатратами. Указан основной недостаток: получение пузырьков диаметром более 1 мм. Предложено использование специального диспергатора для устранения данного недостатка. Разработана математическая модель процесса очистки поверхностной сточной воды в лабораторной установке с предлагаемой системой аэрации. Проведены экспериментальные исследования по определению диаметров пузырьков, скоростей всплытия флотокомплексов и кинетики процесса очистки.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Флотация, очистка сточных вод, эжектор, диспергатор, диаметр пузырьков, математическая модель.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Целью данной работы является исследование процесса флотационной очистки сточных вод с использованием оригинальной системы аэрации, включающей эжектор и диспергатор.

Задачи исследования:

1. Разработка оригинальной эжекционной системы аэрации с диспергатором.
2. Разработка математической модели многостадийной флотации с использованием эжекционной системы аэрации с диспергатором.
3. Экспериментальное определение параметров флотационного процесса: диаметров пузырьков и скоростей всплытия флотокомплексов.
4. Экспериментальное исследование кинетики флотационного процесса с использованием предлагаемой эжекционной системы аэрации с диспергатором.

ВВЕДЕНИЕ

Значительная часть сточных вод недоочищается в части коллоидных и тонкодисперсных частиц. Для обеспечения высокой эффективности процесса флотационной очистки необходим выбор системы аэрации, которая обеспечит требуемые гидродинамические параметры: высокую интенсивность аэрации с получением пузырьков малого размера, при этом будет более простой по конструкции с меньшими энергозатратами, например эжекционная. Но такая система аэрации не обеспечивает оптимальные параметры рабочей жидкости, что не позволяет достигнуть высокой эффективности извлечения тонкодисперсных загрязнений. Одним из способов интенсификации процесса является применение специального диспергатора, рассмотренного в данной работе.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

В работе использованы теоретические и экспериментальные методы исследования. Теоретические исследования кинетики процесса флотационной очистки воды проведены с использованием пакета прикладных программ Scilab. Экспериментальные исследования проведены на лабораторной установке, собранной в лаборатории кафедры «Экология и промышленная безопасность» МГТУ им. Н.Э. Баумана. Анализ проб проводился с помощью приборов: турбодиметра Hach 2100N (анализ на мутность), спектрофотометр Hach LANGE DR6000 (определение БПК₅ с использованием кювет LCK 554), колориметра Hach DR890 (определение концентрации железа) в соответствии с методиками. Обработка экспериментальных данных проводилась с применением методов математической статистики и регрессионного анализа.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

1. Разработана система аэрации, включающая эжектор и диспергатор и экспериментально подтверждена возможность эффективной очистки поверхностной сточной воды в предлагаемой установке: эффективность по осветлению составила 75%, по БПК₅ 60%, по концентрации железа общего 75%.
2. Экспериментально установлено, что предлагаемая система аэрации, включающая эжектор и диспергатор позволяет обеспечить получение пузырьков в оптимальном диапазоне диаметров, при этом характерной особенностью данной системы аэрации является получение нескольких распределений с различными средними диаметрами пузырьков, в данном случае получено 2 совокупности пузырьков со средним диаметром 50 мкм (50%) и 80 мкм (35%). Это позволяет наиболее эффективно извлекать из воды загрязнения разной степени флотуемости. Данная особенность должна учитываться при проектировании флотационной машины,

при этом наиболее оптимальным решением является использование 2-х камерной флотационной машины.

3. Разработана многостадийная математическая модель для очистки поверхностных сточных вод при использовании предлагаемой системы аэрации, учитывающая разделение пузырьков на 2 группы.
4. Проведена экспериментальная проверка предлагаемой модели, при этом полученные результаты достаточно хорошо согласуются с теоретическими, что свидетельствует об адекватности модели и возможности её использования для определения времени процесса очистки при использовании данной системы аэрации.

Используемые источники

1. Chen Fu-tai, Peng Feng-xian, Wu Xiao-qing, Luan Zhao-kun, Bubble performance of a novel dissolved air flotation (DAF) unit // Journal of Environmental Sciences, Vol. 16, No1, pp 104–107, 2004.
2. Ксенофонтов Б.С., Антонова Е.С. Оптимизация флотационной очистки сточных вод // Водоочистка, No3, 2015, с. 20–24.
3. Патент на полезную модель No 149273 Флотационная машина для очистки сточных вод, Ксенофонтов Б.С., Антонова Е.С., 24.02.2014.
4. Ксенофонтов Б.С. Флотационная обработка воды, отходов и почвы. — М.: Новые технологии, 2010. — 272 с.
5. Rodrigues R. T., Rubio J. New basis for measuring the size distribution of bubbles // Minerals Engineering 162003 757–765.
6. Oliveira C., Rodrigues R. T., Rubio J. A new technique for characterizing aerated flocs in a flocculation — microbubble flotation system. // International Journal of Mineral Processing, 96 (1), p. 36–44.

SUMMARY OF THE PROJECT

The flotation waste water treatment process is studied. The ejection system of aeration is considered. Its main disadvantage: big bubbles is pointed out. The use of special disperser is offered. The kinetic model for the surface waste water treatment by flotation using ejection system of aeration with disperser is developed. The experimental research devoted to the definition of main characteristics of flotation process: bubble diameter, rising velocity of float complexes was carried out. The waste water treatment experiment was carried out in a laboratory-scale flotation set up with different kind of surface waste water.

KEYWORDS

Flotation, wastewater treatment, ejector, disperser, bubble diameter, kinetic model.

ДОКЛАДЧИК

Гайфутдинов Руслан Риналович
Gaifutdinov Ruslan

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Исследование разломно-блокового строения месторождений Первомайско-Бондюжского вала с целью оценки степени выработанности запасов, эффективности заводнения и выявления возможных зон восполнения запасов нефти

ОРГАНИЗАЦИЯ

Казанский (Приволжский)
федеральный университет

РЕЗЮМЕ

На основе выполненных работ по составлению карт блокового строения фундамента месторождений Первомайско-бондюжского вала составлена методика определения зон повышенной трещиноватости и микроблоков фундамента. В основу работы положены результаты переинтерпретации и анализа данных ГИС всего фонда скважин Первомайского и Комаровского месторождений — порядка 1000 скважин. В процессе переинтерпретации данных и анализа блокового строения фундамента на Первомайском месторождении

была выработана определенная методика выделения микроблоков в кристаллическом фундаменте. Методика далее была опробована на соседнем Комаровском месторождении и хорошо зарекомендовала себя.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Зоны повышенной трещиноватости, Первомайско-Бондюжский вал, нефтяное месторождение, кристаллический фундамент.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Цели: разработка методики для анализа блокового строения кристаллического фундамента месторождений Первомайско-Бондюжского вала. Задачи: переинтерпретация данных ГИС, а также показателей разработки и других физико-химических параметров (P, G, и д. р.) под новые цели. Качественная, количественная интерпретация и анализ полученного материала.

ВВЕДЕНИЕ

Работа посвящена рассмотрению вопросов, связанных с блоковым строением нефтяных месторождений Первомайско-Бондюжского вала и направлена на поиск зон с повышенной трещиноватостью, и зон с большей долей остаточных запасов, а также, возможно, к открытию новых залежей в вышележащих горизонтах нижнего карбона.

В основу исследования результаты переинтерпретации данных ГИС всего фонда скважин Первомайского, Бондюжского и Комаровского месторождений — около 1000 скважин.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Исследование разломно-блокового строения месторождений требует комплексного подхода. Поэтому было решено подключать все имеющиеся данные по тектоническому и геологическому строению района работ, а также накопленные промысловые данные. Так как исследуемые объекты вводились в эксплуатацию в 1960–1970 годах, накоплен большой объем промысловой информации в большинстве своём на бумажных носителях, требующий оцифровки. Исходя из данных обстоятельств, автором и научным руководителем было принято решение оцифровать интересующие показатели и занести их в суммарную электронную таблицу. В конечном счёте всю проделанную работу можно структурировать в несколько этапов.

- I этап — переинтерпретация данных ГИС и работа с архивами. Переинтерпретация включала отбивку границ следующих интервалов: саргаевского горизонта, репера Аяксы, Муллинских глин, репера средний известняк, кровли кристаллического фундамента, а также пластов До1, До, Д11–2 и некоторых других показателей; все данные занесены в суммарную электронную таблицу;
- II этап — построение ряда структурных карт и карт распределения и толщин. На основе массива чисел построен ряд структурных карт и карт распределения параметров по самым различным показателям.
- IV этап — составление карты блокового строения фундамента и осадочной толщи, работа с остаточными запасами;
- V этап — оценка экономической эффективности и возможности внедрения в производство.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Построение и анализ карт проводился сначала на программном обеспечении компании Golden Software (Surfer, Voxler), а затем более основательно в комплексе ГИС программ компании ESRI (ArcGis).

В результате получены возможные уточненные границы блоков на месторождениях. Выявление микроблоков явилось главной целью работы: опреде-

лялись они по большому количеству анализа карт показателей, в том числе по ГК-показаниям, асфальтенам в ХАН структурное строение площадей и д. р. Большинство микроблоковых границ характеризуются своим изометричным расположением, но всё же «перистым» общим характером строения, как бы ответвляющихся от основных разрезающих блоков. Выделение границ блоков позволило обозначить границы зон повышенной трещиноватости от проводящих разломов или так называемые градиентные зоны. Особенно актуально эта задача стоит с учетом выделения таких зон на Ромашкинском нефтяном месторождении и получении положительных результатов.

ВЫВОДЫ

- Зоны с наибольшими накопленными отборами нефти совпадают с зонами резких изменений толщин 5 и более метров — градиентными зонами;
- К градиентным зонам приурочены резкие изменения содержания асфальтенов в нефтях;
- На основе выделенных градиентных зон выявлены общие границы зон повышенной трещиноватости;
- Аномальные показания гамма-каротажа в доманиковом горизонте, можно использовать как один из критериев (наряду с анализом толщин и структурных поверхностей) выделения границ локальных блоков кристаллического фундамента на Первомайско-Бондюжском вале;
- Относительное содержание асфальтенов в ХАН на Первомайском месторождении можно использовать как критерий выделения геодинамически активных и пассивных зон повышенной трещиноватости;
- Система ППД на месторождение, как уже говорилось ранее, требует существенных изменений, так как не учитывает возможные потери объемов закачки в зонах границ выделенных блоков. Причем в зонах границ блоков с аномалиями типа «геодинамически активная зона» потери в объемах закачки могут составить больше, чем в границах блоков с аномалиями типа «геодинамически неактивная»;
- Вариант с 15 скважинами, предлагаемых для бурения, был выбран, так как показывает более весомую годовую добычу по скважинам — 13,6%, в процентном исчислении от плановых показателей;
- «...при анализе документов [1] было выявлено несоответствие прогнозных и фактических данных по годовой добыче скважин... Такому несоответствию...можно найти много объяснений. Одним из таких может служить влияние глубинных факторов и факторов подпитки из недр верхней мантии, в геодинамически активных зонах границ выделенных блоков фундамента.

Выводы, приведенные выше, могут быть полезны, некоторые результаты работы и картографические материалы были внедрены в производство и используются геологической службой НГДУ «Прикамнефть».

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Бакиров И.М., Зевакин Н.И. «Технологическая схема разработки Первомайского нефтяного месторождения» — ТатНИПИнефть, г. Бугульма, 2000 г.
2. Кристаллический фундамент Татарстана и проблемы его нефтегазоносности / Муслимов Р.Х., Галдин Н.Е., Гвоздь С.М. и др. // Под. ред. Р.Х. Муслимова, Т.А. Лапинской и др. Казань: Дента, 1996. — 486 с.
3. Муслимов Р.Х., Глумов И.Ф., Плотникова И.Н., Трофимов В.А., Нургалиев Д.К. Нефтяные и газовые месторождения — саморазвивающиеся и постоянно возобновляемые объекты // Геология нефти и газа (спецвыпуск). 2004. С. 43–49.
4. «Особенности формирования нефтей северо-татарского свода на основе комплекса геохимических исследований». — Гайфутдинов Р.Р., Камы-

шева Ж.В. — «Геология в Развивающемся мире» — сборник тезисов VII всероссийской молодежной научно-практической конференции — Пермь, ПГНИУ стр. 19.

SUMMARY OF THE PROJECT

Work is devoted to consideration of questions, bound to a block structure of the Pervomayskaya-Bondyuzhskoe burned, and directed on searching of zones with the raised jointing and zones with a larger share of residual stocks, and also, perhaps, to opening of new deposits in the overlying horizons of the lower carbon fabric.

KEYWORDS

The zones of fracturing, Pervomayskaya-Bondyuzhskoe burned, oil field, the crystalline basement.

ДОКЛАДЧИК

Голятина Марина Алексеевна
Golyatina Marina

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Оценка изменения площадей водной поверхности озер юго-восточного Забайкалья с использованием методов космического мониторинга

ОРГАНИЗАЦИЯ

Забайкальский государственный университет

РЕЗЮМЕ

В работе проведен анализ изменения площадей водной поверхности юго-восточных озер Забайкалья за период с 1987 по 2013 гг. по данным дистанционного зондирования Landsat. Был выявлен наилучший метод определения площади водного зеркала — водный индекс MNDWI. С помощью этого индекса были вычислены площади водного зеркала для озер: Цаган-Нур, Ножий, Кункур, Хоточей, Укшинда, Гашкой, Балыктуй, Баин-Цаган, Ару-Торум, Хужартай, Зун — Торей, Барун — Торей за период с 1987 по 2013 гг. В результате анализа было отмечено, что изменение морфометрических характеристик малых озер происходило синхронно. Озеро Барун — Торей в 2009 году пересыхало полностью.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Степные озера, площадь водной поверхности, дистанционное зондирование, MNDWI.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Целью работы является рассмотреть динамику площадей водного зеркала юго-востока Забайкалья с использованием данных дистанционного зондирования Земли.

Для достижения поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи:

1. Выбрать наилучшую методику выделения водных поверхностей для исследуемой территории
2. С использованием выбранной методики провести дешифрирование спутниковых снимков Landsat MSS, TM, ETM+ и OLI для получения морфометрических характеристик озер
3. Провести анализ изменения площадей водной поверхности за исследуемый период.

ВВЕДЕНИЕ

Климатические изменения и их воздействие на природные и социальные системы являются в настоящее время актуальной темой для научных исследований по всему миру. Морфометрические характеристики озер могут выступать в качестве индикаторов изменчивости климата в региональном масштабе.

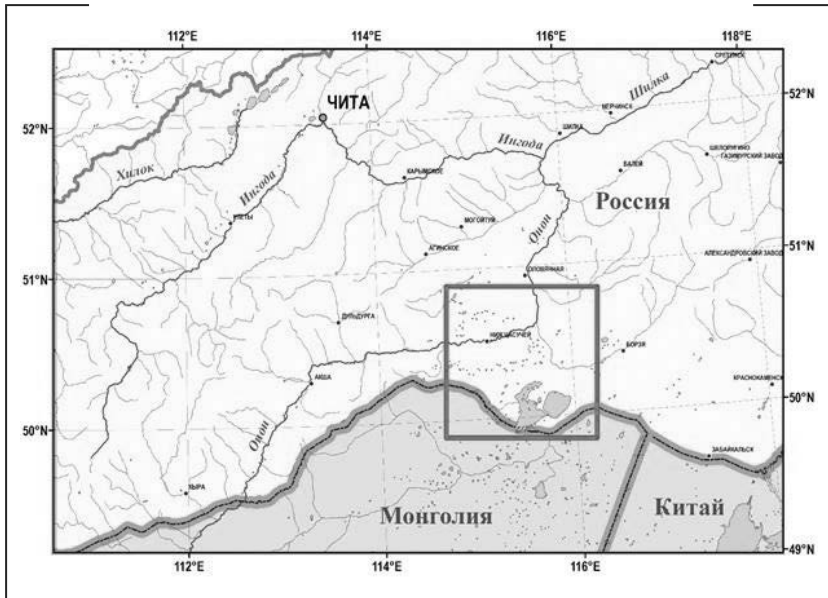


Рис. 1 Район исследований

Изучение изменения площадей водных зеркал этих озер стало главной целью проекта. Для поставленной цели необходимо решить ряд задач:

- Выбрать наилучшую методику выделения водных поверхностей для исследуемой территории;
- С использованием выбранной методики провести дешифрирование спутниковых снимков для получения морфометрических характеристик озер;
- Провести анализ изменений уровней, площадей водного зеркала за исследуемый период.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Для дистанционного изучения площадей водного зеркала озер по космическим данным, широко используются следующие методы обработки спутниковых изображений — определение много-

канальных спектральных индексов (водных индексов), тематическая классификация с обучением, линейное разделение, одноканальная классификация с использованием порога разделения. На практике наибольшее распространение получили методы дешифрирования с использованием многоканальных водных индексов из-за своей простоты и наименьших вычислительных затрат.

Наиболее популярный водный индекс на сегодня — MNDWI—Modified Normalized Difference Water Index (модифицированный нормализованный разностный водный индекс).

$$MNDWI = (p_{band2} - p_{band5}) / (p_{band2} + p_{band5}),$$

где $p_{band2,5}$ — интенсивность излучения в 2 и 5 спектральных каналах Landsat TM, ETM+.

MNDWI определяется с использованием 2 и 5 спектральных каналов Landsat TM и ETM+ или 3 и 6 каналов Landsat 8 OLI, и на данный момент является наиболее распространенным индексом для выявления поверхностных водных объектов на космических снимках. Граница определения водных поверхностей проходит через ноль, значения индексов больше нуля соответствуют водным поверхностям. Помимо Landsat, индекс MNDWI используется для анализа водных поверхностей на других спутниковых системах — SPOT, Aster, MODIS, что говорит о его универсальности и стабильности.

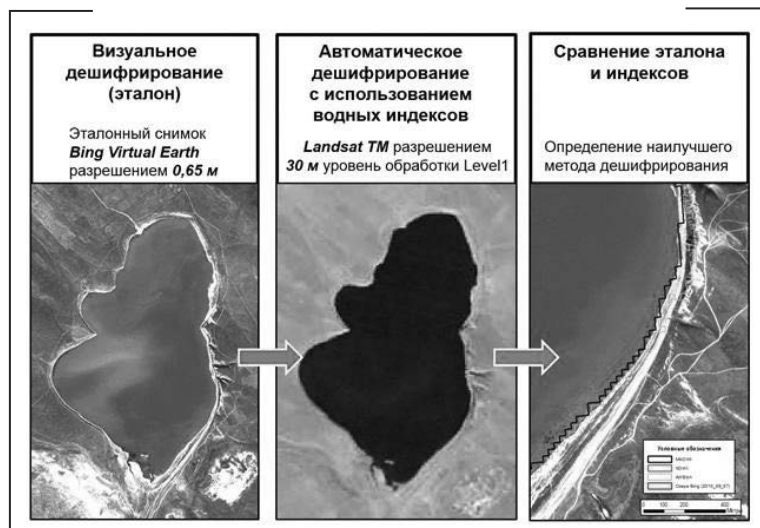
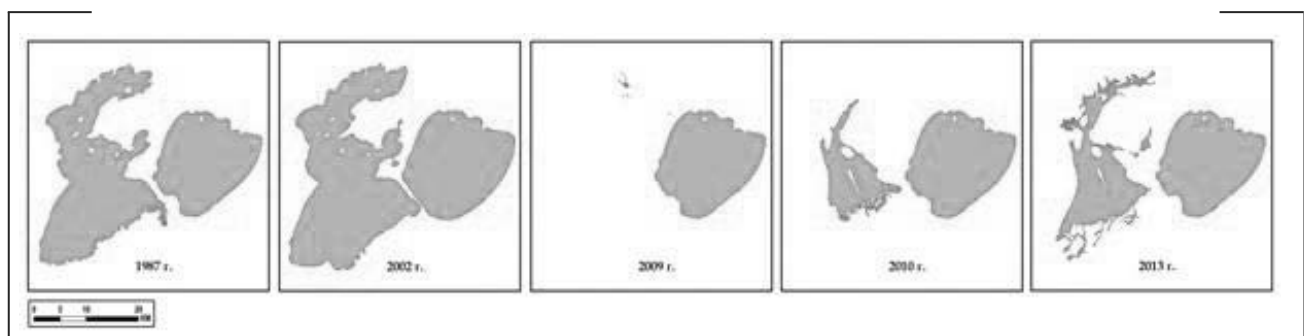


Рис. 2 Сравнение площадей озер, определенных по результатам визуального и автоматического дешифрирования

Рис. 3 Изменение площадей водного зеркала оз. Барун — Торей и Зун — Торей в период 1987–2013 гг.



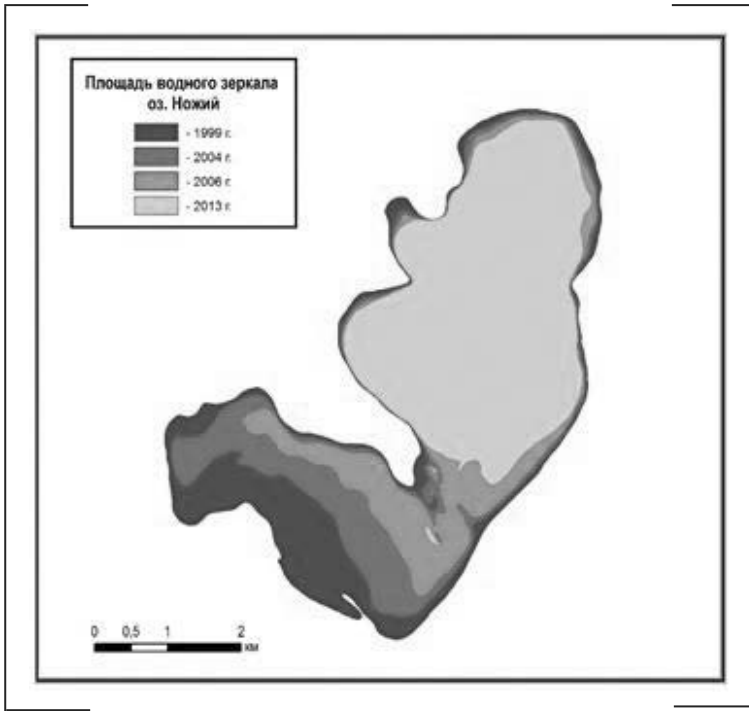


Рис. 4 Изменение площади водного зеркала оз. Ножий в период 1999–2013 гг.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Обработка снимков и вычисление водных индексов производились с помощью средств Image Classification и Spatial Analyst ArcGIS 10. В качестве эталона для сравнения результатов дешифрирования был использован снимок с пространственным разрешением 0,65 м сервиса Bing Virtual Earth за максимально близкую дату — 7 сентября 2010 г., и на основе этого снимка проведено визуальное дешифрирование водной поверхности озер (рис. 2).

Оценка точности дешифрирования производилась с использованием величины среднеквадратической ошибки:

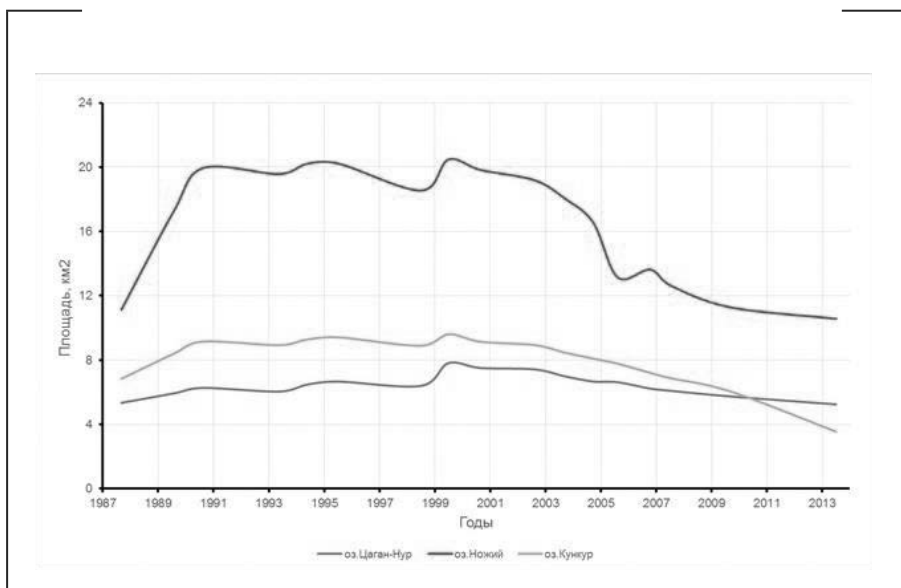
$$m = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (S_{i,d} - S_{i,f})^2}{n}}$$

Результаты измерения площадей озер, полученные дешифрированием космических снимков и эталонные измерения, представлены в таблице.

Таблица 1. Сравнение площадей озер

Наименование озера	Площади озер, км ²				
	Эталон	AWEInsh	AWEIsh	MNDWI	NDWI
оз. Ножий	11,17	10,89	11,43	11,03	11,12
оз. Кункур	5,50	5,45	6,29	5,57	5,78
оз. Балыктуй	2,01	1,92	2,05	1,96	2,00
оз. Цаган-Нур	5,51	5,50	5,78	5,58	5,63
оз. Укшинда	2,52	2,46	2,64	2,50	2,54
оз. Гашкой	1,35	1,34	1,50	1,37	1,38
оз. Хоточей	1,77	1,73	1,90	1,77	1,80
Среднеквадратическая ошибка ()	0	0,112	0,302	0,08	0,123

Рис. 5 Динамика площадей водного зеркала оз. Цаган-Нур, Ножий, Кункур



Анализу были подвергнуты 12 озер — Цаган-Нур, Ножий, Кункур, Хоточей, Укшинда, Гашкой, Балыктуй, Баин-Цаган, Ару-Торум, Хужартай, Зун — Торей, Барун — Торей за период с 15 сентября 1987 по 4 июля 2013 гг. За исследуемый период площади озер значительно изменялись, оз. Барун — Торей в 2009 году пересыхало полностью (рис. 3), оз. Ножий, Ару-Торум, Гашкой, Хоточей за период с 1999 по 2013 гг. уменьшились почти в два раза (рис. 4), остальные — в полтора (рис. 5, 6).

Временные ряды площадей водного зеркала озер позво-

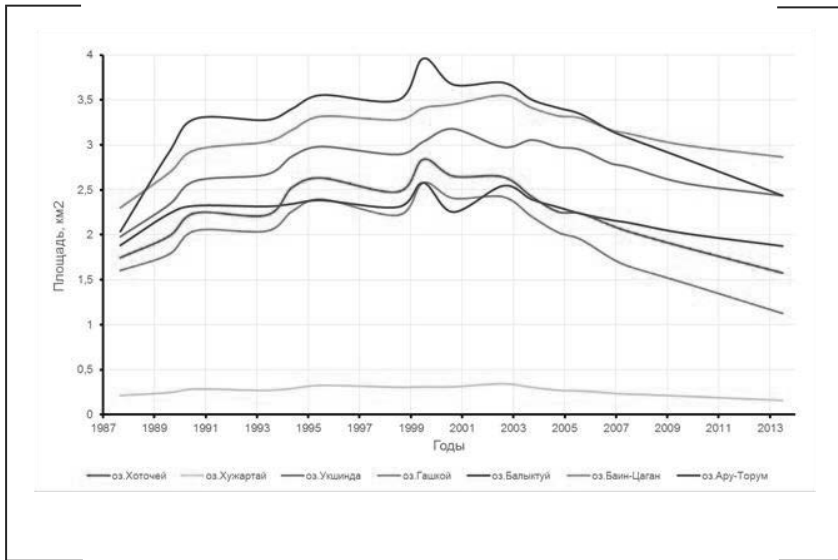


Рис. 6 Динамика площадей водного зеркала оз. Хоточей, Укшинда, Гашкой, Балыктуй, Баин-Цаган, Ару-Торум

ляют выделить периоды повышения и убывания водности, обычно совпадающие с динамикой увлажненности региона. На протяжении диапазона дат с 1987 по 1999 гг. отмечается синхронное увеличение площадей озер степной зоны Забайкалья, период с 2000 по 2013 гг. — их снижением.

С помощью полученных площадей озер предоставляется возможность вычислить уровень и объем для Торейских озер по методу водного баланса (Клинина, Обязов, 2011) т.к. данными авторами построены батиграфические кривые объема и площадей для этих озер (рис. 7, 8). Имея полученные данные можно построить 3D модель рельефа дна озера с помощью ПО Arc GIS (рис. 9).

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Курганович К.А. Сравнение алгоритмов дешифрирования водных поверхностей по индексам NDWI и MNDWI на примере степных озер Восточного Забайкалья // Водные ресурсы и водопользование: сб. тр. преподавателей и студентов кафедры водного хозяйства и инженерной экологии ЗабГУ/ под. ред. В.Н. Заслоновского и Л.Н. Зима. — Чита: ЗабГУ, 2015. Вып. 7. С. 18–26.
2. Нагаева Е.В., Обязов В.А., Курганович К.А. Распределение модуля стока рек по территории Забайкальского края // Вестник Забайкальского государственного университета. 2014. № 10. С. 11–194.
3. Обязов В.А. Многолетние изменения температуры воздуха в юго-восточном Забайкалье // Известия Русского географического общества. 1996. Т. 128. №3. С. 66–73.

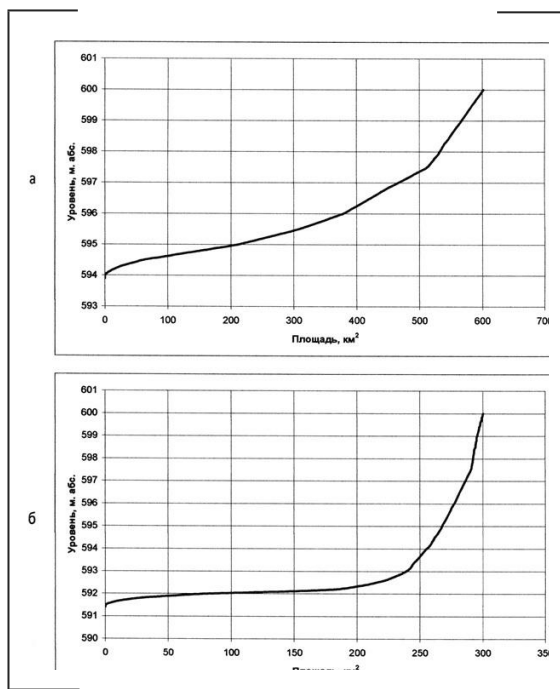


Рис. 7 Батиграфические кривые оз. Барун — Торей (а) и оз. Зун — Торей (б)

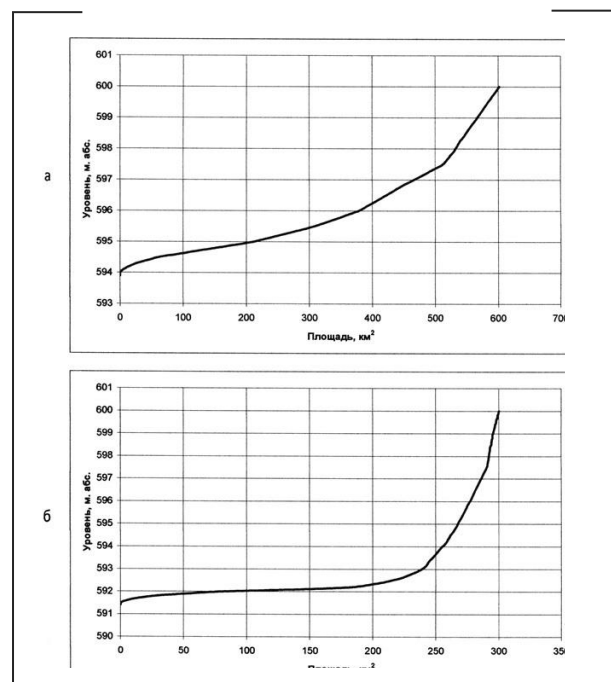


Рис. 8 Объёмные кривые оз. Барун — Торей (а) и оз. Зун — Торей (б)

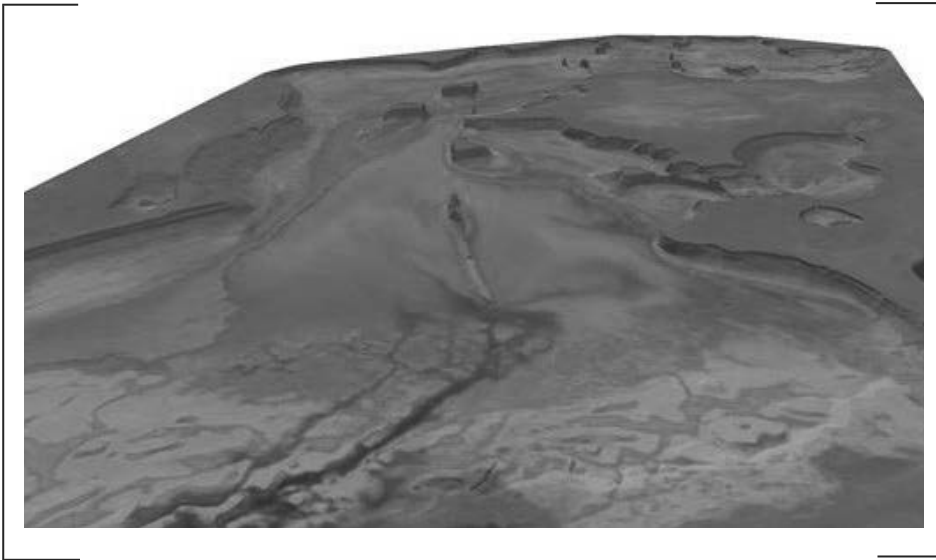


Рис. 9 3D модель оз. Барун – Торей

SUMMARY OF THE PROJECT

The paper analyzes the changes in the water surface area of southeastern lakes of Transbaikalia for the period from 1987 to 2013 by Landsat remote sensing data. It has been identified that the Modified Normalized Difference Water Index (MNDWI) is the best method for determining of water surface area. With this index the water surface area for lakes Tsagaan Nuur, Nozhy, Kunkur, Hotochey, Ukshinda, Gashkoy, Balyktuy, Bain-Tsagan, Aru-

Torum, Huzhartay, Zun-Torey, Barun-Torey for the period from 1987 to 2013 have been calculated. As a result of the analysis, it has been noted that the change of morphometric characteristics of small lakes occurred synchronously, and it coincided with a period of increased humidification of study area. The Barun-Torey Lake dried up completely in 2009. The 3D terrain model of its bottom has been built.

KEYWORDS

Steppe lakes, water surface area, remote sensing, MNDWI.

ДОКЛАДЧИК

Другач Карина Александровна
Drugach Karina

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Оптимизация использования природно-ресурсного потенциала ООПТ регионального значения на основе экологической оценки антропогенного воздействия (на примере заказника «Клинцовский» Брянской области)

ОРГАНИЗАЦИЯ

Брянский государственный инженерно-технологический университет

СОАВТОР(Ы) ДОКЛАДА

Клавсуть Анастасия Геннадьевна

РЕЗЮМЕ

Обследован заказник «Клинцовский» Брянской области с точки зрения оптимизации использования природно-ресурсного потенциала особо охраняемой природной территории регионального значения методом «Экологической оценки состояния особо охраняемой природной территории регионального значения». Выявлено значительное антропогенное воздействие на экосистемы заказника. Составлены картографические материалы с серией оценочных карт, характеризующих уязвимость и нарушенность природно-территориальных комплексов, рекреационную пригодность и значимость. Предложено зонирование территории по функциональным зонам.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Природопользование, особо охраняемая природная территория, антропогенное воздействие, ландшафтно-рекреационное обследование, природно-территориальный комплекс, картографические материалы.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Цель — оценка состояния природно-территориальных комплексов (ПТК) заказника «Клинцовский» с целью оптимизации антропогенной нагрузки на них.

Задачи:

- изучение состояния ПТК заказника методами ландшафтно-рекреационного обследования;

- социологический опрос населения;
- разработка картографических материалов.

ВВЕДЕНИЕ

К настоящему времени вокруг заказника «Клинцовский» сформировалась проблемная ситуация, требующая своего разрешения. Состояние территории заказника признано неудовлетворительным уже по состоянию на 2007 г. В качестве факторов, обусловивших такую ситуацию, указаны: браконьерство, многочисленные сплошные рубки леса, лесные пожары от палов на сельскохозяйственных землях и в глубине лесного массива, складирование лесоматериалов в лесу, повреждение почвенного покрова при разработке лесосек, сильно загрязнена бытовым мусором территория вблизи автомобильных дорог и вокруг населенных пунктов, по границам территории отсутствуют аншлаги. Таким образом, экологическое обследование территории заказника целесообразно.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

При проведении исследований использовались методики экологического мониторинга, а также методические приемы, частью которых является ландшафтно-рекреационное обследование. Методика опирается на нормативно-технические и методические документы по оценке состояния почв и растительности, современные представления о сукцессиях природной среды. Основным показателем состояния ООПТ — средневзвешенная степень деградации, которая оценивается в баллах.

Работы выполнялись в следующем порядке:

1. Закладка пробных площадок и маршрутных ходов.
2. Инвентаризация экологической документации субъектов-природопользователей на территории заказника.
3. Ландшафтно-рекреационное обследование.
4. Социологический опрос.
5. Составление картографических материалов исследуемой особо охраняемой природной территории в Golden Software Surfer 8.

Социологические исследования выполнялись путем опроса населения по различным вопросам, касающихся организации отдыха.

Рекреационные нагрузки на исследуемые участки определяли по методу натурального учета времени пребывания отдыхающих на пробных площадях или в лесном массиве. Учет вели с одной точки на протяжении всего светового дня. Учетный интервал равен 5 мин. В специальную ведомость записывали число отдыхающих в пределах пробной площади. В ведомости отмечали дату учета, день недели и погодные условия.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

На основании оценки социально-экономической ситуации территория заказника может активно использоваться для рекреационного природопользования, т.к. численность населения г. Клинцы и поселений в границах заказника составляет 61517 чел.

На территории заказника «Клинцовский» находится ряд рекреационных объектов: санаторий «Затишье», детский лагерь «Орленок», арендное предприятие «Голубые пруды» и арендное предприятие ООО «Монтажник». По всей территории заказника распространена утилитарная рекреация, т.е. сбор грибов и ягод, особенно вблизи населенных пунктов. При этом наблюдается дигрессия лесных экосистем (1–2 класса), т.к. почва уплотнена, наблюдаются болезни деревьев, в травяном покрове большинство луговых и полевых видов. Рекреационная нагрузка, в среднем, по заказнику составляет от 3 до 5 чел*га/день.

Источником негативного воздействия на окружающую среду в пределах границы заказника «Клинцовский» являются разрабатываемые месторождения

силикатного и карбонатного сырья, которые в настоящее время используются как основная сырьевая база ЗАО «Клинцовский силикатный завод». Площадь эксплуатируемых участков недр месторождений карбонатного и силикатного сырья составляет 68,8 га и 122,1 га соответственно.

Интегральная оценка уязвимости ландшафтов на территории заказника позволила выделить пять градаций данного показателя: относительно устойчивые, уязвимые, средне уязвимые, сильно уязвимые и очень сильно уязвимые. Более половины площади заказника относится к категории относительно устойчивых (53,5%).

Согласно проведенным исследованиям территорию заказника по состоянию компонентов окружающей среды и их рекреационной пригодности предлагаем разделить на пять участков с определенным рекреационным потенциалом: от очень низкого до очень высокого.

На основании проведенных исследований, в программе Golden Software Surfer 8 нами разработаны: карта-схема изменения границ и выделения функциональных зон территории, ландшафтная структура территории, оценочная карта рекреационной пригодности и значимости территорий, карта-схема транспортной сети территорий.

В органы региональной власти, Департамент природных ресурсов и экологии Брянской области предоставлены материалы обследования с предложением о выделении четырех функциональных зон: особо охраняемая зона, зона экстенсивного природопользования, зона интенсивного природопользования, зона рекреации (рекреационная) и познавательного туризма, и разработки туристических маршрутов («экологических троп»), выполняющих эколого-просветительскую функцию.

В настоящее время оформляются материалы по изменению границ территории заказника с целью включения сведений в Государственный кадастр недвижимости».

Практическая значимость исследования заключается в использовании результатов при формировании региональной экологической политики.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Волкова Н.И. Ландшафтная структура и ее влияние на современные антропогенные процессы (на примере Брянской области). — Автореф. дисс. на соискание ученой степени к. г. н. — М., 1998. — 24 с.
2. Постановление Администрации Брянской области от 02.02.1994 г. №44 «Об организации комплексного государственного охотничьего заказника «Клинцовский» областного значения»
3. Паспорт на государственный заказник областного значения «Клинцовский» / Бабанин М.В. и др.; Государственный природный биосферный заповедник «Брянский лес». — 2007 г. 4. Региональная экологическая политика: опыт общественного участия. Пособие по региональной экологической политике. — М.: Акрополь, ЦЭПР, 2006. — 70 с.

SUMMARY OF THE PROJECT

Surveyed reserve «Klintsovskiy» Bryansk region from the point of view of optimizing the use of natural resources especially protected natural territory of regional value method «Environmental assessment specially protected nature territory of regional value». A significant anthropogenic impact on ecosystems of the refuge. Composed of maps with a series of evaluation maps, characterizing vulnerability and disturbance of natural-territorial complexes, recreational suitability and significance. The proposed zoning of the territory according to the functional areas.

KEYWORDS

Management of natural resources, specially protected area, human impact, landscape and recreation survey, natural-territorial complex, cartographic materials.

ДОКЛАДЧИК

Дубкова Ксения Андреевна
Dubkova Kseniya

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Строение и условия формирования нижнего готерива в бассейне р. Бодрак Юго-Западного Крыма

ОРГАНИЗАЦИЯ

Санкт-Петербургский
государственный университет

РЕЗЮМЕ

В районе среднего течения р. Бодрак описано 11 естественных обнажений нижнего готерива. Эти материалы, дополненные результатами микроскопического изучения 40 шлифа, позволили выполнить литологическую типизацию слоев и реконструировать условия их формирования, построить кривые колебания уровня моря и осуществить по ним детальную корреляцию частных разрезов, построить литолого-генетические профили для выявления особенностей латеральных изменений отложений и составить палеогеографические схемы для узких интервалов геологического времени (трансгрессивных и регрессивных максимумов).

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Крым, нижний готерив, палеогеография, трансгрессия, регрессия.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Цель представленной работы: Выявить особенности строения и реконструировать условия накопления нижнего готерива в бассейне р. Бодрак Юго-Западного Крыма.

Для этого решены следующие задачи:

- литолого-генетическая типизация слоев и анализ их вертикальных и латеральных взаимоотношений;
- детальная корреляция частных разрезов нижнего готерива по кривым колебания уровня моря;
- реконструкция палеогеографической ситуации для узких временных интервалов геологического времени, соответствующих трансгрессивным и регрессивным максимумам.

ВВЕДЕНИЕ

Нижний мел широко распространен на Крымском полуострове. На прилегающих шельфах коллекторы углеводородов этого возраста установлены на глубинах 4–5 км. Они вскрыты малым количеством скважин и плохо изучены. В связи с этим для прогноза особенностей их строения актуально изучить естественные обнажения нижнего готерива в бассейне р. Бодрак, реконструировать палеогеографическую ситуацию их формирования.

Работа направлена на получение информации для интерпретации сейсмических профилей и результатов каротажа, бассейнового моделирования и регионального прогноза перспектив нефтегазоносности нижнего мела закрытых территорий Крымского полуострова и прилегающих шельфов Черного и Азовского морей.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Работа основана на материалах, собранных при описании 11 обнажений нижнего готерива (суммарная мощность 70 м).

Для уточнения структурно-вещественных характеристик пород описано 40 шлифов.

Обработка собранных материалов включала:

- литологическую типизацию слоев по структурно-вещественным, текстурным и тафономическим признакам, установленным на макро и микроуровне;

- составление для каждого частного разреза литологических колонок масштаба 1:100 с гранулометрической кривой;
- разработку ландшафтных моделей палеобассейна на основе седиментологической интерпретации первичных признаков слоев и их вертикальных последовательностей;
- построение кривых колебания уровня моря и выявление трансгрессивно-регрессивных последовательностей слоев в каждом частном разрезе;
- корреляцию разрезов по кривым колебания уровня моря;
- построение литолого-генетических профилей, для выявления латеральных последовательностей отложений;
- составление серии палеогеографических схем для узких временных интервалов, соответствующих трансгрессивным и регрессивным максимумам.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Разрез карагачской свиты нижнего готерива образуют слои 9 типов: 6 трансгрессивных и 3 регрессивных. В изученном интервале установлено пять трансгрессивно-регрессивных последовательностей слоев мощностью от 1 до 6 метров.

На трансгрессивных фазах формировалась карбонатная платформа. У берега существовала зарифовая лагуна. Здесь накапливались рудстоуны с многочисленными одиночными склерактиниями, которые у кровли находятся в положении роста. Дальше следовали небольшие коралловые рифы — фреймстоуны, состоящие колоний, образующих каркас, промежутки которого заполняют рудстоуны. У подножия внешнего склона рифов, накапливались руд-флаутстоуны с одиночными поселениями колониальных кораллов. К центру бассейна их сменяла область развития подводных валов, сложенных детритом и разделенных песчаными отложениями. В этой обстановке формировались линзовидно-полосчатые чередования мелкозернистых песчаников и биокластовых рудстоунов. Ее сменяла менее динамичная зона, где накапливались биокластовые рудстоуны и формировались небольшие биогермы. В наиболее «глубоководном» поясе с умеренной гидродинамикой образовывались пологие детритовые валы. Здесь происходило накопление грейн-рудстоунов, содержащих разнообразный детрит морской фауны. По мере развития трансгрессии перечисленные обстановки смещались на юго-восток, образуя трансгрессивную слоевую последовательность.

На регрессивной фазе, в отложениях существенно увеличивалось содержание песчаного материала и формировался карбонатно-терригенный рамп. Однообразие детрита и отсутствие прижизненных захоронений кораллов указывают на ухудшения условий существования морского бентоса. В наиболее удаленной от берега зоне накапливались слои песчаных лито-биокластовых грейн-рудстоунов. Ближе к берегу располагался пояс попеременного накопления песков и детрита, в пределах которого формировались линзовидно-полосчатые чередования флаут-рудстоунов и мелкозернистых песчаников. У берега существовал широкий подводный песчаный пляж. Здесь накапливались слои мелкозернистых песчаников, содержащих детрит морского бентоса и выделения гематита. Обмеление бассейна приводило к смещению перечисленных обстановок на северо-запад. В результате формировалась регрессивная серия слоев.

Показано, что район среднего течения р. Бодрак располагался в прибрежной мелководной части раннеготеривского моря, которое простиралось с запада на восток. На юго-востоке находилась питающая провинция, образованная в результате киммерийского орогенеза. На севере море ограничивала низменная суша.

Результаты, полученные при изучении карагачской свиты в районе среднего течения реки р. Бодрак могут быть использованы при региональном прогнозе строения нижнемеловых резервуаров углеводородов на территории Крымского полуострова и прилегающих шельфов Азовского и Черного морей.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Барабошкин Е. Ю., Смирнова Т. Н. Валанжин-нижнеготеривские комплексы брахиопод междуречья Кача-Бодрак (Юго-Западный Крым) // Стратиграфия. Геологическая корреляция. Москва, 2004. Т. 12. №2. С. 48–63.
2. Друщиц В. В. Нижнемеловые отложения Крыма // Атлас нижнемеловой фауны Северного Кавказа и Крыма. М., 1960. С. 53–74.
3. Каракаш Н. И. Нижнемеловые отложения Крыма и их фауна. СПб., 1907.
4. Муратов М. В. Краткий очерк геологического строения Крымского полуострова. М., 1960.
5. Плотникова Л. Ф., Богаец А. Т., Бондаренко В. Г. и др. Меловая система. Нижний отдел // Геология шельфа УССР. Стратиграфия (шельф и побережья Черного моря). Киев, 1984. С. 59–74.
6. Янин Б. Т. О соотношении общих и местных стратиграфических подразделений нижнего мела юго-западного Крыма (междуречье Кача-Бодрак) // Вестник Московского университета. Серия 4. Геология, 1997. №3. С. 29–36.

SUMMARY OF THE PROJECT

In the Bodrak river basin, South-Western Crimea were studied 11 natural outcrops of the lower Hauterivian. These materials made it possible to perform typing lithological layers and to reconstruct the conditions of their formation, to construct curves of sea level fluctuations and implement them detailed correlation of private sections, to build a lithological-genetic profiles to identify the characteristics of the lateral changes of sediments, and to create paleogeographic schemes for a narrow interval of geological time (transgressive and regressive maximums).

KEYWORDS

Crimea, lower Hauterivian, transgression, regression.

ДОКЛАДЧИК

Ионова Анна Алексеевна
Ionova Anna

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Фитомониторинг карстовых аквальных экосистем и прогноз их развития

ОРГАНИЗАЦИЯ

Самарский государственный
социально-педагогический
университет

РЕЗЮМЕ

В проекте рассматриваются проблемы сохранения биологического разнообразия карстовых озер, расположенных в пойме р. Самары (окрестности п.г.т. Алексеевка Кинельского района Самарской области), фитомониторинг карстовых аквальных систем, альгологический анализ, анализ флоры и растительности данных водоемов, экологические оценки и прогнозы по итогам фитомониторинга.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Карстовые аквальные экосистемы; фитомониторинг; флора; растительность; редкие виды; физико-химические свойства карстовых вод.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Цель — провести фитомониторинг карстовых аквальных экосистем, расположенных в пойме р. Самары (окрестности п. г. т. Алексеевка Кинельского района Самарской области).

Перед работой были поставлены следующие основные задачи:

- отобрать пробы водорослей и определить их систематическое положение;

- провести анализ флоры и растительности карстовых озер;
- определить физико-химический состав карстовых вод; 4) дать прогноз развития карстовых аквальных экосистем по итогам фитомониторинга.

ВВЕДЕНИЕ

Проблема сохранения биологического разнообразия континентальных водоёмов мира тесно связана с проблемой сохранения естественной структурно-функциональной организацией их экосистем [22, 23]. В арсенале экологических оценок и прогнозов условий среды огромную роль играет фитомониторинг, т.к. флора и растительность наиболее доступны для изучения и чутко реагируют на все изменения внешней среды. Преимущество фитомониторинга над дорогостоящими инструментальными методами состоит в дешёвом и быстром получении информации о среде по признакам флоры и растительности [15].

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Фактический материал был собран в период с июня по август и с октября по ноябрь 2015 года. Сбор проб водорослей проводился по общепринятым методикам [2, 3, 16]. В целях более точного определения таксономической принадлежности часть проб не фиксировали и обрабатывали непосредственно после отбора в лаборатории кафедры биологии, экологии и методики обучения Самарского государственного социально-педагогического университета. В пробах определяли количество тех или иных представителей по следующим критериям обилия: «единично», «средне обильно», «обильно», «очень обильно». Результаты обилия заносили в сводную таблицу. Для определения таксономической принадлежности водорослей использовались пособия и определители [2, 3, 5, 16, 19].

Изучение флоры и растительности проводили с использованием полевых гидробиологических методов исследования. Флористический состав определялся по участию конкретных видов в сложении растительного покрова [1, 6, 8, 10, 11]. Определение водных и прибрежно-водных видов растений проводили по классическим определителям [9, 13, 17, 20].

Физико-химический анализ воды карстовых водоёмов проводили по общепринятым методикам [14, 21]. Неотъемлемым условием которых является правильный отбор проб. Путем однократного отбора всего количества воды, нужного для анализа, мы отобрали пробы воды в герметичные емкости, непосредственно перед отбором проб простерилизованные (в соответствии с ГОСТом) [4].

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

1. В результате проведённых исследований в пробах прибрежной полосы карстовых озер (пойма р. Самары) был обнаружен 41 представитель различных отделов водорослей. Наибольшее число родов (17) представлено отделом Зелёные водоросли (Chlorophyta), далее, 13 родов принадлежит к отделу Диатомовые (Diatomeae), 7 — к отделу Сине-зелёные (Cyanophyta), 3 — к отделу Эвгленовые (Euglenophyta) и 1 род — из отдела Жёлто-зелёных водорослей (Xanthophyta).

2. Анализ среды обитания показал, что большинство представителей (40) живут на разных субстратах прибрежной полосы и глубже или свободно плавают и лишь 1 представитель — Трентеполия (Trentepohlia) обитает только на камнях и коре различных деревьев, растущих вдоль озер.

3. Во флоре карстовых озер выявлен 121 вид растений, они принадлежат к 102 родам, 46 семействам и 4 отделам. Самыми многочисленными по видовому составу являются семейства: сложноцветные (13 видов), бобовые (9 видов), злаковые (12 видов) и розоцветные (7 видов).

4. Оценка хозяйственно-полезной значимости флоры карстовых озер показала, что здесь доминируют лекарственные виды (65) растений. Также большая

роль принадлежит медоносным (49 видов), кормовым (46 видов), декоративным (23 вида), красильным (13 видов), ядовитым (17 видов), дубильным (22 вида) и пищевым (18 видов) растениям.

5. Во флоре карстовых озер встречено 8 редких и исчезающих видов растений, что составляет 6,6% от общего видового состава.

6. По основным показателям ПДК установлено, что физико-химические свойства карстовых вод находятся в пределах нормы. Следовательно, карстовые аквальные экосистемы экологически чистые.

7. Экосистемы карстовых водоёмов сформировались в естественных условиях, практически не испытывают рекреационной нагрузки, отличаются достаточно высоким фиторазнообразием и спецификой. Они могут служить фоновыми объектами в сравнении с другими водоемами при оценке «дикой» рекреации и хозяйственной деятельности в условиях сильной антропогенной нагрузки.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

Список литературы включает 23 источника, из них 2 — на иностранных языках.

SUMMARY OF THE PROJECT

The article deals with the problem of conservation of biological diversity of karst lakes located in the floodplain river Samara (near urban village Alekseevka Samara Oblast Kinel district) phytomonitoring karst aquatic systems, algological analysis, analysis of flora and vegetation of these ponds, environmental assessments and forecasts on the basis of phytomonitoring.

KEYWORDS

Karst aquatic ecosystems; phytomonitoring; flora; vegetation; rare species; physical and chemical properties of the karst water.

ДОКЛАДЧИК

Канкулова Лина Исмаиловна
Kankulova Lina

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Природоохранные технологии защиты и обустройства родников и природных памятников КБР и Северного Кавказа

ОРГАНИЗАЦИЯ

Кабардино-Балкарский
государственный аграрный
университет имени В.М. Кокова

РЕЗЮМЕ

Кабардино-Балкария богата родниками чистой и минеральной воды. Однако многие из этих родников остаются неизученными и неисследованными по настоящее время. Не организован кадастровый учет и не составлена карта родников с туристическими маршрутами к ним. Необходимы рекогносцировочные работы по изучению основных родников КБР и проведения научных исследований по определению состояния водозаборов и качественных характеристик источников. Требуются новые конструктивные и технологические решения по обустройству родников и популяризации природоохранных технологий.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Биопозитивные технологии, природные памятники, природоохранные сооружения, обустройство родников, экологический туризм, экологические маршруты.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Цель — оценить современное состояние родников Кабардино-Балкарии, осветить проблемы, связанные с их защитой и обустройством; предложить новые природоохранные технологии для обеспечения защиты.

Для ее достижения перед нами были поставлены следующие задачи:

- проанализировать экологическое состояние охраняемых территорий КБР и Юга России;
- на основе анализа литературных источников составить современную картину состояния родников и природных памятников в Кабардино-Балкарской Республике;
- провести натурные исследования и оценить экологическое состояние и качество воды в родниках КБР;
- разработать новые архитектурно-конструктивные решения по обустройству родников для восходящих источников (с оформлением заявки на полезную модель);
- разработать новые конструктивные решения по обустройству родников для нисходящих источников (с оформлением заявки на полезную модель).

ВВЕДЕНИЕ



Проект предназначен для защиты родников и популяризации экологических технологий их обустройства; составления маршрутной карты родников и природных памятников для туристов. И прокладки туристических маршрутов к ним.

Очень много неизученных и неисследованных родников минеральных и чистых вод. Для их изучения и исследования требуются специальные программы или проект.

В нашей республике на обустройство родников не уделяется особого внимания. На рис. четко видно состояние родника, а также прилегающей к нему территории. Конечно, что за последние 2 года внешний вид источника изменился, но его облик все еще остается не привлекательным для туристов. Воду в основном использует местное население для хозяйственно-питьевых нужд.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Предварительно мы изучили сложившуюся проблему и провели аналитические и практические исследования состояния родников КБР. По результатам (совместно с руководителем Курбановым С.О.) подготовили и подали две заявки на выдачу патентов на полезные модели:

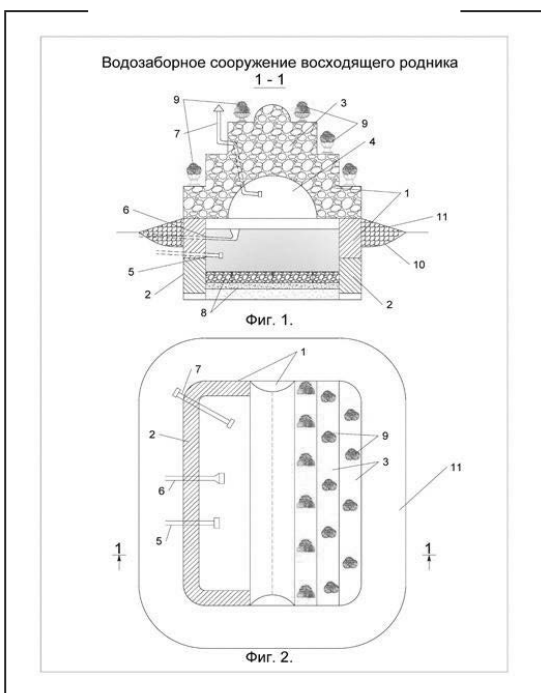
1. Родниковый водозабор нисходящего источника;
2. Водозаборное сооружение восходящего родника.

В данный момент, мы получили Патент на полезную модель родникового водозабора нисходящего источника, а также положительное решение о выдаче патента на полезную модель водозаборного сооружения восходящего родника.

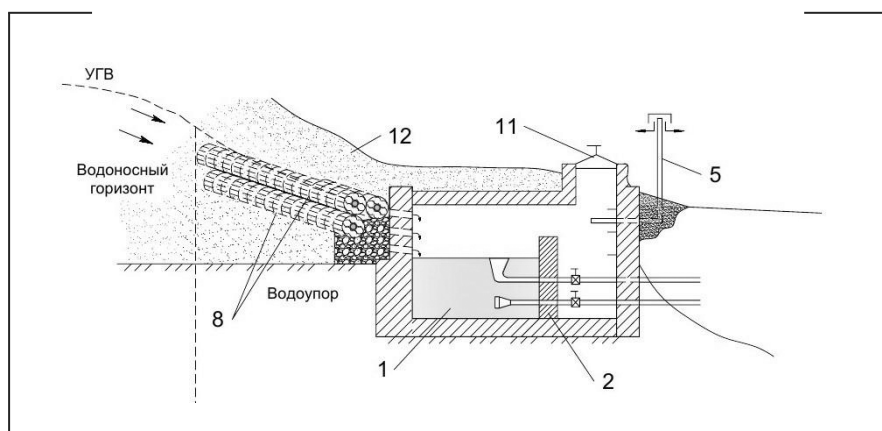
ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Известным и ближайшим аналогом является каптажное сооружение восходящего родника, состоящее из водоприемного резервуара, расходной, переливной и вентиляционной труб, гравийного фильтра /Курганов, А. М., Вуглинская, Е. Э. Недостатком ближайшего аналога является неэффективная и архитектурно-невыразительная конструкция резервуара.

Технический результат выражается в повышении эффективности и привлекательности конструкции. Сущность водозаборного



сооружения восходящего родника, характеризуется совокупностью общих с ближайшим аналогом признаков, содержащий водоприемный резервуар, расходную, переливную и вентиляционную трубы, гравийный фильтр и отличающиеся от ближайшего аналога признаками, а именно: основание резервуара ниже поверхности земли выполнено из железобетонных колец овального сечения, а верхняя часть из каменной или кирпичной кладки ступенчатой формы, пирамидально сходящих со стороны боковых поверхностей,



при этом с фасадной части сооружения выше железобетонных колец в стене верхней части кладки предусмотрено арочное отверстие, проходящее по всей длине резервуара и оборудованное стеклянным люком, открываемым сверху вниз.

Полезная модель относится к водозаборным сооружениям и может быть использована для каптажа и забора воды из нисходящих родников на горных и предгорных зонах.

Известным и ближайшим аналогом является каптажное сооружение нисходящего родника, состоящее из водоприемной камеры с переливным и расходным трубопроводами, гравийно-галечниковыми дренажными устройствами и направляющими подпорными стенками /Курганов, А. М., Вуглинская, Е.Э. Водозаборы подземных вод. Недостатком ближайшего аналога является потребность большого количества сортированного гравия и галечника и низкая эффективность работы при большой длине рассредоточенного выхода нисходящих потоков родниковых вод.

Технический результат выражается в повышении эффективности конструкции.

Сущность родникового водозабора нисходящего источника, характеризуется совокупностью общих с ближайшим аналогом признаков, содержащих водоприемную камеру, гравийно-галечниковый дренаж, направляющие подпорные стены с гравийной дренажной обсыпкой, устроенной вдоль подпорных стен, и отличающиеся от ближайшего аналога признаками, а именно: вдоль подпорных стен вместе гравийной обсыпки устроен дренаж из гибких тюфяков, выполненных из легких фашин и перфорированных труб, завернутых в геосетку, при этом легкие фашины изготовлены диаметром 15–20 см в виде связок из созревшего камыша, перевязанных в двух трех местах оцинкованной проволокой, а перфорированные трубы диаметром 4–5 см — из полимерных или стеклопластиковых материалов, вместе с тем гибкие тюфяки выполнены диаметром 30–40 см и уложены вдоль подпорных стен в 2–3 или более рядов с уклоном в сторону входного гравийно-галечникового дренажа водоприемной камеры.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Котляровы, М. и В. Живописная Кабардино-Балкария/М. и В. Котляровы. — Нальчик.: Изд М. и В. Котляровых, 2011–210 с.
2. Патент на изобретение №2513183 Подземный горизонтальный водозабор комбинированной конструкции/ Курбанов С.О., Апажев А.К.. Оpubл. 20.04.2014 Бюл. № 11.
3. Патент на полезную модель № 160356 Родниковый водозабор нисходящего источника / Курбанов С.О., Канкулова Л.И. Оpubл. 20.03.2016 Бюл. № 8.
4. Уведомление о положительном результате формальной экспертизы заявки на полезную модель №2015146272/13 (071236) Водозаборное сооружение восходящего родника. Дата подачи заявки 27.10.2015.

5. Канкулова Л.И. Проблемы защиты и обустройства родников и экологического туризма в КБР//Перспективные инновационные проекты молодых ученых/ Под ред. Ю.А. Малкандуева [и др.]. — Нальчик., 2015. — С. 196–201.

SUMMARY OF THE PROJECT

Kabardino-Balkaria is rich in clean and mineral water springs. Yet many of that springs remains unstudied and unexplored nowadays. Cadastral registration are not organized, map of springs with tourists route not drawn. Reconnaissance works of learning in main Kabardino-Balkarian springs needed. Conducting research to identify water intakes condition and sources quality characteristics needed. New constructive and technological solutions to improve springs and popularization of environmental technologies required.

KEYWORDS

Biopositive technologies, natural monuments, environmental protection facilities, to improve springs, ecological tourism, ecological route.

ДОКЛАДЧИК

Квашева Екатерина
Андреевна
Kvashevaya Ekaterina

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Гидрофобизированный магнитоуправляемый нефтесорбент «Магнесорб» на основе вторичного сырья

ОРГАНИЗАЦИЯ

Кузбасский государственный
технический университет
им. Т.Ф. Горбачева

РЕЗЮМЕ

Крупномасштабное животноводство и большое количество твердых отходов этой отрасли создают опасность загрязнения окружающей среды. Каждое хозяйство в какой-то мере самостоятельно занимается переработкой отходов, но этого недостаточно для решения проблемы. Отходы таких предприятий использованы в качестве связующего вещества для получения инновационного нефтесорбента. Разработанная технология позволяет утилизировать многотоннажный отход городских очистительных сооружений — избыточный активный ил. Вторым компонентом нефтесорбента являются отходы деревообрабатывающих предприятий. Целевой продукт предназначен для очистки водных сред от разливов нефти и нефтепродуктов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Нефтесорбент, вторичное сырье, переработка отходов, магнитные свойства.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Цель работы — получение магнитного нефтесорбента пиролизом гранул на основе древесных отходов и органического связующего.

Задачи проекта:

1. Установить возможности использования остатка анаэробного сбраживания в качестве органического связующего в процессах получения формованных гранул на основе древесных отходов методом окатывания. Определить основные свойства органического связующего.
2. Определить соотношение: органическое связующее-опилки в смеси, необходимое для эффективного получения формованных гранул в барабанных грануляторах.
3. Установить условия процесса пиролиза формованных гранул на основе древесных отходов и органического связующего для получения нефтесорбента.
4. Разработать аппаратно-технологическое оформление процессов получения нефтесорбента из древесных отходов и органического связующего, а также совершенствования его свойств.

5. Разработать состав модифицирующих добавок для усовершенствования свойств нефтесорбента.

ВВЕДЕНИЕ

Согласно данным официальной статистики, на территории России ежегодно происходит более 20 тыс. аварий, связанных с добычей нефти. По информации Greenpeace, при текущем уровне добычи в 510 млн т в год потери составляют от 18 до 23 млн т. К тому же официальная статистика фиксирует только те разливы, при которых выливается более 8 т нефти, а разлив до 7 т включительно считается просто инцидентом, который не нужно декларировать и о котором можно не оповещать власти. Сколько их в действительности, сложно себе представить.

Поэтому поиск способов максимально эффективной, быстрой ликвидации возникающих разливов — важнейшая экологическая задача. В проекте предложено использование нового инновационного сорбента с уникальными характеристиками.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Материалы: Вторичное древесное сырье, образующееся на деревообрабатывающих предприятиях города Кемерово. Сырье для получения связующего материала — биомасса животноводческих предприятий или избыточный активный ил.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В работе использованы: физико-химические методы анализа (хроматографический — для анализа состава газообразных смесей, дериватографический — для определения органических и неорганических веществ и влаги в сорбенте) исходного сырья и полученных продуктов, а также методы гранулометрического и технического анализа гранулированной биомассы и сорбентов. Содержание влаги — ГОСТ 12597–67 «Сорбенты. Метод определения массовой доли воды в активных углях и катализаторах на их основе». Зольность — ГОСТ 7657–84 «Уголь древесный. Технические условия». Определение адсорбционной емкости по йоду — ГОСТ 6217–74 «Уголь активный древесный дробленый. Технические условия». Плотность насыпная — ГОСТ 16190–70 «Сорбенты. Метод определения насыпной плотности». Сорбция нефтепродуктов с поверхности водных сред.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Проведенные исследования показали, что смесь органическое связующее/древесные отходы является подходящим исходным сырьем для получения нефтесорбентов методом пиролиза. Включение стадий анаэробного сбраживания и гранулирования позволяет обеззаразить органические отходы и придать им форму, удобную для транспортирования и дальнейшей термической обработки.

Обработка нефтесорбента модифицирующими добавками на основе гидрофобизирующих жидкостей и магнетита позволяет сделать его восприимчивым к магнитному полю и снизить влагоемкость.

Этап модифицирования сорбента реализуется на спроектированной установке, состоящей из 4-х зон:

- зона обработки сырья магнитными и гидрофобизирующими добавками;
- зона отжима избыточного раствора, в которой с помощью шнекового смесителя мы избавляем сорбент от излишек модифицирующей жидкости; зона термообработки (зона сушки);
- зона выгрузки целевого продукта.

Исследования проведены в лабораторных условиях, что позволило спроектировать опытно-промышленную установку по получению нефтесорбентов из органической биомассы.

Таким образом, описанные выше технологические решения воплощены в виде единой установки, нами специально разрабатывается состав именно для обработки сорбентов и способ его нанесения без снижения сорбционной емкости, конструкция распылительного устройства и технологических узлов, учитывая специфику магнетизирующего раствора.

Потенциальные потребители — предприятия, выпускающие сорбенты, а также компании, ведущие транспортировку, переработку и хранение нефти и нефтепродуктов: ОАО «Роснефть», ОАО «ЛУКОЙЛ», ОАО «Газпром нефть», ОАО «Сургутнефтегаз». Отдельно можно выделить службы экологического контроля, МЧС. Конкретный сегмент рынка — предприятия, выпускающие нефтесорбенты для очистки водных сред от аварийных разливов нефтепродуктов.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Брюханова, Е. С. Процессы получения нефтесорбента пиролизом гранул на основе древесных отходов и органического связующего в слоевых аппаратах. [Текст]: дис. к. т. наук: 05.17.08: защищена 11.06.14: утв. 10.06.15 / Брюханова Елена Сергеевна. — Кемерово, 2014. — 152 с.
2. Квашева, Е. А. Гидрофобизированный магнитоуправляемый сорбент из отходов промышленных предприятий «Магнесорб» [Текст] / Eurasia Green: сб. тезисов. — Екатеринбург, 2015. — С. 21–23.
3. Квашева Е. А. Анализ жидких продуктов биомассы [Электронный ресурс] // Сборник материалов VII Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых Россия молодая: 2015. URL: <http://science.kuzstu.ru/wpcontent/Events/Conference/RM/2015/RM15/pages/Articles/IHNT/4/8.pdf>.

SUMMARY OF THE PROJECT

Large-scale farming and modern means of removal of large quantities of solid waste this industry creates a risk of contamination of soil and water. Each farm in some measure responsible for processing animal waste, but not enough to fully implement them. Why waste such enterprises is the first component of Neftegarant. As binders it is possible to use urban waste treatment facilities — the excess activated sludge. As a second component it is possible to use waste wood processing enterprises. The target product is designed to clean aquatic environments from oil spills and oil products.

KEYWORDS

Oilsorbent, secondary raw materials, magnetic.

ДОКЛАДЧИК

Кириллов Роман Андреевич
Kirillov Roman

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Управление земельными ресурсами объекта культурного наследия регионального значения

ОРГАНИЗАЦИЯ

Государственный университет
по землеустройству

РЕЗЮМЕ

Наша цивилизация осознала высочайший потенциал культурного наследия, необходимость его сбережения и эффективного использования как одного из важнейших ресурсов мировой экономики. Утраты культурных ценностей невозполнимы и необратимы. Важнейшими задачами управления земельными ресурсами объектов культурного наследия государственная охрана, сохранение, использование и популяризация объектов культурного наследия. В качестве примера управления земельными ресурсами объектов культурного наследия нами был выбран объект культурного наследия регионального значения, для которого был разработан проект зон охраны, как неотъемлемая составляющая управления.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Зоны охраны объектов культурного наследия, государственный кадастр недвижимости, управление земельными ресурсами.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Целью исследования является формирование зон охраны для объекта культурного наследия регионального значения. К задачам относится проведение работ по визуально-ландшафтному и историко-культурному анализу, проведение натурного обследования и фотофиксации территории, определение режимов использования территории объектов культурного наследия, режимов и градостроительных регламентов использования территорий зон охраны, расчет затрат на проведение работ.

ВВЕДЕНИЕ

К сожалению, в последнее время складывается тенденция обесценивания положения объектов культурного наследия в обществе. Возможно, потому что от объектов культурного наследия довольно трудно получить прибыль, и, разумеется, легче и выгоднее на месте памятника построить еще один супермаркет. Поэтому охрана объектов культурного наследия приобретает все более и более важную роль. Установление зон охраны объекта культурного наследия во многом может способствовать выявлению, восстановлению, сохранению и использованию памятников истории и культуры, вовлечение объектов культурного наследия в хозяйственную и туристскую деятельность.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

В процессе исследования использовались Градостроительный и Земельный кодексы, Законы Российской Федерации, Постановления Правительства Российской Федерации, нормативные документы Министерства культуры Москвы и Московской области, нормативные акты Сергиево-Посадского муниципального района, а также экономическая, нормативно-справочная и специальная научная литература.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

В результате исследования был разработан проект зон охраны объекта культурного наследия, а также проведены расчеты по установлению стоимости работ включенных в проект, таких как: визуально-ландшафтный анализ, историко-культурный анализ, работы по обобщению анализов и разработке проекта.

Во-первых, установление зон и учет их в Государственном кадастре недвижимости в дальнейшем может предотвратить целый ряд проблем, связанных с ведением не соответствующей требованиям и дисгармоничной застройки. Во-вторых, не позволит вести осуществление градостроительной деятельности с несоблюдением требований сохранения объектов культурного наследия и особо охраняемых природных территорий, негативного воздействия человека и окружающей среды на объекты культурного наследия.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Российская Федерация. Законы. Земельный кодекс Российской Федерации: федер. закон от 21.10.2001, № 136-ФЗ.
2. Российская Федерация. Законы. Об объектах культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации: федер. закон от 25.06.2002, № 73-ФЗ [с изм. и доп. от 17.12.09].
3. Российская Федерация. Законы. О государственном кадастре недвижимости: федер. закон от 24.07.2007, № 221-ФЗ.
4. Российская Федерация. Постановления Правительства. Об утверждении Положения о зонах охраны объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации и о признании утра-

тившими силу отдельных положений нормативных правовых актов Правительства Российской Федерации» относительно наличия: постановление правительства от 12.09.2015 г., № 972.

SUMMARY OF THE PROJECT

Our civilization has realized the highest potential of cultural heritage, need of its saving and effective use as one of the most important resources of world economy. Losses of cultural values are irreplaceable and irreversible. The most important tasks of management of land resources of objects of cultural heritage state protection, preserving, use and promoting of objects of cultural heritage. As an example of management of land resources of objects of cultural heritage the object of cultural heritage of regional value for which the project of zones of protection as the integral component of management has been developed has been chosen as us.

KEYWORDS

Zones of protection of objects of cultural heritage, State Immovable Property Cadastre, management of land resources.

ДОКЛАДЧИК

Кошелева Мария Николаевна
Kosheleva Maria

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Акцессорные минералы межрудных сланцев Лебединского месторождения КМА

ОРГАНИЗАЦИЯ

Воронежский государственный университет

РЕЗЮМЕ

В работе приводится описание геологического строения Лебединского железорудного месторождения, исследованы особенности минерального состава изучаемых образований, приводится детальная петрографическая и петрогеохимическая характеристика межрудных сланцев, вскрытых в карьере месторождения. Определена предварительная формационная принадлежность изучаемых пород.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Акцессорные минералы, Лебединское месторождение, межрудные сланцы, метаосадочные толщи, коробковская свита.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Основной целью настоящей работы является исследование комплекса акцессорных минералов в межрудных сланцах нижней сланцевой подсвиты коробковской свиты курской серии в пределах Лебединского месторождения КМА, включая уточнение минералого-петрографического состава пород. Изучение акцессорных минералов в метаосадочных толщах докембрия является важной задачей, что в комплексе с другими методами исследования вещества может дать материал для решения целого ряда задач геологии докембрия, таких как корреляция стратифицированных толщ, уточнение генезиса и палеофациальных условий накопления осадков, вопросов минерогенеза.

Задачи:

1. Собрать опубликованные и фондовые материалы по ранее проведенным в районе работ геологическим и геофизическим исследованиям для изучения геологии КМА.
2. Изучить геологическое строение Лебединского и Стойленского месторождения КМА.
3. Отобрать образцы пород, изготовить прозрачно-полированные шлифы и препараты для микрорентгеноспектральных исследований.

4. Выполнить петрографическое описание шлифов, на его основе дать петрографическую характеристику сланцев.
5. Изучить минеральный состав пород, уточнить химический состав породообразующих минералов с помощью микрозондовых исследований.
6. Охарактеризовать состав и особенности акцессорной минерализации в исследуемых породах.

ВВЕДЕНИЕ

В данной работе мною проводилось изучение вещественного состава межрудных сланцев коробковской свиты курской серии. Данные породы, выделенные и описанные в 50–80-х годах XX века, залегают среди пачек железистых кварцитов, образуя с ними единую трансгрессивно-регрессивную осадочную серию [6]. В настоящее время существует множество точек зрения на природу происхождения железистых кварцитов, с которыми ассоциируют межрудные сланцы, источников железа в них, палеофациальных и геодинамических условий осадконакопления.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

В процессе прохождения преддипломной практики из коллекции фактического материала кафедры минералогии, петрографии и геохимии были отобраны образцы межрудных сланцев.

В период выполнения работы использовался комплекс методов, включающий:

- макроскопическое описание образцов сланцев с отбором сколков для изготовления прозрачно-полированных и полированных шлифов;
- исследование минерального состава пород в шлифах, аншлифах и изготовление фотографий минералов и горных пород с помощью поляризационного микроскопа Olympus BX51;
- разделение проб горных пород на различные по физическим свойствам минеральные фракции;
- микрорентгеноспектральные локальные анализы породообразующих и акцессорных минералов проведены на рентгеноспектральном микрозондовом анализаторе JEOL 6380 LV с помощью энергодисперсионной приставки INCA 250 (ВГУ, г. Воронеж) — ускоряющее напряжение 20 кV, ток зонда 25нА, диаметр зонда 5 мкм;
- обработка полученной информации осуществлялась на ЭВМ с использованием программного пакета «Microsoft Office» и ряда специализированных программ («PetroExplorer 2.0», MAKE MINER1), графика и фотоматериал обработаны с помощью графических приложений «CorelDrawX5», «PhotoShop CS3».

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

В результате проведенных исследований существенно расширен спектр акцессорных минералов в межрудных сланцах коробковской свиты курской серии. Среди сульфидных минералов, кроме пирита, пирротина и халькопирита, выявлены не описанные ранее галенит, сфалерит, арсениопирит.

Впервые в указанных породах диагностированы цирконы, аллотигенные оливин, пироксены рутил, ильменит, а также получены данные о присутствии рутила, ильменита, барита, апатита, генезис которых требует проведения дополнительных исследований. Столь широкий спектр акцессорных минералов, особенно аллотигенных, характерных для пород как кислого, так и основного-ультраосновного состава свидетельствует о полигенной природе исходного субстрата для сланцев курской серии. Данный факт может свидетельствовать о наличии в областях размыва пород различного петрографического состава.

В ходе проведенных исследований минерального состава сланцев установлено, что одним из главных породообразующих минералов сланцев является

калиевый полевой шпат. Полученные новые данные о присутствии в изучаемых породах калиевого полевого шпата неметаморфогенного происхождения имеют важное значение для установления генезиса предшествующих осадков и палеофациальных обстановок накопления сланцев, в частности свидетельствуют о поступлении в протолит петрогенного материала кислого состава с низкой степенью выветривания.

Таким образом, полученные результаты будут являться основой для проведения дальнейших минералогических исследований в соседствующих стратиграфических подразделениях курской серии с целью сравнения видового состава комплекса акцессорных минералов, а также дают ценный материал для изучения генезиса предшествующих осадков сланцев курской серии КМА.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Артёменко Г.В. Геохронология Среднеприднепровской, Приазовской и Курской гранит-зеленокаменных областей, 1998.
2. Винчелл А.Н. Оптическая минералогия, 1953. — 561 с.
3. Дир У.А., Породообразующие минералы, 1965. — 371 с.
4. Ильяш В.В. Литогенез в докембрии и фанерозое Воронежской антеклизы, 1977, с. 112.
5. Орлов В.П. Железные руды КМА / В.П. Орлов. — М.: Геоинформмарк, 2001. — 616 с.
6. Плаксенко Н.А. Главнейшие закономерности железорудного осадконакопления в докембрии, 1966. — 264 с.
7. Полищук В.Д. Геология, гидрогеология и железные руды бассейна Курской магнитной аномалии, 1970. — Т. 1, кн. 1: Докембрий. — 440 с.
8. Чернышов Н.М. Платиноносные формации Курско-Воронежского региона (Центральная Россия), 2004. — 448 с.
9. Щеголев И.Н. Железорудные месторождения докембрия и методы их изучения, 1985. — 196 с.

SUMMARY OF THE PROJECT

В данной работе мною проводилось изучение вещественного состава межрудных сланцев коробковской свиты курской серии. Данные породы, выделенные и описанные в 50–80-х годах XX века, залегают среди пачек железистых кварцитов, образуя с ними единую трансгрессивно-регрессивную осадочную серию [6]. В настоящее время существует множество точек зрения на природу происхождения железистых кварцитов, с которыми ассоциируют межрудные сланцы, источников железа в них, палеофациальных и геодинамических условий осадконакопления. Основной целью настоящей работы является исследование комплекса акцессорных минералов в межрудных сланцах нижней сланцевой подсвиты коробковской свиты курской серии в пределах Лебединского месторождения КМА, включая уточнение минералого-петрографического состава пород. Изучение акцессорных минералов в метаосадочных толщах докембрия является важной задачей, что в комплексе с другими методами исследования вещества может дать материал для решения целого ряда задач геологии докембрия, таких как корреляция стратифицированных толщ, уточнение генезиса и палеофациальных условий накопления осадков, вопросов минерагении. В ряде работ [4], [6], [9] достаточно подробно описаны комплексы акцессорных минералов в различных стратиграфических подразделениях докембрия Курского блока ВКМ. Вместе с тем, информация о составе акцессорных минералов в сланцах коробковской свиты приводится в несколько ограниченном объеме. В работах предшественников указывается на практически полное отсутствие в сланцах коробковской свиты акцессорных минералов, особенно кластогенных, среди которых были обнаружены только единичные зерна ильменита [4]. К тому же за прошедшие десятилетия в ходе разработки железорудных карьеров появилась возможность изучения го-

раздо более представительного разреза интересующих пород, а также более точных исследований химического состава минералов с применением микро-рентгеноспектрального анализа.

KEYWORDS

Accessory minerals, Lebedinskoye field, inter-ore schist, metasedimentary strata, Korobkovsky suite.

ДОКЛАДЧИК

Кулаков Евгений Евгеньевич
Kulakov Evgeny

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Современное состояние географических экотипов лиственницы в условиях лесостепи

ОРГАНИЗАЦИЯ

Воронежский государственный
лесотехнический университет
имени Г. Ф. Морозова

РЕЗЮМЕ

Зелёные насаждения выполняют важнейшие почвозащитные, рекреационные экологические и санитарно-гигиенические функции. В этой связи всё больше возрастает роль зеленых объектов, расположенных на территории городов. На основании данных роста и развития древесных пород, произрастающих на таких объектах, можно получить информацию об изменении состояния экосистем за длительный период времени. Не малое значение на территории Воронежской области имеют лесопатологические исследования.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Географические культуры лиственницы, санитарная оценка, устойчивость.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Основными задачами исследования являлись: Выполнение санитарной оценки и биологической устойчивости географических культур и выявление закономерностей распределения деревьев по ступеням толщины и категориям состояния. Цель работы — Повышение экологического потенциала, долговечности и устойчивости географических культур в ЦЧР на основе изучения их санитарного состояния.

ВВЕДЕНИЕ

Зелёные насаждения выполняют важнейшие почвозащитные, рекреационные экологические и санитарно-гигиенические функции. В этой связи всё больше возрастает роль зеленых объектов, расположенных на территории городов. На основании данных роста и развития древесных пород, произрастающих на таких объектах, можно получить информацию об изменениях состояния экосистем за длительный период времени.

Географические культуры представляют собой архив потенциального генофонда различных происхождений, включающий лучшие локальные популяции. Изучение формового разнообразия древесных пород, а также адаптационных свойств является важным резервом повышения продуктивности лесного фонда Центральной лесостепи.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Объектом исследований послужили географические культуры лиственницы, произрастающие в квартале 54 Правобережного лесничества УОЛ ВГЛТУ им. Г. Ф. Морозова в городе Воронеж. Географические культуры лиственницы были заложены под руководством М. М. Вересина при непосредственном участии Р. И. Дерюжкина. Посадка культур была проведена 2-летними сеянцами под меч Колесова с размещением 1,5x0,5 м. Образцы лиственницы на участке объединены по районам и высажены на секции размером 20x25 м. Всего

на участке было высажено 85 образцов лиственницы. Тип почвы серые суглинистые.

Для реализации поставленных задач было проведено детальное фитопатологическое обследование географических культур лиственницы различных экотипов. Обследование проводилось по общепринятым методикам путем проведения сплошного перечета деревьев с указанием диаметра, высоты, категория состояния, наличие болезней и стволовых вредителей.

На пробных участках проведен сплошной пересчет деревьев лиственницы с разнесением их по четырехсантиметровым ступеням толщины и категориям состояния. При оценке состояния за основу принята шкала, приведенная в Санитарных правилах в лесах РФ (1998)

Интегральную оценку состояния насаждений на пробных участках производили по методике В. А. Алексеева, зависимость диаметра культур лиственницы от категории состояния.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Оценка санитарного состояния показала, что на фоне сходных экологических условий и неблагоприятных погодных факторов у географических экотипов наблюдались существенные различия индекса санитарного состояния. Несмотря на это, только лиственница даурская (Гмелина) выпала полностью. Наиболее устойчивой отмечается лиственница Сукачева, семена из Ивановской, Костромской и Тверской области 57–58° с.ш. (1,23). К сильно ослабленным относят лиственница японская, семена из Львовской области 490° с.ш. (2,58), которая характеризуется быстрым ростом, высокой продуктивностью, но низкой устойчивостью.

Географические культуры лиственницы в возрасте 63 года имеют 7,3% ослабленного древостоя диаметром 20–32 см, 3% свежего сухостоя, что составляет отпад, 9% старого сухостоя и 80,7% древостоя без признаков ослабления. На основе полученных данных можно с большой точностью определить какие культуры лиственницы более устойчивые к биотическим и абиотическим факторам. Позволит с высокой точностью назначить мероприятия предназначенные на обеспечение высокой устойчивости древостоя.

Широкое внедрение лиственницы в культуры ЦЧР объясняется хорошей приспособляемостью этой породы к разнообразным условиям среды. Однако высокая приспособляемость, как показали опытные географические культуры, также имеет свои предельные границы, которые учтены лесосеменном районировании.

На основе полученных данных для Центрально-Черноземных лесостепных областей рекомендуются семена лиственницы сибирской из Восточно — Казахстанской, Иркутской области и Хакасии, лиственница Сукачева из Архангельской, Ивановской, Костромской Тверской, Пермской и Челябинской, Свердловской области, культуры которых обладают высокой продуктивностью и высокой скоростью роста, отсутствием энтомофитов и отсутствием отпада.

Комплексно оценивая географические культуры лиственницы можно сказать, что: устойчивые климатипы к экстремальным климатическим факторам и имеют средние показатели роста; снижением сезонного роста устойчивые климатипы демонстрируют свое противостояние влиянию неблагоприятных природно-климатических факторов.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Мозолевская Е. Г., Катаев О. А., Соколова Э. С. Методы лесопатологического обследования очагов стволовых вредителей и болезней леса. — М.: Лесн. пром-сть, 1984. — 152 с.
2. Санитарные правила в лесах Российской Федерации. — М.: ВНИИЦ лесресурс, 1998. — 25 с.

3. Редько, Г.И. Линдуловская лиственничная роща: учебное пособие / Г.И. Редько. — Л.: ЛТА, 1984. — 96 с.
4. Алексеев В.А. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев // Лесоведение. — 1989. — №4. — С. 51–57.
5. Oleksyn J. Oak decline in the Soviet Union — Scale and hypothesis/ J. Oleksyn, K. Prsybyl // Europ. J. Forest Pathol — 1978- N6. — P. 321–3366. Дерюжкин Р.И. Биологические основы семеноводства и культуры лиственницы в Центральной лесостепи: Дис. д-ра с/х наук. — Воронеж 1970.— 377 с.

SUMMARY OF THE PROJECT

Sanitary assessment of geographic ecotypes of larch, identified sustainable culture to environmental conditions.

KEYWORDS

Geographical ecotype, sanitary assessment, stability.

ДОКЛАДЧИК

Мальцев Андрей Андреевич
Maltcev Andrei

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Создание прикладной статистической модели прогнозирования показателей эффективности повторных ГРП для автоматизированного подбора предполагаемых скважин-кандидатов

ОРГАНИЗАЦИЯ

Санкт-Петербургский горный университет

РЕЗЮМЕ

Повышение коэффициента нефтеизвлечения путем применения методов интенсификации притока требует наличие у компании недропользователя научного сопровождения, включающего в себя большое число высококлассных специалистов в разных отраслях. Нередко на одного специалиста по ГРП приходится от 5 и более месторождений. Целью работы является создание алгоритма на основе прогнозных статистических моделей, который бы позволил автоматически отобрать наиболее подходящие варианты для проведения повторных ГРП.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Гидравлический разрыв пласта, Повторный ГРП, Прогнозная модель, Статистическая модель, Data-mining, Дерево принятия решений, Подбор скважин-кандидатов.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Целью работы является создание алгоритма на основе прогнозных статистических моделей, который бы позволил автоматически отобрать наиболее подходящие варианты для проведения повторных ГРП. И как результат, подобный алгоритм сократил бы время, уделяемое на планирование, тем самым увеличив качество анализа подбираемых скважин, снижая долю неэффективных и низкоэффективных обработок.

ВВЕДЕНИЕ

Повышение коэффициента нефтеизвлечения путем применения методов интенсификации притока требует наличие у компании недропользователя научного сопровождения, включающего в себя большое число высококлассных специалистов в разных отраслях. На некоторых объектах разработки, например, коэффициент охвата действующего фонда методом ГРП достигает 95%. Нередко один специалист обслуживает более пяти месторождений, что ведет к уменьшению количества потенциальных скважин-кандидатов для повторных обработок.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Изначально было решено использовать для конечного алгоритма регрессионную модель, которая кроме предсказательной функции выделяет степень влияния независимых параметров на прогнозируемый. Но независимо от увеличения или уменьшения объемов выборки по разным признакам достоверную модель, которая имела бы хорошие коэффициенты достоверности, вывести не удалось. Поэтому, было принято решение использовать алгоритм — дерево принятия решений. После получения прогнозной модели, можно приступит к созданию симулятора подбора скважин-кандидатов. Суть симулятора подбора будет заключаться в написании формул в соседних ячейках и потребует лишь базовых знаний по работе с программой Microsoft Excel.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Проверка предсказательной модели показала, что алгоритм, разработанный для Западной залежи объекта ЮВ₁¹ Урьевского месторождения, предоставляет достоверный прогноз среднего за 3 месяца дебита жидкости после ГРП. Эту модель можно использовать как вспомогательное и доказательное средство при утверждении плановых показателей. Конечно, необходимо и далее проверять модель на последующих обработках и актуализировать её посредством занесению в базу новых обработок.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Сабитов Р. Р., Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Тюмень, ТюмГНГУ, 2012. — 23 с.
2. Чубукова И. А., «Data mining», электронная книга (источник www.kodgez.ru).
3. Дополнение к технологической схеме разработки Урьевского месторождения, ООО «ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь», Филиал ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг» «КогалымНИПИнефть», Тюмень, 2014 г.
4. Роберт Кабаков. R в действии. Анализ и визуализация данных на языке R / пер. с англ. П. Волковой. — М.: ДМК Пресс, 2014. — 580 с.

SUMMARY OF THE PROJECT

Increased oil recovery factor by applying EOR methods require that the company has scientific support of the subsoil user, including a large number of highly qualified specialists in different spheres. Often one specialist of fracturing should work with by 5 or more fields. The aim is to develop a predictive algorithm based on statistical models that would allow to select the most suitable options for re-fracturing automatically.

KEYWORDS

Fracturing, Frac, Data-Mining, Statistical forecasting model.

ДОКЛАДЧИК

Маюрова Александра
Сергеевна

Maiurova Aleksandra

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Энергоэффективные решения освещения мостового перехода через Керченский пролив

ОРГАНИЗАЦИЯ

Санкт-Петербургский
национальный
исследовательский университет
ИТМО

СОАВТОР(Ы) ДОКЛАДА

Быковская Елена Александровна,
Ступников Александр Вадимович

РЕЗЮМЕ

В данной работе исследуются различные типы и виды фотовольтаических систем. Были проанализированы фотовольтаические возможности Крымского полуострова. Обосновывается выбор нескольких видов систем освещения. Выполняется энергетический и стоимостной расчет энергоэффективных систем освещения. Производится расчет окупаемости и надежности итоговой системы. Предложенные варианты осветительных систем можно использовать на любых мостовых переходах в регионах с высокой инсоляцией.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Солнечная энергетика, освещение моста, фотоэлектрический преобразователь, системы освещения, расчет систем освещения.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Целью данной работы является поиск энергоэффективных решений обеспечения электроэнергией осветительной системы мостового перехода через Керченский пролив.

Для выполнения этой цели были поставлены следующие задачи:

- Изучить проектное предложение моста через Керченский пролив;
- Изучить существующие в настоящее время типы и виды солнечных панелей;
- Исследовать принципы работы солнечных элементов;
- Произвести энергетический расчет солнечных панелей. Рассчитать энергопотребление осветительной системы;
- Произвести расчет окупаемости системы;
- Рассчитать надежность системы.

ВВЕДЕНИЕ

Проблема энергодефицита была в Крыму еще в то время, когда полуостров входил в состав Украины. С началом борьбы за энергонезависимость Украины, началось снижение потребления газа и замещение его электроэнергией. В домах начали снимать батареи отопления, что вынудило жителей массово закупать электрические калориферы. Летом возрастает электропотребление за счет использования кондиционеров. Большая часть Крымских АЭС нуждается в реконструкции, нагрузка растет с каждым годом. Энергодефицит решался с помощью Запорожской АЭС, поставлявшей 86% необходимой электроэнергии. В мае 2016 года был достроен Энергомост в Крым, он должен обеспечить 840 МВт электроэнергии. По прогнозам энергопотребление моста через Керченский пролив составит 2 МВт.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

В данном проекте проводится исследование типов и видов солнечных панелей и систем освещения. Объектом изучения стали кремниевые и тонкопленочные солнечные батареи, так как на данный момент именно эти типы солнечных элементов занимают 97% рынка. Также рассматривается одна из самых перспективных в данной области разработок — сенсублизированные красителем солнечные панели. Для расчетов осветительных систем были выбраны системы: с металлогалогенной лампой, со светодиодами, с дуго-

вой натриевой трубчатой лампой. Светодиодные системы считаются самыми энергоэффективными, однако стоят они намного дороже аналогов. Системы с дуговой натриевой трубчатой лампой считаются одними из самых дешевых на современном рынке. Осветительные системы с металлогалогенными лампами относятся к средней ценовой категории.

В данной работе проведен анализ достоинств и недостатков различных типов и видов солнечных батарей и различных систем освещения. По итогам энергетического расчета производится обоснованный выбор оборудования. Выполнен расчет надежности и окупаемости системы.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Были предложены варианты освещения мостового перехода через Керченский пролив:

Поскольку на данный момент нет информации о выбранном типе освещения мостовой переправы через Керченский пролив, то будет целесообразно рассмотреть несколько случаев. Возьмем для расчета три вида осветительных систем с различными типами источника света.

- С металлогалогенной лампой ГКУ21-250-012
- Со светодиодами Волна LED-200-ШО/У
- С дуговой натриевой трубчатой лампой ЖКУ08-250-001

Светодиодные системы освещения считаются менее энергозатратными так как при меньшей мощности потребления их мощность излучения остается на уровне других источников излучения. У рассматриваемой светодиодной системы номинальная мощность составляет 200 Вт, у двух остальных 250 Вт.

Таблица 1.

	ГКУ21-250-011	Волна LED-200-ШО/У	ЖКУ08-250-001
Тип источника света	Металлогалогенная лампа	Светодиоды	Дуговая натриевая трубчатая лампа
Мощность, Вт	250	200	250
Световой поток, Лм	20000	18500	30000
Требуемое расстояние между столбами, м	45,5	47,4	49,5
Стоимость за 1 штуку, руб	6296	35396	4170
Необходимое количество, шт	418	400	384
Стоимость итого, руб	5 263 456	28 316 800	3 202 560

Были проанализированы фотовольтаические возможности Крымского полуострова. Инсоляция данного региона позволяет использовать солнечные панели для полного автономного энергообеспечения объектов. Для обеспечения энергоэффективного питания осветительной системы наиболее рационально взять монокристаллические солнечные элементы.

Необходимая мощность панелей для энергообеспечения МГЛ и ДНТЛ составляет 200 Вт, для энергообеспечения светодиодной системы 140 Вт. Система освещения с ДНТЛ окупится через 3,7 лет, окупаемость системы со светодиодами источниками излучения составляет 12 лет.

Высокая стоимость светодиодных систем освещения не позволяет снизить окупаемость данной системы, несмотря на более длительный срок эксплуатации.

Таблица 2. Характеристики систем кремниевых солнечных батарей

Тип солнечных панелей	Монокристаллический	Монокристаллический
Мощность, Вт	200	140
Площадь, м ²	1,2	0,65
Стоимость системы за 1 шт, руб	19 950	12 950
Итоговая стоимость с МГЛ, руб	21 941 656	
Итоговая стоимость со светодиодами, руб		38 676 800
Итоговая стоимость с ДНТЛ, руб	18 524 160	

Предложенные варианты осветительных систем можно использовать на любых мостовых переходах в регионах с высокой инсоляцией.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Дизайн группа «Тормасов и Ко» и ООО «СпецСтройПроект». Проект-концепция: «Универсальный транспортный переход через Керченский пролив». Новая редакция. — М., 2014. — 43 с.
2. Деренюк Д. Н. Геологические признаки сейсмичности Юго-Западной части Азовского моря и Керченского полуострова. — Геология и полезные ископаемые мирового океана, выпуск 1/2006—47 с.
3. D. W. Keith, J. F. DeCarolis, D. C. Denkenberger, D. H. Lenschow, S. L. Malyshev, S. Pacala, P. J. Rasch The influence of large-scale wind power on global climate (англ.) // Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. — 2014. — Fasc. 46.
4. Gevorkian P. Alternative Energy Systems in Building Design. — McGraw-Hill, 2011. — 545 p.
5. В.Г. Семенов. Энергетика Крыма. Что строить?//Энергосовет №4 (35), 2014 г. С. 21–31.

SUMMARY OF THE PROJECT

In this article the different types and kinds of photovoltaic systems were explored. Photovoltaic capabilities of the Crimean peninsula were analyzed. Several types of lighting systems were chosen. Energy and cost calculation of energy-efficient lighting systems are carried out. Produced payback calculation and reliability of the final system. Proposed options for lighting systems can be used on any of bridge crossings in areas of high insolation.

KEYWORDS

Solar energy, lighting the bridge, a photoelectric converter, the lighting system, the calculation of lighting systems.

ДОКЛАДЧИК

Миронова Анна Юрьевна
Mironova Anna

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Роль ранневегетирующих растений в продуктивности и круговороте веществ широколиственного леса

ОРГАНИЗАЦИЯ

Казанский (Приволжский)
федеральный университет

РЕЗЮМЕ

Выявлены особенности изменения численности и биомассы эфемероидов и ранневегетирующих растений в течение весны и последующего вегетационного периода в разных экологических условиях. Видовой состав, динамика численности и биомассы зависит от эколого-фитоценологических и климатических условий весны. На основе агрохимического анализа доказана роль эфемероидов в перехвате некоторых макроэлементов (калия и фосфора), который способствует увеличению их содержания в почве за счет быстрого разложения надземных побегов растений в конце весеннего периода.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Ранневегетирующие растения, динамика численности, фитомассы, широколиственные леса, агрохимический анализ почвы, продуктивность.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Основной целью работы было оценить функциональную роль ранневегетирующих растений в структуре фитоценозов и биогеохимическом круговороте веществ в их экотопе. Для этого изучалось не только состояние и динамика популяций ранневегетирующих видов растений и их продуктивность в разных эколого-фитоценологических и климатических условиях за короткий весенний период, но и проводился агрохимический анализ почв в течение вегетационного периода.

Задачи:

1. Изучить особенности динамики синузид раннецветущих видов в течение весны и последующего вегетационного периода, на основе картирования с конца апреля до конца мая в разных эколого-фитоценологических условиях;
2. Создать электронную базу данных по видовой и популяционной структуре синузид раннецветущих видов за весенний период;
3. Выявить пространственную динамику разных раннецветущих видов на учётных площадках;
4. Провести агрохимический анализ почвы для определения содержания элементов питания на учётных площадках с весны по осень;
5. Определить динамику биомассы ранневегетирующих растений за вегетационный период на учётных площадках и дать оценку состояния их популяций в разных фитоценозах.

ВВЕДЕНИЕ

Значение раннецветущих растений в функционировании экосистемы широколиственного леса очень велико. Предположительно эфемероиды успевают перехватить большую часть питательных веществ в почве на свое развитие, способствуя их сохранению и обогащению почвы после быстрого разложения.

Изучая чистую первичную продуктивность лесных сообществ редко учитывается скорость накопления фитомассы раннецветущих видов, что обусловлено их быстрой вегетацией. Поэтому исследования, посвященные анализу динамики численности и фитомассы раннецветущих видов растений актуальны и своевременны, так как дают возможность определить роль эфемероидов

в продуктивности лесных экосистем и их значение в биогеохимическом круговороте веществ фитоценозов.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

В работе использовались общепринятые геоботанические и популяционные методы исследования, которые состояли в картирование участков (площадью 9 м²), определение численности, взвешивание влажной и сухой биомассы, определение онтогенетической структуры доминирующих видов трав (2013–2015 гг) в трехкратной последовательности — конец апреля, первая декада мая и конец вегетации раннецветущих видов растений — вторая декада мая. Также проводился статистический анализ — вычисление коэффициента Стьюдента по показателю биомассы и корреляционной зависимости биомассы и численности эфемероидов от климатических факторов. Для определения содержания элементов минерального питания (NH₄, NO₃, K₂O, P₂O₅) в почве был проведен агрохимический анализ в начале и в конце вегетации раннецветущих видов, и осенью в конце вегетации всего фитоценоза (2015 г). Образцы отбирались с поверхностного слоя почвы по 100 г в трехкратной повторности с двух площадок (опушка липняка с дубом и прогал в липняке).

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Оценка видового состава в синузиях раннецветущих растений, анализ динамики их численности, биомассы и популяционных параметров проводился на основе многократного картирования учетных площадок в течение весеннего периода вегетации с 2013 по 2015 г. Такой подход с многократным изучением изменения численности и особенно биомассы давал возможность определить — как и с какой скоростью накапливается органическое вещество — чистая первичная продуктивность раннецветущих растениях. А далее выяснить насколько этот процесс зависит от условий апреля и мая в умеренно-континентальном климате в широколиственных фитоценозах Среднего Поволжья.

Динамика численности и фитомассы эфемероидов отражает скорость накопления первичной чистой продукции в фитоценозах весной и зависит от типа фитоценоза и климатических особенностей весны. Так, ранняя и теплая весна, (например, в 2014 г.) приводит к массовому и быстрому развитию всех эфемероидов почти одновременно, способствуя быстрому повышению продуктивности фитоценозов в весенний безлиственный период. Напротив, холодная и затяжная весна (например, в 2015 году) приводит к позднему развитию многих эфемероидов — ветренички, чистяка и гусиного лука, и только численность и биомасса хохлатки остается по годам практически неизменной.

Предполагается, что эфемероиды играют роль перехватчиков, необходимых питательных веществ для леса. Для это нами был предпринят агрохимический анализ почвы в начале и в конце их вегетации, а также в конце вегетации всего фитоценоза.

На основе выполненного агрохимического анализа можно сделать следующие выводы: из всех выявленных элементов наибольшее содержание в почве лесных сообществах достигается у K₂O, которое отмечается в начале вегетации эфемероидов, что обусловлено разложением опада листьев твердолиственных пород деревьев (липы, вяза, дуба); содержание NH₄ в начале вегетации эфемероидов больше, чем в конце их вегетации в 1,5 раза, что обусловлено дальнейшей аммонификацией органических остатков; содержание NO₃ и особенно P₂O₅ в начале вегетации меньше, чем в конце вегетации эфемероидов. Это обусловлено добавочным опадом и разложением биомассы эфемероидов, добавляющих эти макроэлементы в почву; поздней осенью содержание NH₄ и NO₃ немного увеличивается, их поддержание в почве, по-видимому, обусловлено частичным распадом в конце сентября-октября летне-цветущих растений и более быстрым их разложением, чем листьев деревьев.

В целом можно сказать, что функциональная роль эфемероидов в структуре фитоценозов состоит в повышении продуктивности фитоценозов в холодных весенний период, когда превращение солнечной энергии в первичную чистую

продукцию осуществляется только ими. А быстрое их развитие и разложение в течение весны способствует некоторому перехвату элементов минерального питания в почве для дальнейшего их использования летневегетирующими растениями.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Березина Н.А., Афанасьева Н.Б. Экология растений. М.: Академия, 2009. — 400 с.
2. Смирнова О.В. Структура травяного покрова широколиственных лесов. М.: Наука, 1987. — 205 с.
3. Горышина Т.К. Экология травянистых растений лесной дубравы. Л.: Ленингр. ун-та, 1975. — 127 с.
4. Ипатов В.С. Летняя практика по геоботанике. Л.: ЛГУ, 1983. — 175 с.

SUMMARY OF THE PROJECT

Features dynamics of population and biomass of ephemeroïds and early-flowering plant species was detected in different ecological conditions. Species composition and dynamics of number and biomass depends on ecological and climatic conditions of spring. The role of ephemeroïd species in the interception of certain macronutrients (potassium and phosphorus) was demonstrate based on agrochemical analysis.

KEYWORDS

Early-flowering plants, population dynamics, standing crops, deciduous forests, agrochemical analysis of the soil, productivity.

ДОКЛАДЧИК

Мустафин Ранас Наилевич
Mustafin Ranas

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Пространственно-временной анализ микросейсмической эмиссии в процессе проведения многостадийного гидроразрыва пласта

ОРГАНИЗАЦИЯ

Казанский (Приволжский)
федеральный университет

РЕЗЮМЕ

Целью работы являлось определение объективных параметров трещины гидроразрыва (длина, высота, асимметрия, азимут) и анализ динамического развития системы трещин в процессе проведения многостадийного гидроразрыва пласта. В работе представлено решение как технологической задачи по локализации трёхмерных координат источников микросейсмической эмиссии, а также методы постобработки результатов с использованием инструментов пространственной статистики геоинформационных систем. Приоритетным для исследования являлась геологическая интерпретация полученных результатов и увязка их с результатами региональных исследований поля тектонических напряжений.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Наземные микросейсмический исследования, микросейсмическая эмиссия, трещина разрыва, гидравлический разрыв пласта, геоинформационные системы, дистанционное зондирование, геодинамика.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Целью работы являлось определение объективных параметров трещины гидроразрыва (длина, высота, асимметрия, азимут) и анализ динамического развития системы трещин в процессе проведения многостадийного гидроразрыва пласта.

ЗАДАЧИ ПРОЕКТА:

- выполнить пространственно-временной анализ микросейсмической эмиссии, используя инструменты геоинформационных систем;
- оценить эффективность использованных инструментов геоинформационных систем, провести геологическую интерпретацию полученных результатов.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время гидравлический разрыв пласта (ГРП) является одним из лучших и экономически оправданных способов интенсификации добычи нефти и газа. Метод заключается в создании высокопроводимой трещины в целевом пласте для обеспечения притока добываемого флюида к забою скважины. Для анализа продуктивности скважины после воздействия на пласт применяются различные методы. Наземный микросейсмический мониторинг относится к группе методов диагностики дальней зоны гидроразрыва пласта. Конкурентными преимуществами метода является высокая информативность по определению основных параметров трещины разрыва сопоставимая со скважинным вариантом и контроль над процессом ГРП непосредственно во время его проведения.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Технологическая схема проведения микросейсмического мониторинга сводится к расстановке трехкомпонентных сейсмических датчиков на поверхности земли по определенной схеме. Схема расстановки является масштабируемой в зависимости от стадийности и типа (кислотный, пропантовый) ГРП, с инвариантным закреплением опорных датчиков над горизонтальной проекцией интервала перфорации каждой стадии. Обработка сигналов микросейсмической эмиссии, зарегистрированных антенной (группа наземных датчиков), осуществляется в модуле SmartFrac Control. На этапе пост-обработки координаты источников микросейсмической эмиссии преобразуются в класс пространственных объектов геоинформационных систем (ГИС) (использована ГИС ArcGIS v 10.3 ESRI). Используя инструменты геообработки Spatial Statistics и средства 3D визуализации ГИС, получены детальный ход событий при развитии каждой стадии ГРП. Инструмент «Направленное распределение (Эллипс стандартных отклонений)» из набора пространственная статистика позволяет количественно охарактеризовать азимут простирания трещины разрыва для событий микросейсмической эмиссии сгруппированных по времени. Для обоснования выделения трещины разрыва, по характеру группирования событий микросейсмической эмиссии был применен метод статистического анализа распределения точечных событий известный как расстояние ближайшего соседства и алгоритм кластеризации «Анализ горячих точек (Getis-Ord G_i^*)».

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Определены геометрические параметры трещины разрыва (азимут простирания, длина, асимметрия).

В стандартах расчетных алгоритмов определения экономической эффективности ГРП (время закрытия трещины, дебит, проницаемость и др.), которые встроены в коммерческое программное обеспечение дизайна ГРП, магистральная трещина разрыва предполагается симметричной. Однако исследования микросейсмической эмиссии на различных месторождениях и с различной технологией проведения ГРП показывают существенную асимметрию крыльев трещины (отклонение по простиранию более 10° , разница по длине до 50–70 м), что необходимо учитывать при расчете дебита после гидроразрыва.

Поскольку большинство технологических операций проводится по системе многостадийного ГРП на глубинах более 1 км, то предполагается развитие вертикальных трещин гидроразрыва. Однако данное условие применимо

лишь в случаях, когда горизонтальный сегмент скважин ориентирован соосно плоскости минимального или максимального горизонтального сжимающего напряжения. Во всех иных случаях, трещина разрыва представляет сеть трещин — происходит расщепление основной магистральной трещины, с образованием наклонных крутопадающих плоскостей трещин.

В реальной геологической среде с высокой степенью анизотропии, частым является поочередные подвижки вдоль систем параллельных и взаимопересекающихся разрывов. На картах распределения источников микросейсмической эмиссии подобный процесс установлен по развитию во времени двух четко выраженных систем трещин с углом пересечения при вершине $\approx 30^\circ$.

Сопоставление результатов наземных микросейсмических наблюдений с данными скважинных микроимджеров FMI-DSI и данными 3D сейсморазведки для месторождений как в карбонатных, так и терригенных коллекторах показало, что простираение магистральных трещин гидроразрыва в большинстве случаев предопределено именно существующими в массиве плоскостями нарушения сплошности.

Говоря о геологической интерпретации полученных результатов, следует, прежде всего, отметить высокую сходимость ориентации трещин разрыва, сонаправленных с осью максимального горизонтального сжатия, с полем региональных неотектонических напряжений, установленных как структурно геоморфологическим методом, так и полевыми замерами трещиноватости в обнажениях. Это само по себе доказывает, что результаты микросейсмического мониторинга являются объективными. Второе заключение касается природы трещиноватости наблюдаемой на глубине проведения ГРП, а именно, что трещины разрыва и оперяющие их сколы имеют неотектоническую природу и находятся под влиянием современного поля напряжений. Данные о морфологии трещины разрыва ГРП могут являться надежным источником информации о поле тектонических напряжений на территории России.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Экономидес, М. Унифицированный дизайн гидроразрыва пласта гидроразрыва пласта: от теории к практике / М. Экономидес, Р. Олини, П. Валько, 2007.
2. Twiss, R. J., and Moores, E. M., Structural Geology: W.H. Freeman and Co., New York
3. Al-Matar M, Al-Mutawa M, Aslam M, Dashti M, Sharma J, Byung OL, Solares R, Nemes T, Swaren J, and Tealdi L. The Right Treatment for the Right Reservoir // Oilfield Review 20, no. 2 (Summer 2008) P. 4–17.
4. M. Zoback. Reservoir Geomechanics. Cambridge University Press, 2007. 551 pp.
5. Ребецкий Ю. Л. Тектонические напряжения и прочность природных горных массивов. Научное издание /20076. Александров, С. И., Мишин, В. А., Бузов, Д. И. Микросейсмический мониторинг гидроразрыва пласта: успехи и проблемы, 2014. 7. Backers, T. Application of fracture mechanics numerical modeling in rock engineering // First Break. V. 28. 2010.

SUMMARY OF THE PROJECT

The aim of this work was to determine the objective parameters of hydraulic fracturing (length, height, asymmetry, azimuth) and the analysis of fracture system dynamic development in the process of multi-stage hydraulic fracturing. The paper presents the solution of a technological problem concerning the localization of three-dimensional coordinates of microseismic emission sources, as well as the post-processing techniques using the tools of spatial statistics from geographic information systems. It was suggested to use the correlation functions of complex variables for the processing of these wave forms of three-component broadband seismic stations. The geographic information system Arc GIS Systems ESRI was chosen as the tool of spatial statistical analysis. The geological interpretation of the

results and their linkage with the results of regional tectonic stress field of research were the main ones for the study. According to the results of these microseismic research data for five fields of Timan-Pechora gas-oil province the peculiarities of hydraulic fracturing main fracture development were established for the multi-step process, reflecting local conditions of rock stress-strain state. The main fundamental conclusion is the conclusion about the possibility of using the results of HF microseismic study and the hydraulic fracture parameters as a reliable source of information on modern tectonic stress field at a regional level.

KEYWORDS

Surface microseismic research, microseismic emission, crack, hydraulic fracturing, geographic information systems, remote sensing, geodynamics.

ДОКЛАДЧИК

Нуретдинова Эндже
Ильдусовна

Nuretdinova Endzhe

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Использование отходов агропромышленного комплекса
в биотехнологических производствах

ОРГАНИЗАЦИЯ

Казанский национальный
исследовательский
технологический университет

РЕЗЮМЕ

Проведены экспериментальные лабораторные исследования по оценке возможности использования гидролизатов свекловичного жома в качестве компонентов питательных сред для процессов культивирования спиртовых дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* Y-1986. Гидролизаты получены с использованием в качестве гидролизующих агентов серной и фосфорной кислот.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Отходы агропромышленного комплекса, спиртовые дрожжи, гидролизаты, культивирование, спирт, биотопливо.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Целью работы является исследование возможности использования отходов агропромышленного комплекса как компоненты питательной среды для спиртового производства и биотоплива. В работе были поставлены следующие задачи: исследовать влияние гидролизатов свекловичного жома на процесс роста спиртовых дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* Y-1986 и оценить качество гидролизатов отходов переработки растительного сырья как перспективных компонентов питательных сред.

ВВЕДЕНИЕ

В связи со значительным объемом промышленной переработки различного сырья растительного происхождения на перерабатывающих предприятиях агропромышленного комплекса образуется огромное количество ценных и пригодных для дальнейшей переработки вторичных сырьевых ресурсов. Многие из них, к сожалению, на сегодняшний день не находят рационального применения в промышленности. Для сохранения экологической обстановки, для более полной утилизации отходов агропромышленного комплекса, в последние годы индустриально развитые страны уделяют все большее внимание производству спирта, полученному путем переработки отходов растительного сырья, для использования его как возобновляемого источника энергии и сырья для органического синтеза [1].

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

В лаборатории «Инженерные проблемы биотехнологии» КНИТУ проводятся исследования по разработке и созданию новых прогрессивных энерго- и ресурсосберегающих технологий, позволяющих комплексно использовать сырье

и выгодно перерабатывать образующиеся вторичные ресурсы, расширять сырьевую базу биотехнологической промышленности за счет использования отходов сельского хозяйства. Исследования по культивированию *Saccharomyces cerevisiae* Y-1986 проводили в качалочных колбах объемом 750 мл, на качалке со скоростью встряхивания 100 мин⁻¹, в течение 24 часов при температуре 28–30°C. В ходе ведения всех процессов культивирования спиртовых дрожжей вели наблюдения за состоянием дрожжевых клеток под микроскопом с помощью камеры Горяева, определяли биомассу дрожжевой суспензии на фотометре фотоэлектрическом КФК-3-01-«ЗОМ», редуцирующие вещества в культуральной жидкости по методу Бертрана, следили за температурой. Активную кислотность среды pH поддерживали растворами аммиака и соляной кислоты в интервале 4,8–5,0. Оценка качества исследуемых гидролизатов свекловичного жома проводили путем сравнения полученных экспериментальных данных роста сахаромикетов на контрольной среде и экспериментальных средах. В качестве контрольной среды использовали синтетическую минеральную среду Ридер с глюкозой, а в экспериментальных средах — минеральные компоненты среды Ридер с фосфорнокислыми и сернокислыми гидролизатами свекловичного жома в качестве подпитки и вместо глюкозы [2, 3].

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Проведенная сравнительная оценка полученных экспериментальных данных и расчетных результатов процессов культивирования спиртовых дрожжей на питательных средах с использованием фосфорнокислых и сернокислых гидролизатов свекловичного жома показали, что динамика прироста оптической плотности в проведенных экспериментальных процессах культивирования *Saccharomyces cerevisiae* Y-1986 находится на одном уровне во всех процессах и исследуемые гидролизаты можно использовать в производстве пищевого спирта и биотоплива. Таким образом, на основании полученных результатов, представляется возможным использовать такой дешевый и перспективный вторичный сырьевой ресурс свеклосахарного производства как свекловичный жом, в качестве углеводного питания в процессах культивирования спиртовых дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* Y-1986 с дальнейшим получением топливных спиртов. Гидролизаты отходов переработки растительного сырья, такие как свекловичный жом в качестве питательной среды и подпитки углеводного питания для культивирования спиртовых дрожжей рода *Saccharomyces cerevisiae* позволяют улучшить физиологическое состояние дрожжей, сократить продолжительность культивирования на 40%, интенсифицировать процесс размножения дрожжей, получить засевные дрожжи, устойчивые к стрессовым воздействиям, а именно к температуре, окислителям, осмотическому давлению, удешевить питательные среды и сохранить хорошее качество биомассы дрожжей.

Возможность аэробного роста сахаромикетов в производственных условиях, с использованием содержащих пентозы гидролизатов отходов переработки растительного сырья позволит в перспективе при создании производства топливных спиртов сэкономить более дорогие среды на основе гексоз.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Антипов С.Т. Проблемы комплексной переработки послеспиртовой зерновой барды / С.Т. Антипов, А.В. Журавлев // Производство спирта и ликероводочных изделий. — 2005. — № 4. — С. 9–11.
2. Валеева Р.Т. Сравнительная оценка процессов роста спиртовых и кормовых дрожжей на сернокислотных и сернистокислотных гидролизатах растительного сырья / Р.Т. Валеева [и др.] // Вестник КНИТУ. — 2015. — № 21. — С. 152–154.
3. Валеева Р.Т. Исследование процессов роста спиртовых и кормовых дрожжей на сернистокислотных гидролизатах растительного сырья. Часть 3. Исследование процессов роста спиртовых дрожжей на сернокислотных гидролизатах смеси пшеничной соломы и отрубей / Р.Т. Валеева [и др.] // Вестник КНИТУ. — 2014. — № 24. — С. 133–135.

SUMMARY OF THE PROJECT

Experimental laboratory studies to assess the feasibility of using hydrolysates beet pulp as a component of culture media for culturing processes *Saccharomyces cerevisiae* Y-1986 alcohol yeast. Hydrolysates prepared using as hydrolyzing agents sulfuric and phosphoric acids.

KEYWORDS

Waste of agricultural complex, alcohol yeast, hydrolysates, cultivation, ethanol, biofuels.

ДОКЛАДЧИК
Остриков Игорь Андреевич
Ostrikov Igor

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА
Экологическая модернизация сети общественного транспорта города Краснодара

ОРГАНИЗАЦИЯ

Кубанский государственный университет

СОАВТОР(Ы) ДОКЛАДА

Болотин Сергей Николаевич,
Бочко Татьяна Федоровна

РЕЗЮМЕ

В данной работе проведен анализ факторов, позволяющих оценить энергоэффективность системы экологически чистого общественного транспорта на примере трамвайной системы г. Краснодара. Определены ключевые показатели трамвайной системы и разработаны предложения по её совершенствованию.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Энергоэффективность, трамвай, урбоэкосистема, трамвайная система, рекуперация кинетической энергии.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Целью данной работы является изучение влияния общественного транспорта на экологию урбанистических образований на примере г. Краснодара.

В соответствии с целью работы в ней определены следующие задачи:

- изучить особенности экосистем городов и роль транспорта в экосистемах современных городов;
- изучить особенности городского электрического транспорта как экологического фактора;
- исследовать энергоэффективность городского транспорта на примере трамвая;
- выработать предложения по совершенствованию инфраструктуры трамвайной сети и подвижного состава для повышения энергоэффективности;
- исследовать состояние общественного транспорта в г. Краснодаре и его влияние на экологию;
- разработать предложения по улучшению экологической составляющей общественного транспорта г. Краснодара.

ВВЕДЕНИЕ

За последние десятилетия глобальное потребление энергии значительно возросло. Так, в период между 1973 и 2007 гг. спрос на первичные энергоресурсы увеличился вдвое. В будущем потребление энергии будет расти, если не будут приняты меры по обеспечению энергоэффективности потребителей.

В современной урбанистической среде транспорт останется единственной и самой крупной отраслью конечного потребления энергии. Одним из путей улучшения системы общественного транспорта является переход на совре-

менные модели транспортных средств, что приведет к повышению энергоэффективности. Хорошая система общественного транспорта является привлекательной, доступной и надежной.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

В г. Краснодаре наибольшую нагрузку по перевозке пассажиров несет трамвайная система. Существующая система обеспечивает суточные перевозки примерно 325000 пассажиров, что в среднем составляет 29000 пассажиров на маршрут. Но в реальности показатели нагрузки отдельных маршрутов различаются на порядок.

Расчет энергопотребления для существующей трамвайной системы составляет 20245,6 Вт час/ткм. При полной замене подвижного состава трамваев на современные модели их количество планируется сократить с 273 до 232 единиц. В этом случае энергопотребление системы составит 15629,1 Вт час/ткм.

Таким образом, только замена устаревшего подвижного состава дает 24% повышение энергоэффективности трамвайной системы. При увеличении средней скорости движения относительно расчетной энергоэффективность будет только возрастать.

Повышение средней скорости движения подвижного состава достигается путем оптимизации графиков движения, оперативного диспетчерского управления с использованием спутниковой навигационной системы ГЛОНАСС и ряда мероприятий по регулированию дорожного движения.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

В настоящее время данная возможность существует для нового подвижного состава, составляющего 11% всего трамвайного парка, с ограничением того, что возвращенная энергия может быть потреблена только подвижным составом находящимся на том же сегменте контактной сети в момент возвращения энергии. Это ограничение связано с тем, что инфраструктура тяговых подстанций системы энергоснабжения трамвая не имеет систем накопления и перераспределения рекуперируемой энергии.

При создании перспективного плана развития инфраструктуры трамвайной сети г. Краснодара необходимо учитывать возможности рекуперативного торможения и с этой целью повышать среднюю скорость движения в системе с 23 км/ч до 30 км/ч, а также предусмотреть строительство тяговых подстанций с возможностью накопления и перераспределения рекуперируемой энергии.

Таким образом, совершенствование трамвайной системы г. Краснодара должно проводиться за счет комплекса мер по повышению энергоэффективности с учетом всех описанных параметров: сохранение и в перспективе увеличение количества перевозимых пассажиров, замена подвижного состава на современный с сохранением существующей пассажировместимости, оптимизация графиков движения и загрузки вагонов за счет информационного и навигационного обеспечения, модернизация инфраструктуры трамвайной сети для полного использования рекуперации с целью снижения энергопотребления.

Реализация подобной системы даст возможность снизить потребление электроэнергии в расчете на 1 ткм на 22,9%, при повышении средней скорости движения вагонов в системе на 18,6%, с одновременным снижением количества подвижного состава на 31 единицу при сохранении пассажировместимости.

Данные меры, кроме очевидной экономической выгоды, дают также социальный эффект, связанный с повышением комфортности урбанистической среды.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Остриков И.А. Перспективы развития экологически чистого общественного транспорта города Краснодара. — сб. науч. тр. Вып 2. Краснодар: Кубанский госуниверситет; Просвещение-Юг, 2014. — 151 с.

2. Остриков И.А., Бочко Т.Ф. Пути повышения энергоэффективности экологически чистого общественного транспорта г. Краснодара // Вестник Волжского университета имени В.Н. Татищева №2 (24) 2015 г. — 150 с.
3. Белов, С.В. Безопасность жизнедеятельности — наука о выживании в техносфере/С.В. Белов. — М.: МГТУ, 1996. — 143 с. 4.
4. Бёлер-Бэдекер С. Городской транспорт и энергоэффективность// С. Бёлер-Бэдекер, Х. Хюгигн. Bonn, GIZGmbH, 2013–106 с.
5. Бодня, О.Ю. Трамвай, троллейбус и Краснодар. История развития электротранспорта в столице Кубани/О.Ю. Бодня, Р.В. Лысянский, В.Е. Мартынов. — Краснодар: Традиция, 2012. — 336 с.

SUMMARY OF THE PROJECT

In this work the analysis of the factors allowing to estimate energy efficiency of system of public transport on the example of tram system of Krasnodar is carried out. Key indicators of tram system are defined and offers on its improvement are developed.

KEYWORDS

Energy efficiency, tram, urban ecology, tram system, recovery of kinetic energy.

ДОКЛАДЧИК

Плигин Дмитрий Николаевич
Pligin Dmitry

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Обнаружение токсинов цианобактерий в водопроводной воде: анализ причин и апробация методов удаления

ОРГАНИЗАЦИЯ

Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова

РЕЗЮМЕ

В работе проведен эколого-флористический анализ фитопланктона Горьковского водохранилища в районах питьевого водозабора г. Ярославля в 2013 году. Обнаружены продуцирующие микроцистины виды: *Microcystis aeruginosa* и *Microcystis viridis*. В природной и водопроводной воде г. Ярославля обнаружены цианотоксины, концентрация которых изменялась от 0.1 до 8.0 мкг/л (ПДК = 1мгк/л). Практическая часть: проверка эффективности разных способов удаления микроцистинов из воды. Экспериментально показана высокая термоустойчивость микроцистина-LR. Как при ультрафиолетовой обработке воды, так и при её очистке активированным углем, микроцистин-LR иммунохимическим методом не детектировался.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Иммуноферментный анализ, методы удаления цианотоксинов, микроцистины, токсигенные цианобактерии, фитопланктон, экологические факторы.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Цель работы: выявление причин появления токсинов цианобактерий в водопроводной воде и проверка эффективности методов их удаления.

Задачи проекта:

1. Анализ таксономического состава и сезонной динамики фитопланктона Горьковского водохранилища в районах питьевого водозабора г. Ярославля.
2. Выявление экологических факторов, контролирующих обилие токсигенных цианобактерий в фитопланктоне.
3. Определение концентраций цианобактериальных токсинов (микроцистинов) в воде Горьковского водохранилища.

4. Проверка гипотезы о присутствии в Горьковском водохранилище микроцистин-продуцирующих видов рода *Microcystis*.
5. Анализ причин появления токсинов цианобактерий в водопроводной воде г. Ярославля.
6. Поиск методов удаления микроцистинов из воды путем постановки лабораторных экспериментов.

ВВЕДЕНИЕ

Цианобактерии — токсигенные бактерии, способные к фотосинтезу. Известно, что некоторые организмы способны синтезировать токсины, в частности термостабильные микроцистины, которые опасны для человека и животных.

Научная проблема заключается в следующем: цианобактериальное цветение воды является глобальной экологической проблемой, связанной с интенсивным процессом антропогенного эвтрофирования водных экосистем во всем мире и снижением качества воды. В научной литературе описаны факты отравления животных и людей при употреблении воды с данными токсинами.

В РФ нет данных по оценке экологического риска, неизвестно, есть ли цианотоксины в водопроводной воде, также остаются неясными перспективные способы очистки воды от токсинов.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

В 2013 было взято 20 проб воды для изучения сезонной динамики фитопланктона Горьковского водохранилища проводился на 2-х станциях в районе Северной и Центральной водопроводных станциях города Ярославля. Также отбирались пробы водопроводной воды 1 раз в месяц с января по ноябрь

После отбора проб на станциях сразу же проводились измерения абиотических показателей воды: температуры воды, величины водородного показателя и минерализации.

Определение водорослей проходило при помощи пресноводных определителей. Измерялась их численность и применялся счетно-объемный метод.

Анализ эффективности методов очистки воды проводился, используя очищенный микроцистин-LR (Abraxis, США). Экспериментально проверялись такие способы очистки воды, как кипячение, ультрафиолетовая обработка воды и обработка воды гранулированным активированным углем.

Измерение концентраций микроцистинов в воде проводили с помощью набора для иммуноферментного анализа Microcystins/Nodularins (Adda specific) ELISA Kit производства Abraxis LLC (США).

Статистическая обработка данных проводилась в электронных таблицах Excel и программе Statistica 6.1. В работе в качестве критического уровня значимости принято значение $p = 0.05$.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

В фитопланктоне Горьковского водохранилища в районах питьевого водозабора г. Ярославля в 2013 году отмечено 115 видов и внутривидовых таксонов. Наиболее флористически богатыми являлись отделы Chlorophyta (43 таксона), Bacillariophyta (39) и Cyanophyta (26). Фитопланктон был представлен планктонными, космополитными видами, индифферентами по отношению к солёности, эврионными или алкалофильными формами. Среди видов-индикаторов органического загрязнения воды преобладали β -мезосапробы. Сезонная сукцессия фитопланктона характеризовалась преобладанием весной диатомовых (бентосные и литоральные виды) и криптофитовых (*Chroomonas*, *Cryptomonas*) водорослей. Летом и осенью доминировали цианобактерии (*Aphanizomenon flos-aquae*, *Microcystis aeruginosa*, *Microcystis viridis*, *Gloeotrichia echinulata*, *Pseudanabaena limnetica*, *Aphanothece minutissima*, *Aphanocapsa holsatica*) и диатомовые (*Stephanodiscus*, *Aulacoseira*, *Melosira varians*) водоросли. Микроскопический анализ выявил присутствие среди

цианобактерий потенциально токсичных видов. Установлено, что сезонная динамика структуры фитопланктона была связана с некоторыми экологическими факторами: температурой и pH воды. Температура воды являлась одним из определяющих факторов развития цианобактерий в Горьковском водохранилище. Корреляционная связь между концентрациями общего фосфора, минерализацией воды, ФАР и количественными показателями фитопланктона не выявлена. В воде Горьковского водохранилища в районах питьевого водозабора г. Ярославля обнаружено присутствие цианобактериальных токсинов микроцистинов в период с июня по ноябрь. Концентрации данного гепатотоксина изменялись в пределах от 0.1 до 8 мкг/л. Наибольшее содержание микроцистинов зафиксировано в летний период. Обнаружена статистически значимая корреляционная связь между концентрациями микроцистинов в воде водохранилища и биомассой видов *Microcystis aeruginosa* и *Microcystis viridis*. Это подтвердило гипотезу о присутствии в Горьковском водохранилище микроцистин-продуцирующих видов *Microcystis*. Впервые в водопроводной воде Дзержинского района г. Ярославля было обнаружено присутствие гепатотоксинов микроцистинов. Наибольшие концентрации этого цианотоксина были зафиксированы в августе и сентябре и на порядок превышали их допустимое содержание в питьевой воде (по рекомендации ВОЗ). Показано, что появление цианотоксинов в водопроводной воде определялось сезонной динамикой уровня развития токсигенных цианобактерий в фитопланктоне Горьковского водохранилища — источнике питьевого водоснабжения. Экспериментально доказана высокая устойчивость микроцистина-LR к деградации при кипячении воды. Как при ультрафиолетовой обработке воды, так и при её очистке активированным углем, микроцистин-LR иммуноферментным методом не детектировался.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Охапкин А.Г., Микульчук И.А., Корнева Л.Г., Минеева Н.М. Фитопланктон Горьковского водохранилища. Тольятти: Изд-во ИЮББ РАН, 1997. Dawson R. M., The toxicology of Microcystins // *Toxicon*. 1999. V. 36. P. 953–962.
2. Ho L., Lambling P., Bustamante H., Duker P., Newcombe G. Application of powdered activated carbon for the adsorption of cylindrospermopsin and microcystin toxins from drinking water supplies // *Water research*. 2011. P. 2954–2964.
3. Song W., Cruz A., Rein K., Shea K. Ultrasonically Induced Degradation of Microcystin-LR and -RR: Identification of Products, Effect of pH, Formation and Destruction of Peroxides // *Environmental Science & Technology*. 2006. V. 40. P. 3941–3946.

SUMMARY OF THE PROJECT

In the work of the ecologic-floristic analysis of the phytoplankton in the Gorkovskoe reservoir in the areas of drinking water intake in Yaroslavl in 2013. Discovered producing microcystin species: *Microcystis aeruginosa* and *Microcystis viridis*. In natural and tap water of the city of Yaroslavl found the cyan toxins, the concentration of which was varied from 0.1 to 8.0 µg/l (MPC = 1mg/l). Practical part: verification of the effectiveness of different methods of removing microcystins from water. It is experimentally shown high thermostability of microcystin-LR. Ultraviolet water treatment and purification activated carbon, microcystin-LR immunochemical method was not detected.

KEYWORDS

Immunoassay, methods of removing of cyanotoxins, microcystin, toxigenic cyanobacteria, phytoplankton, environmental factors.

ДОКЛАДЧИК

Полежаева Антонина
Владимировна
Polezhayeva Antonina

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Моделирование полярных циклонов используя данные спутникового зондирования атмосферы

ОРГАНИЗАЦИЯ

Российский государственный
гидрометеорологический
университет

СОАВТОР(Ы) ДОКЛАДА

Анискина О. Г., Заболоцких Е. В.,
Кудрявцев В. Н., Монзикова А.

РЕЗЮМЕ**Главные цели этой работы:**

- применить и адаптировать мезомасштабную модель WRF для региона Баренцева моря;
- провести численные эксперименты используя гидродинамическую модель WRF с разными параметризациями пограничного слоя;
- оценить качество прогноза при помощи модели WRF;
- применить данные спутникового зондирования для улучшения прогноза полярных мезомасштабных циклонов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Полярные циклоны, WRF, моделирование.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

1. Оценить применение гидродинамической модели WRF для прогноза мезомасштабных полярных циклонов.
2. Исследовать эволюцию и предикторы полярных циклонов.
3. Выявить успешные параметризации пограничного слоя в модели WRF.
4. Улучшить прогноз, применив данные спутникового зондирования.

ВВЕДЕНИЕ

Уникальное природное явление в атмосфере Арктики — полярные мезомасштабные циклоны (ПМЦ). Обнаруженные и официально описанные в середине XX века, благодаря развитию спутникового зондирования атмосферы. ПМЦ короткоживущие, но обладающие большой энергией погодные системы, которые наблюдаются над холодными водами океана, имеют масштаб до 1000 км и характеризуются скоростями ветра, превышающими 15 м/с, сильными осадками. Время жизни таких циклонов, не превышает двух суток, что в сочетании со сравнительно небольшими размерами затрудняет их обнаружение и прогнозирование.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

В представленной работе исследуется механизм формирования мезомасштабных циклонов в северном полушарии при помощи гидродинамической мезомасштабной модели атмосферы WRF– Weather Research and Forecasting Model.

Наличие циклонов определялось при помощи методики, разработанной и реализованной старшим научным сотрудником Лаборатории Спутниковой Океанографии РГГМУ Е. В. Заболотских.

В данной работе:

- Использовались данные с спутников AQUA и GCOM-W1 для идентификации полярных циклонов;
- Были протестированы параметризации модели WRF для наиболее успешных дальнейших моделирований;

- При помощи гидродинамической модели были протестированы предикторы полярного циклогенеза;
- Применялись данные спутникового зондирования для улучшения качества прогноза.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

В результате данной работы были сделаны выводы, что модель WRF можно применять для прогнозирования в полярных регионах.

При исследовании предикторов, условий образования, полярных циклонов наиболее показательными оказались — температурный градиент, скрытые тепловые потоки и наличие конвекции. Параметризация Yonsei University оказалась наиболее успешной для моделирования полярных мезомасштабных циклонов. Моделирование с применением спутниковых данных более точно описывает местоположение и траекторию движения полярного циклона.

Для улучшения результатов планируется провести ассимиляцию спутниковой информации с разными алгоритмами.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Rasmussen, E. A. and J. Turner, 2003: Polar Lows: Mesoscale Weather Systems in the Polar Regions. Cambridge University Press, 612 pp.
2. Луценко Э.И., Лагун В.Е. Полярные мезомасштабные циклонические вихри в атмосфере Арктики. Справочное пособие. Санкт-петербург. Изд-во ААНИИ. 2010. — 97 с.
3. Zabolotskikh E. V., L. M. Mitnik, L. P. Bobylev, B. Chapron. Satellite passive and active microwave methods for Arctic cyclone studies. Chapter in the book «Typhoon Impacts and Crisis Management», Springer, 2014 — p. 578.

SUMMARY OF THE PROJECT

The principal objectives of this study were

- the understanding of mesoscale WRF model and adapting the model for the Barents Sea region;
- to conduct numerical experiments using WRF model with different Planetary Boundary Layer parameterization (PBLs) schemes and investigate the impact of each scheme on the quality of forecast; and
- the investigation of the capability of WRF model to successfully simulate evolution of polar lows;
- to use satellite data to improve the WRF model forecast.

KEYWORDS

Polar lows, WRF, simulation.

ДОКЛАДЧИК

Прохоров Андрей
Александрович
Prokhorov Andrey

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Расчёт эффективности разработки трудноизвлекаемых запасов пласта ЮВ0 баженовской свиты термическими методами

ОРГАНИЗАЦИЯ

Российский государственный университет нефти и газа имени И.М. Губкина

СОАВТОР(Ы) ДОКЛАДА

Кравченко М. Н.; Диева Н. Н.

РЕЗЮМЕ

Работа посвящена теоретическому и численному исследованию тепловых методов воздействия на пласты баженовской свиты посредством закачки пара, стимулирующего разогрев пласта. В результате работы, были собраны и проанализированы промысловые данные, коллекторские и тепловые параметры пластов баженовской свиты приобского региона, построена расчетная модель ячейки пласта, вскрытого горизонтальным стволом скважины, а также проведен численный расчет прогрева пласта до температуры генерации жидкой фазы содержащихся в керогене углеводородов. Проведенный расчет позволил оценить прирост подвижной нефти в скрываемом пласте после закачки теплоносителя.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Кероген, тепловое воздействие, генерация жидких углеводородов, численное моделирование, горизонтальные скважины, прирост извлекаемых запасов.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Создание имитационной модели разработки пластов ЮВ0 баженовской свиты термическими методами и ее адаптация к лабораторным и промысловым данным с последующим проведением прогнозных расчетов.

ВВЕДЕНИЕ

На современном этапе все большее количество традиционных месторождений находится на поздней стадии разработки и истощается. В связи с этим все большее внимание уделяется месторождениям нетрадиционных углеводородов (далее УВ), таким как тяжелые нефти, нефти слабопроницаемых или трещиновато-пористых пластов, керогеносодержащих коллекторов. Последние вызывают наибольший интерес так как, обладают скрытым в них потенциалом к генерации подвижных углеводородов, что дает основание полагать возможным добывать объемы УВ, превышающие геологические запасы. Именно в эту группу входят, месторождения баженовской и других нефтематеринских свит.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Для создания корректной математической модели необходимо разработать поэтапный план исследования керогеносодержащих пластов.

- I этап подразумевает классическое определение ФЕС с учетом их пространственного распространения (Определение фильтрационно-емкостных свойств (ФЕС) пласта по данным гидродинамических исследований скважин (ГДИС) и лабораторных исследований керна); уточнение возможности изменения ФЕС в зависимости от исходной температуры пласта и процесса внешнего разогрева [6]. Построение тензора проницаемости с учетом природной и техногенной трещиноватости [7].
- II этап предполагает определение способности керогеновой матрицы генерировать подвижные УВ, как в общем случае (т.е. определение максимально возможного количества УВ, которое может сгенерировать данный кероген), и в условиях стационарного и динамического нагружения (т.е. в экспериментах с автоклавами и с импульсным нагружением взрывными волнами). Исследование нефтегенерационной способности керогеновой матрицы при стационарном нагружении включает: определение генерационного потенциала керогена при пиролизе [8]; определение объема выделяющихся углеводородов при раздельном повышении давления и темпе-

ратуры [9]. Исследование нефтегенерационной способности керогеновой матрицы при динамическом нагружении [10].

- III этап — создание имитационной модели и ее адаптация к лабораторным и промысловым данным с последующим проведением прогнозных расчетов.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

В результате анализа лабораторных, промысловых экспериментов и имитационного численного моделирования можно сделать вывод об эффективности термического метода для увеличения объемной доли подвижной нефти, в том числе применимости его для пластов ЮВ0 баженовской свиты. Рассчитанный объем жидкой фазы углеводородов, сгенерированной за первый год прогрева пласта, авторы оценивают в значениях порядка 14 тыс. м³/скв, что при обеспечении процесса фильтрации станет весомым прибавком к добыче. Однако для успешной реализации данного метода необходимо использовать специальное устьевое и погружное оборудование, в том числе высокопроизводительные и высокотемпературные забойные парогазогенераторы [19].

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Официальный сайт ООО «Газпромнефть-Хантос»: <http://hm.gazprom-neft.ru/press/582/>, «Газпром нефть» успешно завершила первый этап изучения нетрадиционных запасов углеводородов на Южно-Приобском месторождении, 25.02.2015.
2. Бушнев Д. А., Бурдельная Н. С. Геология и геофизика, т. 50, № 7, 2009 г. — 822. — с. 3.
3. Зарипов А. Т., Ибатуллина И. Т. Техничко-экономическая оценка методов добычи природных битумов для условий месторождений Республики Татарстан // Нефтяное хозяйство, 03.2006, с. 64–66.
4. Ускова А. Тепловые методы сегодня // Нефтяник Удмуртии / журнал № 46 (1687) — Ижевск, 03.12.2010. — 1 с.
5. Рябов С. Опыт эксплуатации добывающих скважин по технологии SAGD на примере ОПУ-5 Ярегского месторождения // Нефтегазовая вертикаль / журнал № 17, 2015. — с. 107–108. (Остальной список источников приведен в полном тексте статьи).

SUMMARY OF THE PROJECT

The work is devoted to theoretical and numerical methods for the study of thermal effects on the layers of the Bazhenov formation by injecting steam heating stimulates formation. Changes in temperature and pressure conditions with a sharp rise in temperature can not only reduce the viscosity of the free (potentially mobile) of oil contained in the pores, but also stimulate the generation of petroleum from kerogen matrix formation. Numerical simulation makes it possible to monitor the progress of this process in the reservoir over time and predict the parameters of production. As a result of work were collected and analyzed field data, collector and thermal parameters of layers Bazhenov formation the Ob region built calculation model of cell formation penetrated by a horizontal wellbore, as well as a numerical calculation warm reservoir to the temperature of generation of the liquid phase contained in the kerogen hydrocarbon via mathematical modeling package Comsol Multiphysics 4.4. The calculation allowed us to estimate the increase in mobile oil hides formation after injection of coolant.

KEYWORDS

Kerogen, thermal effects, the generation of liquid hydrocarbons, numerical simulation, horizontal wells, increase in recoverable reserves.

ДОКЛАДЧИК

Силинский Виктор Алексеевич
Silinsky Victor

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Оценка технологической эффективности получения гипохлорита натрия из минерализованных вод Вологодской области

ОРГАНИЗАЦИЯ

Вологодский государственный университет

РЕЗЮМЕ

В проекте рассматривается возможность получения гипохлорита натрия путем электролиза высокоминерализованных подземных вод Вологодской области. В работе изучены особенности протекания электролиза в минерализованной воде с различным содержанием хлоридов при разных режимах процесса. Выявлены оптимальные технологические режимы работы электролизеров на природном сырье — минеральной воде.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Обеззараживание, гипохлорит натрия, электролиз, высокоминерализованные воды.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Цель работы: обоснование технологической эффективности получения ГХН из высокоминерализованных подземных вод на месте потребления.

Для достижения поставленной цели в работе решались следующие задачи:

- оценка возможности использования природной минеральной воды в качестве сырья для производства ГХН;
- изучение и установление особенностей протекания электролиза в минерализованной воде при различных режимах процесса;
- оценка влияния температурного режима и времени хранения на концентрацию активного вещества полученного ГХН.

ВВЕДЕНИЕ

Решение вопроса о выборе метода и реагентов для обеззараживания воды в настоящее время является одной из определяющих проблем организаций, имеющих непосредственное отношение к обеспечению потребителей качественной и безопасной питьевой водой, а также дезинфекции очищенных сточных вод перед сбросом их в водоемы.

В данной работе рассматривается возможность получения гипохлорита натрия из высокоминерализованных вод подземных источников, расположенных в непосредственной близости к объектам коммунального хозяйства. Вологодская область располагает значительным запасом подземных вод с высоким содержанием хлоридов. Именно эти воды рассматриваются в качестве рассолов для получения ГХН электрохимическим способом.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Для реализации поставленных задач был проведен анализ научно-технической литературы, рассматривающих методы обеззараживания природных вод, а также рассмотрены возможности использования подземных вод Вологодской области для получения гипохлорита натрия. Исследования проводились в лабораторных условиях кафедры «Водоснабжения и водоотведения» Вологодского государственного университета и выполнялись в соответствии со стандартными методиками аналитической химии. Расчет и обработка результатов исследований проводилась с использованием методов математической статистики.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Использование менее токсичных и более безопасных реагентов для обеззараживания воды обеспечивает экологически безопасное развитие систем водопроводно-коммунальных хозяйств.

В данной научно-исследовательской работе рассмотрено решение актуальной задачи: совершенствования технологии производства гипохлорита натрия электролизом минерализованных подземных вод.

По результатам проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

- получение ГХН из минерализованных подземных вод можно рассматривать, как один из перспективных вариантов с экономической точки зрения;
- гипохлорит натрия может быть получен электролизом минерализованной воды с максимальной концентрацией 9,04 г/л по активному хлору при анодной плотности тока 1100 А/м² за 100 мин. процесса;
- повышение плотности тока с 800 до 1100 А/м² снижает выход хлора по току на 8–15%. При плотности тока 800 А/м² выход хлора по току максимален и составляет от 60 до 45% для исходной концентрации хлоридов 20 г/л и от 80 до 50% для исходной концентрации хлоридов 200 г/л;
- время хранения приготовленного ГХН влияет на снижение концентрации активного хлора в готовом продукте. Скорость снижения концентрации существенно зависит от температурного режима хранения полученного ГХН;
- при использовании минерализованной воды подземных источников, расположенных в непосредственной близости к объектам водопроводно-канализационного хозяйства, достигается значительная экономия средств, за счет снижения затрат на приобретение, доставку, подготовку реагентов, а также обеспечивается безопасная эксплуатация водопроводно-коммунального хозяйства.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Фесенко, Л.Н. Дезинфектант воды — гипохлорит натрия: производство и применение: монография / Л.Н. Фесенко, В.В. Денисов, А.Ю. Скрыбин; под ред. В.В. Денисова; ООО НПП «Экофес», Юж.-Рос. гос. техн. ун.-т. — Новочеркасск: Лик, 2012. — 237 с.
2. Доклад о состоянии и охране окружающей среды Вологодской области в 2014 году / Правительство Вологодской области, Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды Вологодской области — Вологда, 2015. — 250 с.
3. Пчельников, И.В. Исследование режимов работы и выбор оптимальных условий непроточного электролиза при получении гипохлорита натрия из морской воды [Текст]/ И.В. Пчельников// Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки. — 2013. — №6. — С. 112–117.
4. Кассандрова, О.Н. Обработка результатов наблюдений / О.Н. Кассандрова, В.В. Лебедев; «Наука», Главная редакция физ.-мат. литературы. — Москва, 1970. — 105 с.

SUMMARY OF THE PROJECT

In projekt contemplate a possibility of getting sodium hypochlorite by electrolysis of high-mineralized groundwaters of Vologda Region. In project explore the possibility of electrolysis of high-mineralized waters with different content of chlorides at various proses conditions. The optimal technological conditions proses of electrolyzers on natural raw materials — mineral water.

KEYWORDS

Disinfection, sodium hypochlorite electrolysis, highly mineralized water.

ДОКЛАДЧИК

Тарасова Алёна Андреевна
Tarasova Alyona

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Тенденции изменения фауны и населения типичных и сопутствующих птиц водно-болотных комплексов европейской лесостепи

ОРГАНИЗАЦИЯ

Курский государственный университет

РЕЗЮМЕ

Проведение обработки литературных данных и собственных исследований в области изменения фауны и населения типичных и сопутствующих птиц водно-болотных комплексов европейской лесостепи на примере Курской области. А также разработка модели переливной плотины, как способ увеличения экологической емкости водно-болотных комплексов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Орнитофауна, мониторинг, водно-болотные комплексы, переливная плотина, экологическая ёмкость.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Цель: выявить тенденции изменения фауны и населения типичных и сопутствующих птиц ВБК европейской лесостепи.

Для этого необходимо решить такие задачи как:

1. Оценить состояние ВБУ и орнитофауны, их населяющей, на территории Курской области 70–80-х годов XX в.
2. Проанализировать современное состояние фауны и населения типичных и сопутствующих птиц ВБК.
3. Сравнить анализируемые периоды и выявить тенденции изменений.
4. Разработать практические рекомендации по улучшению гидрологического режима водно-болотных комплексов.

ВВЕДЕНИЕ

Сегодня перед нами стоит важная задача — сохранение типичной лесостепной фауны гнездящихся птиц и изучение возможности ее обогащения за счет проникновения новых видов, которые имеют непосредственное, первоочередное значение для человека. К тому же ВБК — это динамичная система, которая нуждается в постоянном контроле и правильной оценке происходящих процессов. Кроме того, при правильном подходе, можно получить экономическую выгоду, как это делается в США и Канаде.

Объект: орнитофауна водно-болотных комплексов Курской области.

Предметом: показатели изменения фауны и населения типичных и сопутствующих птиц ВБК Курской области.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Основой полевых исследований орнитофауны является метод количественных учетов птиц на постоянных маршрутах. Методики учета фауны и населения птиц разработаны Наумовым Р.Л. (1960), Кузякиным А.П. (1958), Чельцовым-Бебутовым А.М. (1959), Реймерсом Р.Ф. (1958), Равкиным Ю.С. и Равкиным Е.С. (1991). Анализ преимуществ методов количественных учетов птиц на постоянных маршрутах [Щеголев, 1977], дающих по территории Черноземья 50–70% фауны и населения птиц, и особенности нашего исследования позволяют применять этот метод для изучения видового состава и плотности населения птиц. Возможные ошибки нивелируются за счет увеличения частоты учетов.

По итогам расчетов определяются:

- плотность каждого вида с учетом относительной погрешности;

- количество особей каждого вида и количество встреч;
- процент каждого вида от общей плотности видов в биотопе;
- общая плотность всех видов в биотопе с относительной погрешностью, количеством отмеченных особей и количеством их встреч.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Проведя анализ литературных данных и собственные исследования, мы пришли к следующим выводам:

1. В орнитокомплексе модельного участка отмечено до 70 видов птиц, с высокой численностью (до 1000 особей/км²), что значительно превышает аналогичные показатели оценочных участков. Соотношение птиц типичных водно-болотных и сопутствующих примерно одинаково, как по видовому составу, так и по численности. Но высокая численность водно-болотных птиц вызвана исключительно доминированием одного вида, и то на крайне ограниченной площади, что является отрицательным показателем.
2. По сравнению с литературными данными, очевидны намечаемые тенденции уменьшения всех показателей для типичных видов ВБК по сравнению с сопутствующими, что обусловлено приходом тепло-засушливой климатической фазы, вызывающей деградацию ВБК за счет формирования заступающих сукцессий.
3. Относительное богатство видового состава и численности на модельном участке обусловлено проведением биотехнических мероприятий, особенно связанных с регулированием уровня воды, что частично вызывает обновление сукцессий и увеличивает мозаичность.
4. Применяемые биотехнические мероприятия по регулированию уровня воды часто проходят без учета ряда климатических и гидрологических факторов. Поэтому нами предложены модели переливных плотин, созданных по принципу «автоматической регуляции», также необходимо проведение мероприятий по выкашиванию части травостоя для улучшения пищевой базы и уменьшению риска палов.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Будниченко А. С. Биотопическое распределение и плотность гнездящихся птиц Белгородской области.
2. Дежкин В., Снакин В., Попова Л. Экология возрождения природы.
3. Кривенко В. Г., Виноградов В. Г. Современное состояние ресурсов водоплавающих птиц России и проблемы их охраны.
4. Кривенко В. Г., Виноградов В. Г., Петрунин В. Б. Ресурсы водоплавающих птиц России и проблемы их охраны.
5. Миронов В. И., Чернышев А. А. Эколого-фаунистические группировки птиц естественных и антропогенных ландшафтов Курской области.
6. Миронов В. И., Чернышев А. А. Фауна и население птиц техногенных водоемов Курской области.
7. Рязанцев С. А. Птицы юго-западной части ЦЧО.
8. Рыжков О. В., Власов А. А., Золотухин Н. И., Миронов В. И., Сошнина В. П., Рыжкова Г. А., Власова О. П., Власов Е. А., Рыжков Д. О., Конарева Л. А., Игнатов М. С., Игнатова Е. А. Биологическое разнообразие техногенных ландшафтов Курской АЭС.

SUMMARY OF THE PROJECT

Processing of literature data and our own research in the field of changes in the fauna and population of typical birds and associated wetland complexes of the European forest-steppe in the example of the Kursk region. As well as the development of

a model of the overflow of the dam, as a way to increase the ecological capacity of wetland complexes.

KEYWORDS

Avifauna, monitoring, wetland complexes, overflow dam, environmental capacity.

ДОКЛАДЧИК

Тищенко Артём Валерьевич
Tishchenko Artyom

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Биоремедиация почвы, загрязненной тяжелыми металлами

ОРГАНИЗАЦИЯ

Пермский государственный
национальный
исследовательский университет

РЕЗЮМЕ

Установлено, что содержание тяжелых металлов в отобранных образцах почвы г. Перми составляет от 0.1 до 500 и выше мг/кг почвы. Уровень загрязнения в них превышает ПДК от 6 до 70 раз. Степень извлечения тяжелых металлов из загрязненных почв с помощью *Rhodococcus*-биосурфактантов в 1,5–50 раз превышает таковую по сравнению с использованием твина 60. Наиболее эффективным является применение биосурфактанта, продуцируемого *R. ruber* ИЭГМ 231 в присутствии С16. Выявлена прямая зависимость повышения всхожести семян, роста корней и побегов растений-аккумуляторов тяжелых металлов от присутствия *Rhodococcus*-биосурфактантов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Почва, тяжелые металлы, фиторемедиация, *Rhodococcus*-биосурфактант.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Цель настоящей работы — оценка возможности использования *Rhodococcus*-биосурфактантов для фиторемедиации почв, загрязненных тяжелыми металлами.

Конкретные задачи исследования включали:

1. Оценить возможность использования сурфактантов для извлечения тяжелых металлов из почв с долгосрочным техногенным загрязнением.
2. Сравнить эффективность применения сурфактантов биогенного (*Rhodococcus*-биосурфактантов) и синтетического (твин 60) происхождения.
3. Изучить влияние тяжелых металлов на прорастание фитоаккумуляторов (вики полевой, горчицы белой и овса посевного) в присутствии *Rhodococcus*-биосурфактантов.
4. Оценить эффективность очистки загрязненных почв методом фиторемедиации с использованием *Rhodococcus*-биосурфактантов.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время остро стоит проблема техногенного загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами (ТМ). ТМ не подвергаются биодegradации. Они оседают в почве и по трофическим цепям передаются высшим животным, человеку, отрицательно влияя на их жизнедеятельность.

Существующие способы очистки от ТМ базируются на использовании физико-химических приемов, которые не обеспечивают полноты удаления ионов ТМ. Биосурфактанты способствуют увеличению десорбции металлов от компонентов почвы, а растения активно аккумулируют ионы ТМ. В связи с этим идет разработка комбинированного экологически безопасного способа очистки почвы с одновременным использованием биосурфактантов и фиторемедиации.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

В работе использовали 11 почвенных образцов, отобранных нами на территории деятельности различных предприятий, являющихся ключевыми источниками загрязнения ТМ и располагающихся в различных районах города Перми.

Почвенные образцы анализировали по уровню влажности, показателю активной кислотности, содержанию водо- и кислоторастворимых форм ТМ, таких как: Cd, Cr, Cu, Fe, Ni, Pb, и Zn.

Извлечение ТМ из почв проводили параллельно с использованием синтетического сурфактанта твина 60 и неочищенных биосурфактантов, продуцируемых клетками *Rhodococcus ruber* ИЭГМ 231 в минеральной среде с C₁₂ или C₁₆ в качестве единственного источника углерода. В качестве контроля использовали дистиллированную воду. Эксперименты по отмыванию почв проводили в течение семи суток. Остаточное содержание ТМ определяли атомно-абсорбционным спектрометром. При изучении влияния биосурфактантов в разных концентрациях (2,0; 4,0; 8,0 г/л) на фитотоксичность ТМ использовали Овёс посевной (*Avena sativa*), Горчицу белую (*Sinapis alba*) и Вику полевую (*Vicia sativa* L.). Уровень фитотоксичности определяли в соответствии со стандартными Методическими рекомендациями МР 2.1.7.2297–07 «Фитотест». Соли ТМ добавляли в количестве 1, 10, 50, 100 и 200 ПДК с учетом фона по Кларк. Эксперименты по фитотоксичности проводили на базе учебного Ботанического сада ПГНИУ. Все эксперименты проводили в трехкратной повторности. Полученные результаты обрабатывали статистически с помощью пакета компьютерных программ Excel 2007.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

В результате проведенных исследований установлено, что содержание ТМ в отобранных образцах почвы г. Перми составляет от одной десятой до пятисот и выше мг/кг почвы. Наиболее загрязненными являются почвы, отобранные в Мотовилихинском, Орджоникидзевском и Свердловском районах. Уровень загрязнения ТМ в них превышает ПДК от 6 до 70 раз. По нашим данным, степень извлечения тяжелых металлов из загрязненных почв с помощью *Rhodococcus*-биосурфактантов в 1,5–50 раз превышает таковую по сравнению с использованием твина 60. Наиболее эффективным является применение биосурфактанта, продуцируемого *R. ruber* ИЭГМ 231 в присутствии C₁₆. Экспериментально обосновано, что наибольшая (21–100%) степень извлечения ТМ из антропогенно загрязненных почв достигается с использованием *Rhodococcus*-биосурфактантов при концентрации 4 г/л. Выявлена прямая зависимость повышения всхожести семян, роста корней и побегов растений-аккумуляторов ТМ от присутствия *Rhodococcus*-биосурфактантов. Используемые в настоящем исследовании *Rhodococcus*-биосурфактанты и растения-фитоаккумуляторы рекомендуются для практического использования в разработке комплексной технологии очистки почвы, техногенно загрязненной ТМ.

Результаты исследования доложены в виде устных докладов на молодежных научных конференциях (Екатеринбург, 2014; Новосибирск, 2015) и опубликованы в четырех статьях (Аграрный вестник Урала и др.).

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Дабахов М. В., Дабахова Е. В., Титова В. И. Тяжелые металлы: экотоксикология и проблемы нормирования // Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия. — Н. Новгород., 2005. — 165 с.
2. Мартьянычев А. В. Применение фиторемедиации почв для очистки земель сельскохозяйственного назначения // Вестник НГИЭИ. — 2012. — № 10. — С. 56–63.
3. Костина Л. В., Тищенко А. В., Куюкина М. С., Ившина И. Б. Извлечение тяжелых металлов из техногенно загрязненных городских почв // Аграрный вестник Урала. — 2014. — № 11. — С. 47–53.

SUMMARY OF THE PROJECT

The conducted research involving the evaluation of the possibility of using Rhodococcus-biosurfactants for the phytoremediation of soil contaminated with heavy metals, has found that the selected samples of Perm's soil contain from 0.1 to 500 and more milligrams of heavy metals per one kilogram of soil. The most contaminated was the soil from Motovilihinsky, Ordzhonikidzevsky and Sverdlovsky districts. The level of heavy metals contamination is from 6–70 times higher than the threshold limit value. It has been shown, that the levels of heavy metals extraction from the contaminated soil using Rhodococcus-biosurfactants is from 1.5 to 50 times higher than those of polysorbate-60. The most effective is the usage of biosurfactant, produced by *R. ruber* IEGM231 in the presence of hexadecane. The experiments proved that the highest level of heavy metals extraction from the technogenically contaminated soil (21–100%) is achieved by using Rhodococcus-biosurfactants at the concentration of 4 g/l. An increase can be observed in seed germination, roots» and shoots» growth of plants that accumulate heavy metals in the presence of biosurfactants. Biosurfactants produced by Rhodococcus when they are grown in a mineral medium in the presence of n-dodecane and n-hexadecane can be used to clean and restore technogenically contaminated soil through phytoremediation. Rhodococcus-biosurfactants and plants that accumulate heavy metals used in this research are recommended for practical use in development of a complex contaminated soil purification technology.

KEYWORDS

Soil, heavy metals, phytoremediation, rhodococcus-biosurfactants.

ДОКЛАДЧИК

Тюмина Елена Александровна
Tumina Elena

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Биодеструкция фармполлютантов с использованием актинобактерий

ОРГАНИЗАЦИЯ

Пермский государственный
национальный
исследовательский университет

РЕЗЮМЕ

Подтверждена способность актинобактерий рода *Rhodococcus* к биотрансформации фармполлютантов на примере дротаверина гидрохлорида и кодеина фосфата. Показано, что использование иммобилизованных и покоящихся клеток родококков повышает эффективность биodeградации фармполлютантов. Расшифрованы пути биодеструкции дротаверина и кодеина. Подобраны штаммы — активные биодеструкторы, пригодные для получения устойчивых биокатализаторов разложения гетероциклических азотсодержащих соединений. Полученные данные расширяют представление о каталитической активности родококков и свидетельствуют об их ключевом вкладе в деконтаминацию природных экосистем от фармполлютантов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Атинобактерии, *Rhodococcus*, фармполлютанты, дротаверин, кодеин, биодеструкция, кометаболизм.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Цель настоящей работы — исследование способности актинобактерий рода *Rhodococcus* к биотрансформации фармполлютантов на примере дротаверина гидрохлорида и кодеина фосфата.

Конкретные задачи исследования включали:

1. Изучить минимальные подавляющие концентрации дротаверина гидрохлорида и кодеина фосфата в отношении актинобактерий разных видов.

2. Подобрать оптимальные условия биодеструкции дротаверина гидрохлорида и кодеина фосфата.
3. Оценить возможность использования иммобилизованных родококков для биодеструкции дротаверина гидрохлорида и кодеина фосфата.
4. Оценить возможность использования покоящихся родококков для биодеструкции дротаверина гидрохлорида.
5. Обнаружить и идентифицировать возможные метаболиты процесса биодеструкции дротаверина гидрохлорида и кодеина фосфата, оценить степень их токсичности.

ВВЕДЕНИЕ

Сегодня остро стоит экологическая проблема присутствия и аккумуляции фармацевтических веществ в окружающей среде [1]. Известно, что в процессах самоочищения открытых экосистем доминирующую роль играют актинобактерии рода *Rhodococcus* [2, 3]. Экологическая пластичность, высокая катаболическая активность родококков определяют технологические преимущества использования их в качестве биокатализаторов процесса деструкции многих ксенобиотиков, в том числе фармполлютантов. Среди экофармполлютантов, детектируемых в окружающей среде, наиболее распространены гетероциклические азотсодержащие соединения, в частности дротаверина гидрохлорид и кодеина фосфат [4].

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

В работе использовали 148 штаммов актинобактерий из Региональной профилированной коллекции алканотрофных микроорганизмов, действующей на базе Института экологии и генетики микроорганизмов УрО РАН и входящей в Перечень Уникальных научных установок РФ. В экспериментах по биодеструкции применяли минеральную среду RS и фосфатный буфер. Дротаверин и кодеин вносили в среду в виде фармацевтических субстанций, клетки родококков предварительно выращивали в течение трех сут в мясопептонном бульоне. В работе наряду с вегетативными использовали иммобилизованные и цистоподобные покоящиеся клетки; в качестве носителей — использовали адсорбент на основе древесных пород, доступного в регионе материала, или криогель на основе поливинилового спирта. Покоящиеся формы родококков готовили по методике, разработанной в Институте микробиологии имени С.Н. Виноградского РАН. Под термином «цистоподобные покоящиеся клетки» понимаем клетки, не обладающие метаболической активностью и характеризующиеся повышенной устойчивостью к неблагоприятным факторам внешней среды. Убыль фармацевтических веществ в процессе биодеструкции регистрировали методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. Состав продуктов разложения исследовали методом газовой хроматографии с масс-селективным детектированием. Во всех экспериментах использовали контроли для оценки абиотической деструкции и степени адсорбции дротаверина и кодеина на бактериальных клетках.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

В результате проведенных исследований установлено, что родококки экологически значимых видов *R. erythropolis*, *R. rhodochrous* и *R. ruber* обладают выраженной толерантностью к дротаверина гидрохлориду и кодеина фосфату. Максимальная резистентность в отношении обоих фармполлютантов выявлена у *R. rhodochrous* ИЭГМ 647, который использовался нами в дальнейшем в экспериментах.

Процесс разложения дротаверина и кодеина с использованием вегетативных бактериальных клеток протекал крайне медленно (более 90 сут), что свидетельствовало о высокой химической устойчивости молекул данных фармполлютантов.

С целью ускорения процесса биодеструкции были апробированы следующие приемы:

- прединкубация клеток в присутствии низких концентраций фармаполлютантов,
- введение в инкубационную среду энергетических косубстратов,
- иммобилизация клеток,
- использование покоящихся клеток в качестве инокулята.

Использование приема прединкубации родококков позволило сократить продолжительность процесса биотрансформации дротаверина со 103 до 60 сут, а кодеина — со 122 до 90 сут. Введение глюкозы в качестве косубстрата сокращало процесс биодеструкции дротаверина до 42 сут. Использование иммобилизованных на древесном носителе родококков существенно сокращало процесс биодеструкции дротаверина гидрохлорида — с 42 до 7 сут.

Использование покоящихся клеток *R. rhodochrous* ИЭГМ 647 в качестве инокулята способствовало увеличению их биодеградирующей активности в отношении дротаверина при неоптимальной ($35\pm 2^\circ\text{C}$) температуре.

В результате биодеструкции дротаверина клетками *R. rhodochrous* ИЭГМ 647 впервые достигнуто раскрытие изохинолинового кольца с образованием менее токсичных метаболитов — производных протокатеховой кислоты. Биотрансформация кодеина протекала с образованием продуктов (гидрокодон, кодеинон, 14-гидроксикодеинон) с более выраженной токсичностью, чем таковая исходного соединения. Полученные данные свидетельствуют о высокой химической устойчивости молекулы кодеина фосфата и потенциальной опасности данного фармполлютанта для экосистем.

Использованный в работе штамм *R. rhodochrous* ИЭГМ 647 пригоден для получения устойчивого биокатализатора процесса разложения гетероциклических азотсодержащих соединений. Использование данного биокатализатора обеспечивает максимальное разложение дротаверина с образованием простых соединений, не обладающих выраженной токсичностью, а также получение новых соединений с биологической активностью. Полученные данные расширяют представление о каталитической активности актинобактерий рода *Rhodococcus* и свидетельствуют об их ключевом вкладе в деконтаминацию природных экосистем от фармполлютантов.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Pharmaceuticals in the environment-Global occurrences and perspectives [Текст] / T. Aus der Beek [et al.] // *Environmental Toxicology and Chemistry*. — 2016. — V. 35, № 4. — P. 823–835.
2. Larkin, M.J. Biodegradation by members of the genus *Rhodococcus*: biochemistry, physiology, and genetic adaptation [Текст] / M.J. Larkin, L.A. Kulakov, C.C. R. Allen // *Advances in Applied Microbiology*. — 2006. — V. 59. — P. 1–29.
3. Kuyukina, M.S. *Rhodococcus* biosurfactants: biosynthesis, properties and potential application [Текст] / M.S. Kuyukina, I.B. Ivshina // *Microbiology Monographs. Biology of Rhodococcus* — 2010. — V. 16. — P. 292–313.
4. BASE project 2012–2014: Pilot activity to identify sources and flow patterns of pharmaceuticals in St. Petersburg to the Baltic Sea [Текст] / V. Nikiforov, Z. Zhakovskaya, Y. Russkikh, E. Chernova // *Helcom*. 2014. 53 p.

SUMMARY OF THE PROJECT

The studies provided new data on the ability of *Rhodococcus* actinobacteria to use drotaverine and codeine as the sole carbon and energy sources, the degree of biodegradability, the toxic effects of the studied pharmaceutical pollutants, and the parameters of the initial stages of bacterial decomposition and co-metabolism. In the biodegradation experiments using free, immobilized and cyst-like dormant cells of actinobacteria research active strains-biodestructors were defined; optimal conditions for biodegradation were determined; and biological degradation

pathways of drotaverine and codeine were identified. The actinobacteria strains used could be recommended to obtain a stable biocatalyst for decomposition of nitrogen-containing heterocyclic compounds.

KEYWORDS

Actinobacteria, Rhodococcus, pharmaceutical pollutants, drotaverine, codeine, biodestruction, co-metabolism.

ДОКЛАДЧИК

Хайбрахманов Ильдар
Ринатович

Khaybrakhmanov Ildar

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Расчет потенциальных почвенных потерь от водной эрозии с применением ГИС-технологий (на примере территории Хвалынского района Саратовской области)

ОРГАНИЗАЦИЯ

Саратовский государственный
университет имени
Н.Г. Чернышевского

РЕЗЮМЕ

В работе рассмотрена проблема почвенных потерь, которая с каждым годом приобретает новые масштабы. Для количественной оценки было применено уравнение почвенных потерь Уишмейера-Смита и составлена карта потенциальных почвенных потерь с помощью ГИС-технологий на территорию Хвалынского района (Саратовская область).

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Водная эрозия, модель Уишмейера-Смита, почвенные потери, ГИС

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Основную целью исследования заключалось в применении физико-статистической модели развития эрозии для прогнозирования потенциальных почвенных потерь на территории Хвалынского района с применением ГИС-технологий.

Задачами данного исследования являются:

- рассмотреть и раскрыть подробно понятие эрозии, их виды;
- выявить пространственную и временную изменчивость основных факторов водной эрозии почв, как главной причины деградации агроландшафтов и овражно-балочной сети;
- собрать и рассмотреть картографический и статистический материал для расчетов среднегодовой потери почвы;
- использовать функционал ГИС для создания синтетической карты потенциальных почвенных потерь.

ВВЕДЕНИЕ

Одной из актуальных экологических проблем в современном мире является проблема водной эрозии почв. Интенсивность разрушительного действия эрозии с каждым годом стремительно растёт, что ведет негативным последствиям: ухудшению экологического состояния ландшафтов, потерей экологической устойчивости земельных ресурсов, и самое главное — деградации почвенного покрова.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

В работе были использованы материалы дистанционного зондирования земли: ЦМР-SRTM (Shuttle radar topographic mission); карты различной тематики на территорию Хвалынского района: почвенная, растительности; картограмма эродлируемой способности дождя. Расчеты проводились с помощью ГИС Qgis, SAGA, MAPINFO.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Водно-эрозионный процесс очень сложен и изменчив в своей интерпретации, так как на него оказывает действие не один фактор, а совокупность множества факторов воздействующих с разной силой и интенсивностью, это: климат, рельеф, почва, подстилающая поверхность, агротехническое воздействие. Наиболее логичной и научно-обоснованной реализацией модели для описания механизма эрозии почв является Универсальное Уравнение Почвенных Потерь (Universal Soil Loss Equation, USLE) (1) разработанное в США Уишмейером и Смитом [1]. Уравнение представляет собой физико-статистическую модель среднесезонного ливневого смыва почв с единицы поверхности и имеет мультипликативную структуру, где перемножаются эрозионные факторы, выраженные через коэффициенты:

$$W = R [?] [?] K [?] [?] LS [?] [?] C [?] [?] P, (1)$$

где: W — среднегодовой модуль потерь почвы, т/га в год; R — фактор эродирующей способности дождя; K — фактор эрозионной устойчивости почвы; LS — фактор рельефа, где L — фактор длины склона, S — фактор уклона; C — фактор севооборота; P — фактор почвозащитных мероприятий.

Возможности многофункциональных ГИС-программ с мощным блоком морфометрического и гидрологического анализа позволили перейти от одномерных (профильных) к двумерным (пространственно-распределенным) моделям водной эрозии почв [2]. Для проведения расчетов был собран обширный материал включающий: цифровую модель рельефа (на её основе также были построены карты углов наклона земной поверхности и длин склонов), почвенную карту, карту растительности, картограмму эрозионного индекса осадков. Все полученные данные из материалов были обработаны в программе QGIS 2.14.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Заславский, М.Н. Эрозиоведение [Текст]: учеб. для студентов географ. и почв. спец. вузов / М.Н. Заславский — М.: Высш. шк., 1983. — 320 с.
2. Литвин Л.Ф.» География эрозии почв сельскохозяйственных земель России» М.: Академкнига. 2002–255 с.
3. Буряк Ж.А. Бассейновая организация природопользования в Белгородском экорегионе: дис. канд. географ. наук: 25.00.36: защищена 17.11.2015: утв. 02.03.2016. — М., 2015. — 193 с. Воронежский государственный педагогический университет
4. Геоинформатика [Текст]: учеб. для студ. вузов / Е.Г. Капралов, А.В. Кошкарев, В.С. Тикунов и др.; под ред. В.С. Тикунова. — М.: Академия, 2005. — 480 с.
5. Заславский, М.Н. Карта эрозионного индекса дождевых осадков Европейской территории СССР и Кавказа [Текст] / М.Н. Заславский, Г.А. Ларионов, О.Г. Докудовская, Н.П. Тарабрин // Эрозия почв и русловые процессы. — 1981. — Вып. 8. — С. 17–29.

SUMMARY OF THE PROJECT

The paper considers the problem of soil loss, which is a new masshtaby. Dlya quantitative evaluation of soil loss equation applied Uishmeyera Smith gets every year, and a map of potential soil loss with the help of GIS technologies in Khvalynsk district (Saratov region).

KEYWORDS

Water erosion, model Uishmeyera Smith, soil loss, GIS.

ДОКЛАДЧИК

Чеботарева Анастасия
Сергеевна
Chebotareva Anastasia

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Проблемы восстановления исторического облика парковых территорий русских усадеб (на примере Воронежской области)

ОРГАНИЗАЦИЯ

Воронежский государственный
лесотехнический университет
имени Г. Ф. Морозова

СОАВТОР(Ы) ДОКЛАДА

Коновалова Е. В.

РЕЗЮМЕ

Проект затрагивает проблему восстановления исторического облика приусадебных территорий Воронежской области. В усадьбе Веневитиновых «Новоживотинное» восстановлено здание и благоустроена парковая территория. В усадьбе Ольденбургских «Рамонь» реконструирована парковая зона в соответствии с исторической справкой. На территории Усадьбы Тулиновых «Хлебное» реставрационные работы никогда не проводились. В нашей работе представлен проект восстановления парковой территории этой усадьбы. Мы предлагаем проектное решение реконструкции насаждений и благоустройства территории. Проект содержит генеральный план, описание рекомендуемых мероприятий и иллюстрационный материал.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Усадьба, реставрация, парк, восстановление.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Цель нашего проекта — создать проект благоустройства, озеленения и реставрации пришедшей в упадок парковой территории усадьбы «Хлебное». В задачи проекта входит: изучение исторической справки существовавших на территории Воронежской области, русских усадеб; рекогносцировочное обследование парковой территории; создание проекта восстановления парковой территории.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время усиливается падение русского национального самосознания, поэтому особенно необходимо восстановление приемлемых ценностных ориентиров воспитания. Русская усадьба является феноменом, во многом определившим облик всех тех, кто в ней проживал, и в первую очередь правящего сословия — дворянства. Дворянские усадьбы, долгое время являлись культурными, экономическими, образовательными и воспитательными центрами.

В Воронежской области находились родовые поместья многих выдающихся поэтов, писателей, общественных деятелей: Д. В. Веневитинов, Ольденбургские, Тулиновы, на примере этих известных в России фамилий, мы хотели бы рассмотреть проблему восстановления исторического облика парковых территорий русских усадеб.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Научно-исследовательская работа основана на изучении исторических данных Воронежской области. Изучение парковых территорий проводилось в соответствии с действующими нормативами, с применением общепризнанных методик рекреационной оценки леса по А. И. Тарасову, классификации типов ландшафтов по Н. М. Тюльпанову, эстетической оценки участка, санитарно-гигиенической оценки насаждений по Н. Н. Гусеву и определение рекреационной емкости лесных участков. Проектная часть разрабатывалась с применением стандартных программ Realtime.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Результатом нашей работы стал проект восстановления парковой территории усадьбы «Хлебное». Воплощение данного проекта позволит вернуть достойную историческую память красивейшему месту Воронежской области. Даст

возможность открыть еще один рекреационный объект для туристов нашей страны и зарубежья. Позволит повысить нравственное и историческое воспитание молодежи. А также значительно улучшит экологическую обстановку данного населенного пункта.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. <http://www.tsvetnik.info/landscape/27.htm>
2. <http://deadokey.livejournal.com/172252.html?thread=4239324>
3. <http://oldenburgpalace.ru/parkovaya-zona/>
4. <http://www.vrn.kp.ru/daily/25903.4/2860269/>
5. <http://www.voronezh.pro/usadba-venevitinovyh.html>
6. <http://www.gardenhistory.ru/page.php?pageid=414>
7. Усадьбы Воронежской области. Лариса Кригер. 2011 год.
8. Теория и практика реставрационных работ. Сборник №3. НИИТИиППСА. М., 1972
9. Усадьба Веневитиновых — главная достопримечательность села. «Ново-животинное» Е. Новичихин.

SUMMARY OF THE PROJECT

The project involves the problem of restoring the historic appearance of gardens in the Voronezh region. The estate Venevitinovs «Novozhivotinnoe» restored the building and landscaped park area. The estate of Oldenburg «Ramon» reconstructed park in accordance with historical information. Restoration works have never been conducted on the Tylinova's estate «Hlebnoe». In our work the project to restore the park area of the estate. We offer a design solution for Reconstruction and landscaping plants. The project contains a master plan, a description of the recommended measures and illustrative material.

KEYWORDS

Country estate, restoration, park, recovery.

ДОКЛАДЧИК

Черезова Анна Алексеевна
Cherezova Anna

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Реконструкция развития природной среды острова Большевик (архипелаг Северная Земля) в голоцене по данным изучения донных отложений озера Твердое

ОРГАНИЗАЦИЯ

Санкт-Петербургский
государственный университет

РЕЗЮМЕ

Данная работа посвящена исследованию 246 см колонки донных отложений озера Твердое, отобранной в ходе полевых работ в 2015 г. на острове Большевик. Сравнительный анализ результатов литолого-фациального, гранулометрического и диатомового анализов позволил выделить в колонке донных отложений семь этапов развития озера, охватывающих период осадконакопления с конца позднего неоплейстоцена до настоящего времени. Полученный материал и дальнейшие палеоботанические и геохимические исследования керны позволят заполнить пробелы в голоценовой истории развития природы и климата на архипелаге Северная Земля, как ключевом для палеогеографических исследований районе Российской Арктики.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Голоцен, Северная Земля, озерные отложения.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Цель проекта — реконструкция развития природной среды и климата на острове Большевик (архипелаг Северная Земля) в голоцене на основе комплексного исследования донных отложений озера Твердое.

Задачи проекта:

1. Найти и проанализировать всю имеющуюся на данный момент информацию по палеогеографии архипелага Северная Земля в позднем плейстоцене и голоцене.
2. Выполнить детальное литологическое описание колонки донных отложений озера Твердое с последующим разбором колонки на образцы.
3. Провести лабораторную подготовку проб для гранулометрического и диатомового анализов.
4. Выполнить гранулометрический и диатомовый анализы.
5. В результате сопряженного анализа всего полученного материала построить схему реконструкции развития природной среды и климата на о. Большевик в голоцене.

ВВЕДЕНИЕ

Исследования, проводимые в последнее время на Северной Земле, в основном были посвящены истории развития оледенения архипелага и колебаниям уровня моря в среднем и позднем неоплейстоцене. И малое количество работ затрагивало голоценовые изменения климата и природной среды. Озеро Твердое является перспективным объектом для палеогеографических исследований. Глубина озера достигает 10 м, оно не промерзает до дна и имеет профундальную часть, где отсутствуют волновые движения и ветровое перемешивание, что обуславливает непрерывное и ненарушенное осадконакопление. Во время последнего оледенения котловина озера не перекрывалась ледниками, поэтому мы предполагаем, что полученная колонка охватывает период осадконакопления всего голоцена.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Колонка донных отложений оз. Твердое длиной 246 см была отобрана на СЗ о. Большевик (79,24516° с.ш., 101,81523° в.д.) при глубине 4,57 м с помощью торфяного бура.

1. Литологическое описание керна проводилось в лаборатории в чистых условиях, где керн был вскрыт, очищен, сфотографирован, детально описан и разобран на образцы. При литологическом описании определялись: структура осадка, текстура, цвет, минеральные и органические включения, характер границ между горизонтами.
2. Гранулометрический анализ включал:
 - 1) сушку образцов методом дегидратации в замороженном состоянии на приборе Freeze Drier;
 - 2) разложение присутствующей в пробе органики в 10% р-ре перекиси водорода (H₂O₂);
 - 3) разделение на грубую (>63 μm) и мелкую (<63 μm) фракции путем влажного ситования;
 - 4) анализ грубой фракции методом сухого ситования на приборе Sonic Sifter;
 - 5) анализ мелкой фракции на приборе SediGraph 5100;
 - 6) анализ и графическое представление результатов в программах Microsoft Excel 2007 и Grapher.
3. Диатомовый анализ включал:

- 1) см. пункт 1 выше;
- 2) проверку на карбонаты 10% р-ром соляной кислоты (HCl);
- 3) кипячение в 30% р-ре перекиси водорода;
- 4) отмучивание от пелитовых частиц;
- 5) обогащение пробы створками путем центрифугирования с тяжелой жидкостью;
- 6) приготовление постоянных препаратов с помощью среды Эляшева;
- 7) подсчет и видовое определение диатомей под микроскоп МБИ-15У4.2;
- 8) определение эколого-географических предпочтений таксонов с помощью соответствующей литературы;
- 9) см. пункт 6 выше.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Гранулометрический анализ показал, что все проанализированные образцы представлены пелитом с примесью алевритовых частиц и т/з песка. Массовая доля частиц диаметром менее 5 μm по глубине колонки изменяется от 65,9 до 90,7%, с максимумом (более 90%) на глубине 54–58 см.

Диатомовый анализ выполнен для нижней части колонки. Всего было отмечено 60 видов и внутривидовых таксонов диатомей, принадлежащих к 26 родам. Перечень всех видов с их эколого-географической характеристикой представлен в работе.

Сравнительный анализ результатов литологического описания, гранулометрического и диатомового анализов позволил выделить в колонке донных отложений несколько этапов развития озера:

- Самая нижняя часть колонки (246–244 см) накапливалась в суровых климатических условиях позднеледникового. В это время котловина оз. Твердого не была занята ледником, и само озеро представляло собой неглубокий холодноводный водоем с многолетним покровом озерного льда.
- Переход от позднего неоплейстоцена к голоцену ознаменовался общим потеплением климата и резким возрастанием стока талых вод с водосбора, что послужило причиной интенсивной эрозии залегающих там морских отложений. Дальнейшее таяние привело к некоторому росту уровня воды в водоеме, а освобождение водосбора озера от снежников — к более широкому развитию растительности.
- Осадки, богатые органикой (193–124,5 см), как мы считаем, накапливались в теплых и влажных условиях климатического оптимума голоцена, которые по данным Andreev et al. (2008) на архипелаге Северная Земля устанавливались в промежуток времени 11,2–9,4 тыс. лет назад. В это время в озере создавались благоприятные условия для развития фитобентоса и донной растительности, а уровень воды понижался по причине возросшего испарения и прекращения стока с водосбора в результате полной деградации снежников.
- После окончания термического оптимума голоцена началось похолодание климата, которое с некоторыми перерывами продолжается по настоящее время. Похолодание отразилось в появлении сезонного покрова льда на озере и в постепенном ухудшении условий для развития донной растительности, вплоть до её полного исчезновения в верхних 66 см колонки. В интервале 124,5–25 см мы можем наблюдать четкую тенденцию роста уровня воды, связанную с возрастанием стока с водосбора из-за меньшего испарения и выпадения большего количества атмосферных осадков.
- Во время формирования горизонта «условно» галечно-гравийных отложений (25–8,5 см) уровень воды в озере падал, что привело к размыву нижележащих неконсолидированных осадков. Активная волноприбойная деятельность говорит о том, что в летнее время озеро было свободно от ледового

покрова, что в свою очередь указывает на более высокие летние температуры, чем в настоящее время.

- В наши дни оз. Твердое представляет собой холодноводный олиготрофный и относительно неглубокий водоем, эпизодически вскрывающийся ото льда в летнее время.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Andreev A.A., Lubinski D.J., Bobrov A.A., Ingolfsson O., Forman S.L., Tarasov P.E., Moller P. Early Holocene environments on October Revolution Island, Severnaya Zemlya, Arctic Russia // *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 2008. №267. pp. 21–30.
2. Moller P., Lubinski D.J., Ingolfsson O., Forman S.L., Seidenkrantz M-S., Bolshiyarov D. Yu., Lokrantz H., Antonov O., Pavlov M., Ljung K., Zeeberg J., Andreev A. Severnaya Zemlya, Arctic Russia: a nucleation area for Kara Sea ice sheets during the Middle to Late Quaternary // *Quaternary Science Reviews*, 2007.
3. Raab A., Melles M., Berger G.W., Hagedorn B., Hubberten H.-W. Non-glacial paleoenvironments and the extent of Weichselian ice sheets on Severnaya Zemlya, Russian High Arctic // *Quaternary Science Reviews*, 2003. №22. pp. 2267–2283.

SUMMARY OF THE PROJECT

This study is devoted to research into 246 cm of Lake Tverdoe sediment core, which was obtained through the field work in 2015 on Bolshevik Island (Severnaya Zemlya). On the basis of lithofacies analysis, particle size analysis and diatom analysis seven stages of the lake ecosystem development are allocated in this sediment core, covering entirely the Holocene sedimentation period. The resulting material and further palaeobotanical and geochemical studies of core samples will allow filling gaps in the Holocene history of environment and climate changes on Severnaya Zemlya as a key area of paleogeographic researches of the Russian High Arctic.

KEYWORDS

Holocene, Severnaya Zemlya, lake sediments.

ДОКЛАДЧИК

Шахова Татьяна Сергеевна
Shakhova Tatyana

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Оценка загрязнения снежного покрова в зоне влияния предприятий нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности (на примере г. Павлодара и г. Томска)

ОРГАНИЗАЦИЯ

Национальный
исследовательский Томский
политехнический университет

СОАВТОР(Ы) ДОКЛАДА

Филимоненко Екатерина
Анатольевна

РЕЗЮМЕ

Нефтехимия и нефтепереработка — одна из базовых отраслей России и Казахстана. Снеговой покров — идеальная среда для изучения состава атмосферных загрязнителей. Исследовательская работа посвящена выявлению уровня накопления химическими элементами в окрестности нефтехимических производств. В ходе сравнительного элементного исследования твердого осадка снега, повышенные концентрации элементов твердого осадка снега в окрестности Павлодарского нефтеперерабатывающего завода зафиксированы Cr, Zn, Au, Ba, La, Sm, As, Sb, Hg. А в окрестности Томского нефтехимического комбината повышенные концентрации элементов имеют Br, As, Sb, Hg, La, Ce, Tb, Sm, возможно ввиду особенности специфики.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Снеговой покров, твердый осадок снега, нефтепереработка, нефтехимия, химические элементы, коэффициенты концентрации, коэффициенты аэрозоль-

ной аккумуляции, сжигание газа, пылевая нагрузка, элементы-загрязнители, элементы-индикаторы.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Цель работы: определение уровня загрязнения воздуха в зоне влияния предприятий нефтехимического (г. Томск) и нефтеперерабатывающего (г. Павлодар) заводов России и Республики Казахстан по данным изучения твердого осадка снега.

Задачи:

1. Определить уровень пылевой нагрузки на снеговой покров в зоне влияния нефтехимических заводов гг. Павлодар и Томск, а также проследить динамику уровня пылевой нагрузки с 2009 по 2014 гг. в зоне воздействия Томского нефтехимического комбината. Изучить особенности вещественного состава твердого осадка снега, отобранных в зоне влияния двух предприятий.
2. Определить уровень накопления химических элементов, в том числе токсичных, редкоземельных, редких и радиоактивных элементов в твердом осадке снега в зоне влияния двух изучаемых заводов.
3. Определить величину среднесуточного притока пыли с изучаемыми элементами из атмосферы на снежный покров в зоне влияния заводов.
4. Провести анализ динамики содержания в твердом осадке снега элементов и среднесуточного притока пыли с комплексом химических элементов на снежный покров в зоне воздействия Томского нефтехимического комбината за период с 2009-2014 гг. 6. Провести сравнительный анализ содержания изучаемых элементов в твердом осадке снега из зон влияния изучаемых заводов для выявления специфических и общих индикаторных ассоциаций элементов.

ВВЕДЕНИЕ

Одной из фундаментальных проблем экологии и геоэкологии является оценка экологического состояния крупных городов, где сосредоточена основная часть населения урбанизированных территорий, особенно сильно подверженная воздействию техногенеза. Нефтепереработка и нефтехимия являются одними из базовых отраслей современной мировой промышленности, в том числе в России и в Республике Казахстан. Существует свидетельство о риске для здоровья от нефтехимической промышленности итальянских и тайваньских исследователей [1]. В настоящее время весьма актуальным является исследование уровня загрязнения атмосферного воздуха химическими элементами в окрестностях нефтехимических заводов.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

В основу работы положены результаты исследований, выполненные лично автором в период 2014–2015 гг. на территории зоны влияния нефтехимического завода г. Павлодара. Автор проводила отбор и подготовку, изучение состава 22 проб снега. Также в работе проводился анализ данных, полученных сотрудниками кафедры геоэкологии и геохимии ТПУ (Таловская А. В., Филимоненко Е. А.) в период 2009 по 2013 г. в зоне влияния ТНХК 30 проб снега из зоны Томского комбината.

Методы

При выполнении данной работы использовалась методика снегогеохимической съемки. Изучение минерального вещественного состава проб проводились автором в лаборатории оптической диагностики МИНОЦ «Урановая геология» кафедры геоэкологии и геохимии ТПУ с применением бинокулярного микроскопа (Leica EZ4D). Также пробы изучали на сканирующем электронном микроскопе Hitachi S-3400N с ЭДС приставкой Bruker XFlash 4010. Содержание 28 химических элементов в пробах твердого осадка снега определяли

инструментальным нейтронно-активационным анализом (ИНАА) в аттестованной ядерно-геохимической лаборатории МИНОЦ «Урановая геология» кафедры геоэкологии и геохимии ТПУ. В пробах твердого осадка снега содержание ртути определялось автором методом беспламенной атомной абсорбции на приборе «РА-915+» с пиролитической приставкой «ПИРО-915» с использованием пакета программ RA915P (ПНД Ф 16.1:2.23–2000). Рассчитывались эколого-геохимические показатели для твердого осадка снега (КК, P_o, СПЗ, СПН, K_a, K_o). Использовалась ПО «STATISTICA».

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

1. Пылевая нагрузка в окрестности Павлодарского НХЗ что в 2014 г соответствовала низкому уровню загрязнения (18 мг/ (м²*сут). В 2015 году, ее максимальная величина — 306 мг/ (м²*сут), которая уже соответствует среднему уровню загрязнению. А в окрестности Томского НХК в период с 2009–2014 гг. отмечается, что пылевой приток соответствуют низкой степени загрязнения (< 250 мг/м²*сут).
2. В результате изучения вещественного состава проб в окрестности нефтехимического завода г. Павлодара и г. Томска выявлено, что частицы техногенного происхождения (69%) преобладают над минеральными образованиями (31%). Максимальный % в составе техногенной составляющей приходятся на частички угля, сажи, шлака, источником поступлением которых вероятно являются горящие факела НПЗ. Рядом работающая ТЭЦ, также может оказывать вклад в состав пыли.
3. Согласно фактическим данным о содержании элементов в пробах, данным расчета фактора обогащения и коэффициента аэрозольной аккумуляции были выявлены элементы — загрязнители Cr, Zn, As, Br, Ba, La, Au, Hg в из зоне влияния Павлодарского нефтехимического завода. На основе литературного обзора и ранее проведенных исследований природных сред на территории г. Павлодар сделано предположение, что источниками данных элементов являются выбросы нефтехимического завода и рядом расположенные предприятия, кроме того не исключается и дальний перенос загрязнений.
4. В результате статистического анализа данных, расчетов коэффициентов концентраций и сравнительного анализа содержания химических элементов в твердом осадке снега в период с 2009 по 2013 гг. в зоне влияния Томского нефтехимического комбината выявлены элементы-загрязнители As, Sr, Sb, Ba, Br, La, Ce, Sm, Tb, Ta, Hg, U. Бром-сурьмяная специфика воздействия в районе нефтехимической промышленности была выявлена и по данным изучения твердого осадка снега ранее [3]. Повышенные концентрации Hg и As вероятно связаны с факельным сжиганием нефтепродуктов [4]. Согласно нормативной документации ТНХК As относится к специфичным элементам выбросов нефтехимического производства. Мышьяково-содовый способ могут использовать для очистки горячих газов от сероводорода [5]. В то же время санитарно-защитные зоны ТНХК и Сибирского химического комбината перекрываются, по этой причине возможен вклад выбросов от СХК.
5. В ходе сравнения результатов проявилась специфика загрязнения в исследуемых районах. Повышенные концентрации элементов твердого осадка снега в окрестности Павлодарского НПЗ имеют Cr, Zn, Au, Ba, La, Sm, As, Sb, Hg. А в окрестности Томского НХК повышенные концентрации элементов имеют Br, As, Sb, Hg, La, Ce, Tb, Sm. Повышенные La, Ce объясняются [8]. Различия особенностей концентрирования рассматриваемых элементов в твердом осадке из окрестностей двух предприятий, вероятнее всего связаны с отличающейся спецификой производств, а также вкладом выбросов от близ расположенных предприятий.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Pasetto R. et al.: Mortality and morbidity study of petrochemical employees in a polluted site. Environmental Health 2012, 11:34. P: 9

2. Геохимия окружающей среды/ Ю.Е. Саэт, и др. М: Недра, 1990. — 335 с.
3. Шатилов А. Ю. Вещественный состав и геохимическая характеристика пылевых атмосферных выпадений на территории Обского бассейна / Автореф. ..., канд. геол.-мин. наук. — Томск, ТПУ, 2001. — 23 с.
4. Кирюшин П. А., и др. 2013.88 с. 5. Лагутин В. В. Защита атмосферы на объектах добычи и переработки природного газа, содержащего сероводород // Современные наукоемкие технологии. — 2005. — №3 — С. 61–62.
5. Язиков Е. Г., и др. монография. — Томск: Изд-во ИПУ, 2010. — 264 с.
6. Асылбекова Г.Е. 2010,23с. 8. Boztlaker A., et al. Insights into PM10 sources in Houston, Texas: Role of petroleum refineries in enriching lanthanoid metals during episodic emission events. tm. Env. 2013. P. 109–117.

SUMMARY OF THE PROJECT

Petroleum processing and petrochemistry are the main branches of modern world industry both in Russia and in Kazakhstan. Snow cover is perfect environment for the study of atmospheric pollutants. The research deals with the identification the level of chemical elements accumulation in the vicinity of petrochemical plants. Higher concentrations of solid residue of snow in the vicinity of Pavlodar refinery has Cr, Zn, Au, Ba, La, Sm, As, Sb, Hg. And in the vicinity of Tomsk petrochemical plant elements have higher concentrations of Br, As, Sb, Hg, La, Ce, Tb, Sm, especially in view possible specificity.

KEYWORDS

Snow cover, solid residue of snow, petrochemical plant, petroleum refinery, chemical elements, concentration ratios, factors of aerosol accumulation, gas flaring, dust load, elements-pollutants, indicator-elements.

ДОКЛАДЧИК

Шестакова Анастасия
Викторовна
Shestakova Anastasia

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Гидрогеохимические условия формирования минеральных вод Восточной Тывы

ОРГАНИЗАЦИЯ

Национальный
исследовательский Томский
политехнический университет

РЕЗЮМЕ

Природные комплекс «Чойганские минеральные воды» — это уникальное месторождение природных углекислых минеральных вод в Сибири, располагающиеся в Восточных Саянах. Все изученные воды были разделены на три группы в зависимости от их температуры и геохимических условий: термальные и холодные углекислые воды и грунтовые воды. В работе рассмотрен химический и газовый состав этих вод, изучен уровень радона, рассчитаны индексы насыщения подземных вод минералами горных пород и произведена оценки глубинных температур формирования вод. На основе полученных данных также была построена модель формирования подземных вод Чойгана.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Углекислые воды, геохимия, процессы формирования подземных вод.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Цель — изучение химического состава и процессов формирования подземных вод природного комплекса «Чойганские минеральные воды».

Задачи:

- исследовать особенности химического состава подземных вод территории;
- исследовать газовый состав подземных вод природного комплекса Чойган;

- рассчитать индексы насыщения вод относительно минералов;
- представить концептуальную модель формирования химического состава подземных вод.

ВВЕДЕНИЕ

На востоке Тувы, в хребтах Восточного Саяна находится одно из уникальных для Сибири месторождений углекислых вод — природный комплекс «Чойганские минеральные воды», формирование которого связано с наличием широтного разлома в областях современного и недавно потухшего вулканизма. Чойганские термальные и холодные родники — это потенциальное месторождение углекислых лечебных вод с уникальным составом биологически активных компонентов — радон, кремнекислота, углекислый газ, железо и другие. Эти воды используют местные жители и туристы для лечения стихийным образом. Однако, из-за труднодоступности территории, воды недостаточно изучены для их полноценного практического применения.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Основой для работы послужили материалы, полученные в результате комплексного гидрогеохимического опробования, проведенного лично автором летом 2013 г. в составе научной экспедиции, организованной Лабораторией аржаанологии и туризма (ООО «АржаанЛаб» г. Кызыл) совместно с проблемной научно-исследовательской лабораторией гидрогеохимии научно-образовательного центра «Вода» ИПР ТПУ. Всего автором было обработано 33 пробы подземных вод и 26 проб газовой фазы. Полученные данные автором были самостоятельно обработаны с помощью программных комплексов ArcGis, CorelDraw, OriginPro, а также средств Microsoft Office.

В процессе полевых исследований на месте отбора проб определялись неустойчивые параметры состава вод: температура, pH, Eh, удельная электрическая проводимость с использованием портативного мультипараметрового анализатора Water Test фирмы Hanna.

Автором были изучены основные особенности химического состава подземных вод, ионная составляющая химического состава вод анализировалась методами турбидиметрии, титриметрии, колориметрии и ионной хроматографии, газовая проба была отобрана шприцом-дегазатором В.А. Зуева.

Также автором были рассчитаны индексы насыщения вод минералами с использованием уравнения Дебая-Хюккеля, произведена оценка глубинных температур формирования подземных вод с помощью геохимических геотермометров, разработана модель формирования химического состава подземных вод природного комплекса Чойган.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Подземные воды природного комплекса Чойган преимущественно слабосоленоватые и слабокислые (pH вод 5,9–8,3) с температурой от 7 до 39 °С, гидрокарбонатного кальциево-натриевого и натриево-кальциевого состава, с минерализацией от 300 мг/л до 2650 мг/л, окислительной и восстановительной геохимической обстановки, концентрации CO₂ изменяются от 30 мг/л до 1500 мг/л, уровень радона составляет от 53 до 948 Бк/л. Исходя из анализа гидрогеологических и гидрогеохимических особенностей проявления подземных вод природного комплекса Чойган в пределах рассматриваемой территории выделяются термальные углекислые и холодные углекислые воды, а также грунтовые воды.

Газовый состав углекислых подземных вод Чойгана представлен азотом — при средних значениях 55,3 об. %, углекислым газом — 31 об. %, и кислородом — 13,7 об. %. Особенности химического и газового состава показывают, что практически газовый состав не зависит от температуры воды в родниках, хотя с повышением температуры изменяются окислительно — восстановительные свойства и минерализация воды и меняются соотношения между углекислым газом, азотом в зависимости от содержания кислорода. При дви-

жении подземных вод к дневной поверхности в газовом составе вод преобладает азот за счет его захвата из потока инфильтрационных вод. Проявление радоновых вод связано с радиоактивным распадом и эманированием гранитов, обогащенных радиоактивными элементами. Источником растворенного углекислого газа в воде, согласно изотопному анализу углерода, является карбонатные породы, выделяющие метаморфогенный CO_2 , в результате термометаморфизма на больших глубинах.

Исследование процессов взаимодействия подземных вод с первичными алюмосиликатными минералами и расчетам индексов насыщения показало, что по мере увеличения времени их взаимодействия с первичными алюмосиликатами, постепенно происходит насыщение водного раствора к новым вторичным минералам (каолинит, монтмориллонит, кальцит), а их осаждение приводит к изменению химического состава и смене одного геохимического типа вод на другой.

Согласно оценки глубинных температур подземных вод природного комплекса Чойган с помощью геохимических геотермометров, температура формирования подземных вод, рассчитанная по катионному геотермометру, на глубине 4,6 км составляет 140°C . В то время как глубинная температура вод по кремниевому геотермометру в среднем равна 65°C , при этом, глубина формирования находится на уровне — 2,1 км.

На основании полученных данных о химическом и газовом составе подземных вод, состояния термодинамического равновесия подземных вод с минералами горных пород и результатов геотермометрии, была построена концептуальную модель формирования химического состава подземных вод природного комплекса Чойган.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Аракчаа К. Д., Букаты М. Б., Карабибер С. В. Формирование химического состава Чойганских углекислых вод (Восточные Саяны)
2. Аракчаа К. Д., Копылова Ю. Г., Гусева Н. В., и др. Химический состав подземных углекислых вод природного аржаанного комплекса «Чойганские минеральные воды» (Тува).
3. Аракчаа К. Д., Копылова Ю. Г., Чупикова С. А. Природный аржаанный комплекс «Чойганские минеральные воды: гидрогеохимия, геофизика, микроклимат».
4. Бадминов П. С., и др. Оценка глубинных температур термальных источников Хангая и Восточного Саяна с помощью гидрохимических геотермометров.
5. Бадминов П. С., и др. Оргильянов А. И. Окинская гидротермальная система (Восточный Саян).
6. Крайнов С. Р., и др. Геохимия подземных вод. Теоретические, прикладные и экологические аспекты.
7. Оргильянов А. И., и др. Лечебные углекислые минеральные воды Монголо-Байкальского региона.

SUMMARY OF THE PROJECT

Natural spa complex «Choygan mineral water» is a unique field of natural carbonated mineral water in Siberia, located in the Eastern Sayan Mountains. All studied waters were divided into three groups depending on their temperature and geochemical conditions: thermal and cold carbonated water and groundwater. The chemical and gas composition of waters, the level of radon, saturation indices of groundwater and deep temperatures were considered in the paper. Based on obtained data the conceptual model of Choygan groundwater formation was built.

KEYWORDS

Carbonated water, geochemistry, water origin.

ДОКЛАДЧИК

Щёголев Максим Игоревич
Shchegolev Maksim

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Мониторинг восстановительных процессов горно-луговых почв Лагонакского нагорья после прекращения интенсивного выпаса

ОРГАНИЗАЦИЯ

Майкопский государственный
технологический университет

РЕЗЮМЕ

Изучено современное состояние высокогорных почв Лагонакского нагорья и дана оценка тенденции изменений структуры и некоторых свойств горно-луговых субальпийских почв за последние 15 лет после прекращения интенсивного антропогенного использования.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Северо-Западный Кавказ, высокогорные почвы, Лагонаки, выпас, восстановительные процессы.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Основной целью проекта является выявление тенденций в изменении состава и структуры антропогенных горно-луговых почв Лагонакского нагорья после прекращения выпаса. Задачами исследований являются: повторный отбор почвенных образцов на заложенных постоянных пробных площадках; определение изменений в морфологических, физических и химических свойствах горно-луговых субальпийских почв Лагонакского нагорья.

ВВЕДЕНИЕ

В течение десятилетий высокогорные луга Лагонакского нагорья использовались как отгонные пастбища. Неумеренная нагрузка на пастбища привела к существенной трансформации состава и структуры почвенного покрова. С 1991 года эта территория была включена в состав Кавказского заповедника. Существенное снижение антропогенного пресса на высокогорные почвы предполагает начало восстановительных процессов, которые и стали объектом мониторинговых исследований. В рамках этих работ в 2001 году на участках с различной степенью пастбищной дигрессии были заложены постоянные пробные площадки. В 2015 году проведены повторные исследования на постоянных пробных площадках, для выявления возможных изменений в составе и структуре горно-луговых почв.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Повторные исследования морфологии и свойств антропогенно нарушенных почв были проведены на четырех ранее заложенных пробных площадках. Для общей характеристики почвенного покрова субальпийских лугов на постоянных пробных площадках производилось изучение морфологических и генетических особенностей почв по методам К. П. Богатырева, В. Ф. Фридланда (1946) в модификации Л. Г. Горчарука (1967); Л. Г. Горчарук, Л. М. Горчарук и И. Д. Дрелевская (1991). Физический и химический анализ почв проводился по общепринятым методикам в почвенной лаборатории Кавказского заповедника. Изучался структурно-агрегатный состав по Саввинову; плотность почвы с помощью бура; плотность твердой фазы почвы; порозность расчетным методом; гумус валовой по Тюрину в модификации Симакова; гидролитическая кислотность по Каппену; рН водной и солевой суспензии потенциометрическим методом (Вадюнина, Корчагина, 1961; Аринушкина, 1970).

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Сравнительный анализ данных проведенных исследований с данными 2001 года показывает, что структурно-агрегатный состав горно-луговых субальпийских почв на площадках №№ 2, 4 практически не изменился, наблюдается небольшое увеличение агрегатов размером от 7 до 10 мм. В рассма-

триваемых почвах преобладают агрегаты размером 3–5 мм, что соответствует комковато-зернистой структуре. На пробной площадке № 6, из-за продолжающихся здесь процессов водной эрозии, приводящей к намыву почвы с большим количеством дисперсных частиц, наблюдается увеличение фракции почвенных агрегатов >10 мм в верхнем двадцатисантиметровом слое. Однако, из-за плохой водопрочности данных агрегатов, что связано с отсутствием растительности и малым содержанием гумуса, способствует к частому заплыванию при увлажнении и сильному растрескиванию почвы при высыхании. Наибольшим изменениям подвержены почвы на пробной площадке № 5, где наблюдается резкое увеличение агрегатов размером >10 мм с глубины 10 см (в 2001 г. — 38,3%, в 2015 г. — 89,6%), что приводит к уменьшению структурных агрегатов благоприятных для роста и развития травянистой растительности. По показателям плотности и порозности все рассматриваемые почвы, кроме почв на пробной площадке № 5, за время наблюдения не претерпели больших изменений с небольшой тенденцией к уменьшению плотности. Порозность, как фактор, определяющий водно-воздушный режим почв, имеет немаловажное значение в жизни растений. На всех площадках общая порозность в полуметровом слое почвы остается достаточно высокой. В то же время на площадке № 5 наблюдается значительное снижение скважности аэрации по всему профилю. Сравнение данных полученные в 2015 г. с результатами 2001 г. показывает, что произошла значительная дегумификация почв на пробных площадях № 5 и 6, что связано, по-видимому, с плохими условиями гумификации и с интенсивным вымыванием гумусовых веществ по всему профилю. Запасы гумуса в слое 0–20 см на этих площадках сократились на 56,6% и 55,3% соответственно, что свидетельствует о III степени деградации почв по рассматриваемому показателю. Анализ изменений значений актуальной и потенциальной кислотности свидетельствует о том, что за истекший период не произошло значительных изменений кислотности почв. Почвы, расположенные на площадках № 2, 4 и 6 характеризуются сильнокислой реакцией среды. Для почв с таким рН характерны плохие физические свойства — склонность к уплотнению. Гидролитическая кислотность обычно с глубиной падает, увеличиваясь иногда в иллювиальном горизонте. На пробной площадке № 5 почва имеет слабокислую среду, а показатель гидролитической кислотности значительно ниже. Это можно объяснить гидротермическим режимом почв на этой площадке.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. М.: Изво Моск. ун-та, 1970. 488 с.
2. Вадюнина А. Ф., Корчагина З. А. Методы определения физических свойств почв и грунтов. Гос. изд-во «Высшая школа», 1961. 346 с.
3. Чумаченко Ю. А. Особенности горно-луговых почв Лагонакского нагорья КГПБЗ // Сборник трудов Кавказского заповедника: Биоразнообразии и мониторинг природных экосистем в КГПБЗ. Вып. 16. Новочеркасск: Изд-во ДОРЭС, 2002. С. 216–229.
4. Чумаченко Ю. А. Особенности формирования высокогорных почв Кавказского заповедника // Труды Кавказского государственного природного биосферного заповедника: Выпуск 18 / Под ред. В. В. Акатова, С. А. Трепета. Майкоп: ООО «Качество», 2008. С. 32–45.

SUMMARY OF THE PROJECT

The current state of mountain soils of the Lagonaki plateau is studied. The assessment of a tendency of changes of the structure and some properties of mountain meadow subalpine soils for the last 15 years after the termination of intensive anthropogenous use is given.

KEYWORDS

The North-Western Caucasus, alpine soils, Lagonaki, pasture, recovery processes.

ДОКЛАДЧИК

Щерба Елена Анатольевна
Shcherba Elena

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Использование комплексного подхода при исследовании экологического состояния озера Сапшо НП «Смоленское Поозерье»

ОРГАНИЗАЦИЯ

Смоленский государственный университет

РЕЗЮМЕ

Цель работы — проведение комплексного исследования экологического состояния оз. Сапшо Национального Парка «Смоленское Поозерье», включающего биологические и химические методы анализа. Результаты гидрохимических и биологических исследований позволяют сделать вывод, что современное состояние экосистем оз. Сапшо является фоновым. В соответствии с общепринятыми подходами, экологическое состояние может быть охарактеризовано как относительно удовлетворительное с подтверждающимся ростом антропогенной нагрузки (расширение санатория им. Н. М. Пржевальского, наличие лодочной станции, общественных пляжей).

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Биоиндикация, биотестирование, гидрохимические исследования, экологическое состояние.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Цель: провести комплексное исследование экологического состояния озера Сапшо Национального Парка «Смоленское Поозерье».

Задачи:

1. Освоить методики отбора и анализа природных вод;
2. Провести комплекс биологических и химических исследований водной среды озера Сапшо по ряду показателей;
3. Сделать выводы об экологическом состоянии озера Сапшо.

ВВЕДЕНИЕ

Национальный Парк «Смоленское Поозерье» образован с целью «сохранения природных комплексов в рекреационных, просветительских, научных и культурных целях» [3]. В состав зоны рекреационного пользования входит оз. Сапшо, на его берегах развивается популярный курортный пос. Пржевальское, имеются общественные пляжи, лодочная станция, санаторий. Приток посетителей Национального Парка и туристов, несомненно, может оказывать влияние на экологическое состояние озера.

Исследования 1980–2000-х гг. [5, с. 169], касались по отдельности или гидробиологических или гидрохимических показателей. Применение комплексного подхода, на наш взгляд, позволит дать комбинированную оценку качества водной среды и состояния экосистемы в целом.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Для проведения исследования на озере Сапшо было выделено три створа:

- створ №1: пляж с лодочной станцией на территории санатория им. Н. М. Пржевальского, предположительно, точка с наибольшей антропогенной нагрузкой;
- створ №2: смотровая площадка на территории пос. Пржевальское, купание запрещено, предположительно, точка с наименьшей антропогенной нагрузкой.
- створ №3: общественный пляж на территории пос. Пржевальское.

Отбор проб материала для исследования осуществлялся в конце летнего сезона 2015 года, когда можно было ожидать проявления последствий повышенной по сравнению с другими периодами года нагрузки на водоем.

Был использован комплекс методов:

1. Биологические (биоиндикационный метод определения сапробности водоема с использованием биоиндикаторных видов моллюсков, тест токсичности на семенах кресс-салата);
2. Химические методы анализа (потенциометрический, титриметрический, фотоколориметрический), позволяющие установить количественное содержание компонентов водной среды (водородный показатель, минерализация, жесткость, перманганатная окисляемость, содержание аммонийных ионов, ионов железа, нитрат-, сульфат-, хлорид-ионов).

Исследования проводились на базе Смоленского Государственного Университета.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Исследования химического состава проб воды оз. Сапшо проводились по 9 показателям. Во всех пробах содержание изучаемых компонентов оказалось близким к многолетним наблюдаемым уровням.

Величина рН всех проб соответствует нейтральным водам. По величине минерализации воды озера Сапшо могут быть отнесены к ультрапресным. Общая жесткость соответствует водам средней жесткости.

Подтвердилось предположение о возможном проявлении последствий антропогенной нагрузки в створе №1. Так, заметно увеличение сульфатов в пробе створа №1. Возможные источники загрязнения — синтетические моющие средства, которые содержат наиболее распространенные из ПАВ.

Содержание одного из важнейших биогенных элементов — азота — в исследованных пробах мало, однако вновь выделяется проба из створа №1, в которой нитрат-ионов в 3 раза больше. По уровню содержания азота в форме иона аммония воды можно отнести к очень чистым.

Одним из важнейших показателей для оценки природного или антропогенного загрязнения вод является перманганатная окисляемость (ПО), характеризующая содержание в воде органических и части минеральных веществ. В пробе воды створа №1 величина ПО почти вдвое выше, такие воды относят к категории загрязненных. Воды створов №2 и 3 более чистые, ПО в них сопоставима с нормативом качества для питьевой воды.

В большинстве случаев интегральная оценка качества водоемов по гидрохимическим показателям сложна и неоднозначна, хотя химический состав загрязнителей помогает определить их источники. Суммарное воздействие различных компонентов природных вод на обитателей водоемов предпочтительнее определять биологическими методами.

Результаты проведенных исследований по определению токсичности воды методом биотестов на семенах кресс-салата позволяют судить об отсутствии в воде токсикантов (уменьшение средней длины корешков проростков по отношению к контролю лежит в пределах 1,7–8,3%) и о слабой степени ее загрязнения в створе №1 (всхожесть семян до 90%) и отсутствии загрязнения в створах №2 и №3 (всхожесть более 90%) [1, с. 57–58; 5, с. 152].

В экологии классической является классификация водоемов по зонам сапробности. По результатам проведенных исследований с использованием биоиндикаторных видов моллюсков оз. Сапшо можно охарактеризовать как мезосапробный водоем с чертами олигосапробности [2, 4]. Это доказывает видовой разнообразие моллюсков озера Сапшо — явное преобладание β-мезосапробных видов (4 вида из 5) и один вид-олигосапроб — Катунка роговая (*Planorbis grandis*). Воды таких водоемов характеризуются невысоким содержанием органических веществ, распад которых происходит

практически до полной минерализации, значительной способностью к самоочищению, умеренной степенью загрязнения.

Таким образом, на основе комплекса гидрохимических и гидробиологических исследований дана комбинированная оценка современного экологического состояния оз. Сапшо.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

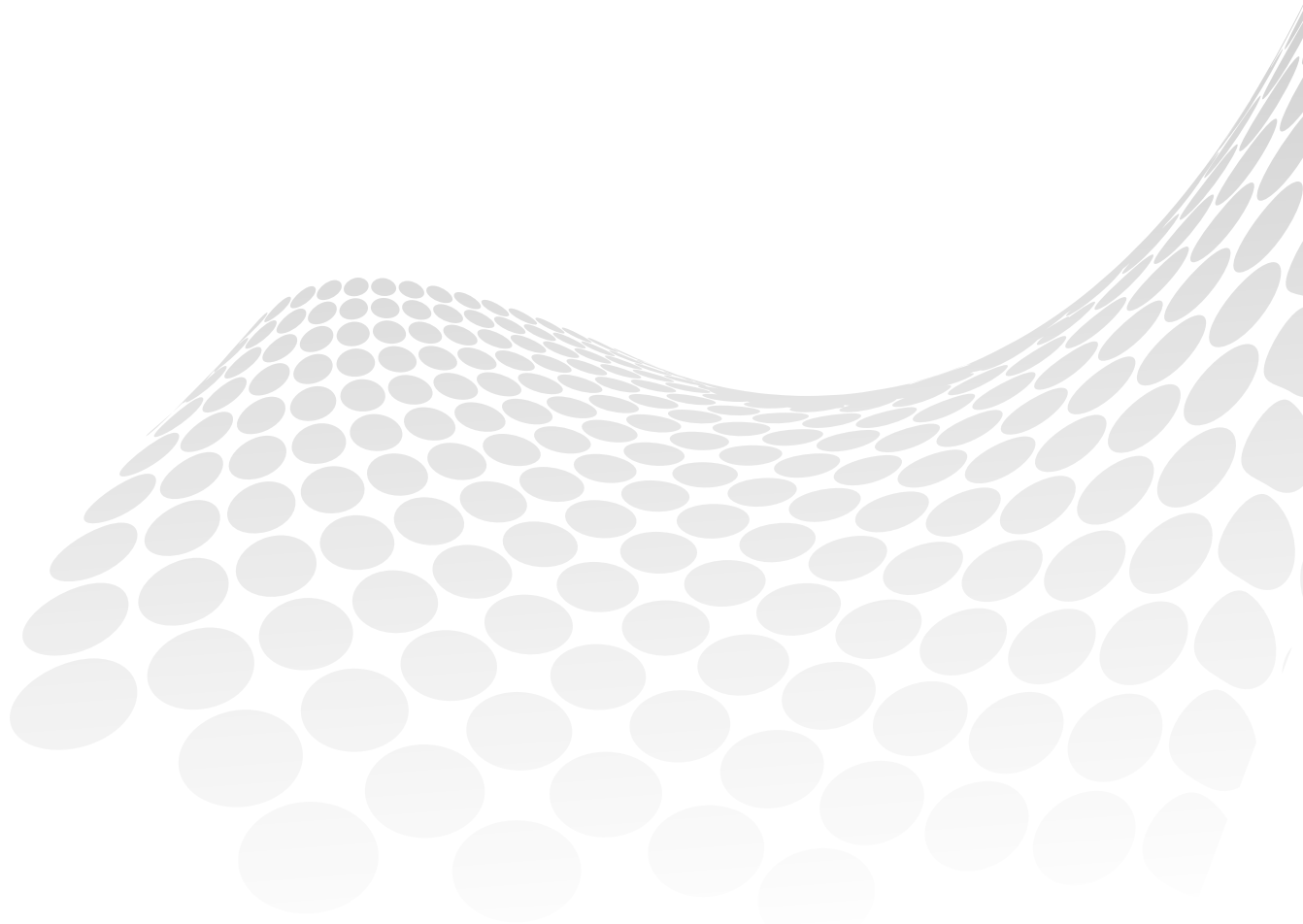
1. Андрееenkova И.В. Лабораторный практикум по биоиндикации качества среды / И.В. Андрееenkova. — Смоленск: СГПУ, 2005. — 68 с.
2. Методы экологических исследований: практикум / Иванов Е.С., Авдеева Н.В., Кременецкая Т.В., Золотов Г.В.; Ряз. гос. ун-т им. С.А. Есенина. — Рязань, 2011. — 404 с.
3. О парке // poozerie. ru: Сайт Национального Парка «Смоленское Поозерье». URL: <http://www.poozerie.ru> (Дата обращения: 9.11.15).
4. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий / Под общ. ред. С.Я. Цалолихина. Т. 6. Моллюски, полихеты, немертины. — СПб.: Наука, 2004. — 528 с.
5. Туровцев В.Д., Краснов В.С. Биоиндикация: Учебное пособие / В.Д. Туровцев, В.С. Краснов. — Тверь: ТвГУ, 2004. — 178 с.

SUMMARY OF THE PROJECT

The purpose of this study was to conduct a comprehensive study of the ecological condition of the lake Sapsho National Park «Smolensk Lakes» including biological (bioindication, biological testing) and chemical analysis methods (potentiometric, titrimetric, photocolometric). The results showed that the indicators are defined in the framework of regulations set. The current condition of the lake ecosystem is the background, the environmental condition can be characterized as a relatively satisfactory situation confirms the increasing anthropogenic load (extension sanatorium N. M. Przewalski, the presence of boat station, public beaches).

KEYWORDS

Bioindication, biological testing, hydro-chemical studies, ecological condition.



**НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ,
ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ И ПРОЦЕССЫ**

ДОКЛАДЧИК:

Белов Алексей Николаевич
Alexey Belov
Член экспертной группы

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА:

Технология и оборудование для создания элементов интегральной электроники и МЭМС
Technology and equipment for MEMS and IC elements synthesis

ОРГАНИЗАЦИЯ

ООО Научно-производственное предприятие «НаноИнТех»

РЕЗЮМЕ

Представлены данные о современном состоянии производства электронно-компонентной базы.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

ЭКБ, МЭМС, интегральные схемы.

ТЕЗИСЫ

В работе представлены технологии и оборудование синтеза элементов ИС и МЭМС. Показана важность проведения полного цикла высокотехнологичных разработок, включающего с лабораторное исследование, разработку комплекса конструкторской и технологической документации, создание и испытание макетов вышеупомянутого оборудования, опытное их производство.

Отдельное внимание уделено особенностям синтеза новых материалов и их месту в современной электронике.

В качестве примера, приведены результаты сравнительного анализа собственных разработок и продукции крупных технологических компаний.

SUMMARY OF THE PROJECT

Modern state of electronic component base technology are presented.

KEYWORDS

IC, MEMS

ДОКЛАДЧИК

Бобрук Елена Владимировна
Bobruk Elena
Член экспертной группы

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Ультрамелкозернистые алюминиевые сплавы: особенности структуры, физико-механические свойства
Ultrafine aluminum alloys features of the structure, physical and mechanical properties

ОРГАНИЗАЦИЯ

Уфимский государственный авиационный технический университет
Санкт-Петербургский государственный университет

РЕЗЮМЕ

В работе представлены результаты развития методов обработки, включающих интенсивную пластическую деформацию (ИПД), применительно к алюминиевым сплавам. Свойства термически упрочняемых и термически неупрочняемых алюминиевых сплавов, обработанных ИПД, представлены в зависимости от особенностей сформированной в них ультрамелкозернистой (УМЗ) структуры (среднего размера зерна, сегрегаций и выделений частиц упрочняющих фаз и т.д.). Оценена эффективность использования пост-деформационной обработки для повышения свойств алюминиевых сплавов с УМЗ структурой. Показано, что формирование в алюминиевых сплавах регламентированной УМЗ структуры обеспечивает достижение в них высокой прочности, пластичности и электропроводности.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Алюминиевые сплавы, наноструктура, интенсивная пластическая деформация, электропроводность, прочность

ТЕЗИСЫ

Е. В. Бобрук^{1,2}, М. Ю. Мурашкин^{1,2}, Г. И. Рааб, Р. З. Валиев^{1,2}

¹Институт физики перспективных материалов Уфимского государственного авиационного технического университета г. Уфа, Россия

²Лаборатория механики объемных наноматериалов, Санкт-Петербургский государственный университет, г. Петергоф, г. Санкт-Петербург, Россия.

В настоящее время отмечается значительный интерес к расширению области применения алюминиевых сплавов в машиностроении и электротехнике. Алюминиевые сплавы обладают привлекательным комплексом свойств, таких как высокая коррозионная стойкость, хорошая технологичность и достаточно высокая пластичность. Кроме того, многие алюминиевые сплавы обладают повышенной электропроводностью и являются вторыми после меди промышленными проводниками, но существенно уступают ей в механической прочности. Недостаточная прочность значительно сужает область их применения в электротехнических изделиях, работающих в условиях высоких механических нагрузок. В этой связи поиск путей повышения комплекса механических свойств при сохранении высокой электропроводности алюминиевых сплавов является важной научной задачей.

В данной работе мы показываем, что алюминиевые сплавы системы Al-Mg-Si в наноструктурном состоянии, полученном интенсивной пластической деформацией (ИПД) могут демонстрировать высокую электропроводимость, близкую к чистому алюминию, и при этом обладают повышенной прочностью.

Установлено, что формирование ультрамелкозернистой структуры в алюминиевых сплавах, используя такой метод ИПД как РКУП-Конформ, создает условия для достижения в нем высоких значений прочности ($\sigma_{\text{в}}=285\text{...}320$ МПа) и электропроводности (57.5...55.6% IACS). После РКУП-Конформ высокая прочность наноструктурных сплавов обусловлена формированием ультрамелкого зерна и выделением упрочняющей фазы. Электропроводящие свойства обусловлены распадом пересыщенного твердого раствора, приводящим к очищению зеренной структуры, где примеси собраны в отдельные фазы.

Такой уровень свойств в образцах УМЗ сплавов позволяет получать из них токопроводящие жилы в виде проволоки, предел прочности которой достигает 320–370 МПа, а ее электропроводность оставляет 57.5...56% IACS.

Из полученных данных следует, что экспериментальные образцы проволоки, полученные из катанки, обработанной РКУП-Конформ, демонстрируют уровень физико-механических свойств гораздо выше, чем все типы проволоки (тип AL2-AL7), произведенные в промышленных условиях в соответствии с международным стандартом. Достигнутый в этих образцах проволоки уровень свойств обеспечивается формированием в них регламентированной наноструктуры, состоящей из вытянутых зерен с поперечным размером менее 100 нм и наноразмерных частиц вторичной фазы Mg_2Si .

Результаты работ получены в рамках гранта Президента Российской Федерации № НШ-7996.2016.8 для поддержки ведущих научных школ.

SUMMARY OF THE PROJECT

This work presents the results of development of processing techniques, including severe plastic deformation (SPD) in relation to aluminium alloys. Properties of heat-hardenable and non-heat-hardenable aluminium alloys are presented depending on the features of formed ultrafine-grained (UFG) structure (average grain size, segregations and precipitates of particles of strengthening phases, etc.). The efficiency of the use of post-deformation processing for improvement of the properties of aluminium alloys with UFG structure is evaluated. It is shown that the formation of regulated UFG structure in aluminium alloys provides the achievement of high strength, ductility and electrical conductivity.

KEYWORDS

Aluminum alloys, nanostructure, severe plastic deformation, electrical conductivity, strength

ДОКЛАДЧИК:

Болтынюк Евгений Вадимович

Boltynjuk Evgeniy

Член экспертной группы

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА:

Модификация структуры и свойств аморфных сплавов методом интенсивной пластической деформации кручением

Modification of the structure and properties of amorphous alloys subjected high pressure torsion

ОРГАНИЗАЦИЯ

Исследовательская лаборатория механики перспективных массивных наноматериалов для инновационных инженерных приложений

РЕЗЮМЕ

В последние несколько лет объектом особого внимания в мировой научной литературе стали материалы нового типа — так называемые наностёкла («nanoglasses»). Данные металлические материалы отличаются по своей структуре и от аморфных, и от нанокристаллических материалов. Они имеют гетерогенную структуру, в которой аморфные кластеры нанометровых размеров разделены между собой границами с увеличенным свободным объемом. Обнаружено, что вследствие необычной атомной структуры металлические наностёкла могут проявлять уникальные функциональные свойства — механические, магнитные, каталитические и т. д. Впервые наностёкла были синтезированы путем консолидации давлением в объемный образец аморфных порошков нанометровых размеров, полученных конденсацией паров металлов. В предлагаемом проекте будет использован альтернативный подход получения металлического наностекла, основанный на интенсивной пластической деформации (ИПД) исходно-аморфных сплавов. Таким образом, выполнение данного проекта позволит ответить на фундаментальные вопросы, связанные с особенностями формирования наноаморфной структуры методами ИПД, а также будет важно для разработки перспективных технологий получения новых материалов с улучшенными механическими и функциональными свойствами.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Аморфные сплавы, наноструктурные материалы, интенсивная пластическая деформация кручением, механическое поведение, просвечивающая электронная микроскопия

ТЕЗИСЫ

Введение

В последние несколько лет объектом особого внимания в мировой научной литературе стали материалы нового типа — так называемые наностёкла («nanoglasses»). Данные металлические материалы отличаются по своей структуре и от аморфных, и от нанокристаллических материалов. Они имеют гетерогенную структуру, в которой аморфные кластеры нанометровых размеров разделены между собой границами с увеличенным свободным объемом. Обнаружено, что вследствие необычной атомной структуры металлические наностёкла могут проявлять уникальные функциональные свойства — механические, магнитные, каталитические и т. д. Впервые наностёкла были синтезированы путем консолидации давлением в объемный образец аморфных порошков нанометровых размеров, полученных конденсацией паров металлов. Однако образцы, полученные данным способом, имеют малые геометрические размеры и крайне сложно избежать окисления поверхности аморфных нано-частиц, образования микронных пор материал, охрупчивающих образцы. В предлагаемом проекте будет использован альтернативный подход получения металлического наностекла, основанный на интенсивной пластической деформации (ИПД) исходно-аморфных сплавов. В качестве исходных материалов будут выбраны аморфные сплавы на основе Zr, TiNi, в которых при деформации не происходит нанокристаллизации. В результате варьирования режимов ИПД предполагается сформировать в объемных образцах систему полос сдвига с повышенным свободным объемом, разделяющих нанометровые аморфные участки, т.е. специфические структуры, подобные структуре «наностекла». Будут исследованы особенности аморфного состояния, сформированные различными способами.

МЕТОДЫ

ИПД обработка будет реализована деформаций кручением под высоким давлением на уникальных специализированных установках, реализующих усилие до 200 тонн. Трансформация структуры будет исследована современными методами структурного анализа — РСА, ДСК, ПЭМ высокого разрешения. Оценки механических свойств — твердости, модуля упругости и т.д. будут выполнены с использованием наноиндентирования, а также оригинальной установки для прецизионных испытаний на растяжение образцов малых размеров.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Таким образом, выполнение данного проекта позволит ответить на фундаментальные вопросы, связанные с особенностями формирования наноаморфной структуры методами ИПД, а также будет важно для разработки перспективных технологий получения новых материалов с улучшенными механическими и функциональными свойствами. В результате выполнения НИР с использованием комплекса современных методов будут изучены особенности трансформации структуры исходно-аморфных сплавов, полученных методами быстрого охлаждения расплава, при последующем воздействии интенсивной пластической деформации.

Установлены особенности микроструктуры аморфного сплава Ti50Ni25Cu25, подвергнутого сдвигу под давлением при различных режимах деформации. Просвечивающая электронная микроскопия показывает, что формирующаяся структура состоит из наноразмерных аморфных кластеров, разделенных аморфными же границами, при этом она зависит от температуры, при которой проводится кручение под давлением. Также установлено, что и другие физические характеристики существенно зависят от режимов деформирования аморфного сплава Ti50Ni25Cu25.

В соответствие с данными РСА и ПЭМ исходные стержни ОМС Zr62Cu22Al10Fe5Dy1 имеют аморфную структуру. После ИПДК при 20° и 150°С структура ОМС Zr62Cu22Al10Fe5Dy1 остается аморфной. На данном этапе исследований методом РСА ПЭМ заметной разницы в структуре исходных ОМС и ОМС после ИПДК выявить не удалось. Однако исследование ОМС Zr62Cu22Al10Fe5Dy1 методом наноиндентирования показало, что ИПДК при температурах 20°С и 150°С приводит к увеличению скоростной чувствительности с исходных 0,085 до 0,2 и 0,13, соответственно, тогда как модуль Юнга заметно уменьшился по сравнению со значениями в исходном состоянии. Подобные изменения скоростной чувствительности и модуля Юнга могут быть объяснены трансформацией структуры аморфной фазы и изменением (увеличением) свободного объема в результате ИПДК обработки.

Образцы аморфных сплавов Zr62Cu22Al10Fe5Dy1 до и после ИПДК при испытаниях на растяжение при различных температурах, включая 300°С, разрушаются хрупко при напряжениях около 1500 МПа. Однако вид излома образцов ОМС до и после ИПДК после испытаний на растяжение несколько различается, что отражает изменение структуры аморфных сплавов в результате ИПДК. При испытаниях при температуре 420°С ОМС Zr проявляет пластичность и в исходном состоянии, и в состоянии после ИПДК — 50 и 11%, соответственно, поскольку температура 420°С близка к температуре стеклования (Tg) аморфного сплава Zr62Cu22Al10Fe5Dy1, и, соответственно, начинают играть роль механизмы гомогенной деформации. Причины различия в значениях предела прочности и пластичности сплава до и после ИПДК требуют дополнительных исследований.

SUMMARY OF THE PROJECT

Materials of a new type — the so-called «nanoglasses» — have recently been an object of special attention in the world scientific literature. These metallic materials differ in their structure from both amorphous and nanocrystalline materials and have a heterogeneous structure, in which amorphous clusters of nanometer sizes are divided by the boundaries with enhanced free volume. According to the published literature metallic nanoglasses can exhibit unique functional properties,

namely mechanical, magnetic, catalytic, biocompatible etc. For the first time nanoglasses were synthesized by condensation of metallic vapors with fabrication of powder clusters with nanoscale sizes and amorphous structure followed by their consolidation into a bulk sample. Severe plastic deformation is known to be an effective method of structure transformation in metals and alloys, formation of a nanocrystalline (NC) state in them. One may confirm that SPD of initially amorphous alloys of some compositions is an alternative way to produce nanoglasses. The objective of the proposed project is formation of a «nanoglass» structure via SPD processing of amorphous materials, investigation of mechanical behavior of the fabricated states, their evolution during heating. This approach is new and is of large scientific interest.

KEYWORDS

Amorphous alloys, nanostructured materials, high pressure torsion, mechanical behaviour, transmission electron microscopy

ДОКЛАДЧИК

Васильев Евгений Викторович

Vasilev Evgenii

Член экспертной группы

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Акустико-эмиссионный контроль состояния материалов

Acoustic emission testing of materials

ОРГАНИЗАЦИЯ

Тольяттинский государственный университет

РЕЗЮМЕ

Рассмотрен один из методов неразрушающего контроля материалов и конструкций при помощи анализа волн акустической эмиссии. Описаны области применения, преимущества и недостатки, а также некоторые теоретические основы данного метода.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Акустическая эмиссия, диагностика, неразрушающий контроль

ТЕЗИСЫ

Одной из составляющих качества любого технического изделия является его надежность, характеризующая способность изделия выполнять заданные функции при сохранении эксплуатационных показателей в заданных пределах в течение требуемого интервала времени или наработки.

Надежность большинства машин и сооружений существенным образом зависит от свойств конструкционных материалов, применяемых в силовых элементах. С позиций повышения надежности машин и сооружений основными требованиями, предъявляемыми к материалам, являются обеспечение прочности и жесткости как изделия в целом, так и его узлов.

В решении задач повышения надежности значительная роль принадлежит методам и средствам ее оценки. Распространенная оценка каждого из показателей надёжности базируется на статистическом подходе. Однако такой метод неприменим к определению показателей надежности единичных и уникальных изделий, кроме того, для конкретного экземпляра изделия показатели несут неопределенный характер. Другой подход, развиваемый в последнее время, основан на изучении тех физических процессов, которые происходят в материале (изделии) и являются причиной появления отказов.

Одним из видов отказа является разрушение вследствие появления макротрещины. Однако трещина не возникает мгновенно даже при хрупком разрушении, ее появление и распространение происходят в течение некоторого времени, пусть даже и достаточно малого. Если на данном изделии обнаружить возникновение трещины, определить ее координаты, размеры и скорость их изменения, то становится возможным оценить степень близости

сти отказа, в ряде случаев предотвратить его, назначить оптимальные сроки профилактических ремонтов и тем самым оценить надежность. Это особенно важно для технических устройств, отказ которых может привести к большим потерям из-за простоев и к авариям с тяжелыми последствиями, например, в авиационной и космической технике, ядерной энергетике, химической промышленности. Применение методов и средств технической диагностики может внести существенный вклад в оценку и повышение надежности.

Распространенная в настоящее время оценка качества материалов (в том числе и надежности) основана на измерении механических характеристик, получаемых при испытании образцов на растяжение, кручение, твердость, усталость и т.д. Однако, ряд механических характеристик носит условный характер и не характеризует действительного сопротивления конкретного изделия разрушению. Кроме того, к разрушению материала обычно приводит развитие различных дефектов, которые при этом локально изменяют некоторые физические свойства.

В связи с этим все более актуальным становится использование методов, позволяющих оценить текущее состояние материала, а также выявить дефекты типа несплошностей и изменения структуры материала. Одним из таких методов является анализ акустической эмиссии (АЭ), т.е. акустических волн, обусловленных возникновением и развитием дефектов структуры материала. Измерение параметров указанных волн позволяет в реальном времени обнаруживать различные дефекты, оценивать их размеры, степень опасности, а в дальнейшем прогнозировать разрушающую нагрузку и остаточный ресурс. В материалах со слабым затуханием ультразвука один датчик может обслуживать зону радиусом до десятка метров и обнаруживать волны, возбуждаемые глубоко внутри материала. Отмеченные преимущества, а также высокая чувствительность, оперативность, возможность определения координат дефектов позволяют использовать параметры акустической эмиссии в качестве эффективных диагностических характеристик.

Практическое применение метода АЭ развивается в различных направлениях, причем наиболее интенсивно началось с 60-х годов XX века в связи с появлением электронных средств регистрации параметров сигнала.

По мере развития приборов регистрации и анализа сигналов с помощью АЭ исследовались различные физические процессы и явления:

- разрушение материалов, причем рассмотренный круг материалов очень широк: металлы, пластики, композиционные материалы, биоматериалы (древесина, кость, зубная эмаль), горные породы и прочее. В ходе исследований рассматривалась стадийность разрушения, очередность работы механизмов упрочнения и релаксаций напряжений при нагружении и разрушении;
- трещинообразование и рост трещины при различных условиях зарождения и нагружения;
- накопление повреждений в материале под воздействием сред или энергетических воздействий: коррозионное растрескивание, водородная, радиационная и изотопная повреждаемость и деградация;
- фазовые превращения и переходы;
- аэро- гидро- динамические эффекты в жидкостях и газах и на границах сред;
- при трении и изнашивании;
- деформационные процессы: дислокационное скольжение и двойникование.

В настоящее время наиболее востребованным направлением применения метода АЭ является проведение испытаний с целью анализа структурной целостности инженерных объектов в промышленной диагностике. Инспекции с применением метода АЭ подвергаются резервуары, сосуды давления, тру-

бopоводы, подъемные и крановые сооружения, здания и строительные сооружения: фундаменты и опоры зданий, мостов, путепроводов.

Действующие нормативные документы содержат лаконичный набор анализируемых параметров (признаков) сигналов акустической эмиссии: максимальная амплитуда, средняя амплитуда, длительность, время нарастания сигнала, суммарный счет, скорость счета, время прихода дискретного сигнала. Именно этот набор параметров уже более 40 лет позволяет решать задачи обнаружения активных дефектов с точным определением координат дефекта на контролируемом объекте.

SUMMARY OF THE PROJECT

One of the materials and structures non-destructive testing methods by analyzing the acoustic emission waves is considered. The application areas, advantages and disadvantages, as well as some of the basics of this method are described.

KEYWORDS

Acoustic emission, diagnostics, non-destructive testing

ДОКЛАДЧИК

Дорогин Леонид Михайлович

Dorogin Leonid

Член экспертной группы

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Real-time nanomanipulations for tribological measurements of nanostructures

Novel nanomaterials with developed surface

ОРГАНИЗАЦИЯ

Санкт-Петербургский
национальный
исследовательский университет
информационных технологий,
механики и оптики

РЕЗЮМЕ

In this work an experimental method of real-time measurements of tribological and mechanical properties of nanoparticles (NPs) and nanowires (NWs) using nanomanipulation technique inside a scanning electron microscope is presented. Specially designed quartz tuning fork based force sensor enabled friction force registration for manipulated NPs. Static and kinetic friction of NWs were found by a «self-sensing» approach based on the strain profile of the elastically bent NW.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Nanowires, nanoparticles, friction, manipulation, strength, Young modulus

ТЕЗИСЫ

Nanoparticles (NPs) and nanowires (NWs) are now among the most important classes of materials in modern applied science, as they have demonstrated remarkable properties and have number of promising applications. In particular, fabrication of nanoelectromechanical systems (NEMS) requires precise control over positioning and behaviour of the NPs and NWs in various environments. Thus, deeper understanding of their mechanical properties is demanded. Commonly used tool for mechanical characterization of nanostructures is atomic force microscope (AFM) that features high precision and stability of the results but lacks in situ visual guidance.

In this work an experimental method of real-time measurements of tribological and mechanical properties of NPs and NWs using nanomanipulation technique inside a scanning electron microscope (SEM) is presented [1]. Measurements are based on visually controllable manipulations of the nanostructures with a sharp AFM tip inside SEM using nanomanipulator.

Polyhedron and sphere-like metal (gold and silver) nanoparticles (NPs) were manipulated on an oxidized Si substrate to study the dependence of the static friction and the contact area on the particle geometry. To register the occurring forces a quartz tuning fork (QTF) with a glued sharp probe was used. Experimentally measured force is compared to static friction forces found by

using various models. The effect of NP morphology on the nanoscale friction is discussed.

NWs of oxide materials (ZnO, CuO) are manipulated by a sharp tip and being elastically deformed. NW bending profile is preserved due to the balance between intrinsic elastic force, lateral friction force from the substrate and the force of external manipulator. The state of mechanical equilibrium is described with use of continuum mechanics based models and further employed to find frictional properties of the NWs.

In particular, maximal static friction force is estimated when nanowire is being pushed at one end and switches from partial to complete motion upon overcoming static friction [2]. Static friction from the bent NW state can be also considered via a crack-based model [3]. Kinetic friction is extracted from the profile of the nanowire being uniformly dragged at the midpoint. After being brought to rest after the manipulations, the nanowire causes redistribution of static friction force from the supporting surface which is calculated and compared with kinetic friction [4]. Finally, a strong dependence of static friction on surface roughness is described [5].

REFERENCES

1. B. Polyakov, L. Dorogin, S. Vlassov, I. Kink, R. Lohmus // Tribological Aspects of In Situ Manipulation of Nanostructures Inside Scanning Electron Microscope; in «Fundamentals of Friction and Wear on the Nanoscale» (Springer Series «NanoScience and Technology», 2015), pp. 395–426.
2. L.M. Dorogin, B. Polyakov, S. Vlassov, M. Antsov, R. Lohmus, I. Kink and A.E. Romanov // Real-time manipulation of ZnO nanowires on a flat surface employed for tribological measurements: experimental methods and modeling; *Physica Status Solidi (b)* 250 (2013) 305–317.
3. Sergei Vlassov, Boris Polyakov, Sven Oras, Mikk Vahtrus, Mikk Antsov, Andris Šutka, Krisjanis Smits, Leonid M. Dorogin, Rünno Lohmus // Complex tribomechanical characterization of ZnO nanowires: nanomanipulations supported by FEM simulations; *Nanotechnology* (2016), in press.
4. M. Antsov, L.M. Dorogin, S. Vlassov, B. Polyakov, M. Vahtrus, K. Mougín, R. Lohmus, I. Kink // Analysis of static friction and elastic forces in a nanowire bent on a flat surface: A comparative study; *Tribology International* 72 (2014) 31–34.
5. B. Polyakov, S. Vlassov, L.M. Dorogin, P. Kulis, I. Kink, E. Gnecco and R. Lohmus // The effect of substrate roughness on the static friction of CuO nanowires; *Surface Science* 606 (2012) 1393–1399.

SUMMARY OF THE PROJECT

Elaboration of new materials based on nanoparticles with developed surface for catalytic applications and water purification.

KEYWORDS

Nanoparticles, nanowires, surface area, catalyst

ДОКЛАДЧИК:

Дорогов Максим Владимирович

Dorogov Maksim

Член экспертной группы

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА:

Нановискеры оксида меди: технология получения, структура, модели роста, применение.

Copper Oxide Nanowhiskers: Fabrication Technique, Structural Features, Properties and Applications

ОРГАНИЗАЦИЯ

Тольяттинский государственный университет

РЕЗЮМЕ

Работа посвящена исследованию металлических вискеро́в, полученных путем отжига на воздухе медных электролитических покрытий. В работе использовался комплекс современных физических методов, таких как сканирующая и просвечивающая электронная микроскопия, рентгеновская дифракция, локальная энергодисперсионная рентгеновская спектроскопия и низкотемпературная адсорбция газов. Показано, что вискеры являются игольчатыми нанокристаллами оксида меди CuO длиной до 10 мкм и менее 100 нм в диаметре. Нитевидные кристаллы показывают высокие механические свойства. Дальнейшие механические напряжения, возникающие в покрытиях в процессе электрокристаллизации и последующего отжига, в присутствии в атмосфере кислорода интенсифицируют образование вискеро́в. Показано, что вискеры формируются за счет роста вершины, при этом большая роль принадлежит механическим напряжениям в покрытии и нанопористым каналам. Атомно-абсорбционной спектрометрией определена сорбция ионов металлов из воды, показано, что вискерные структуры можно применять в качестве сорбентов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Вискеры оксида меди, отжиг, окисление, напряжения, фильтр

ТЕЗИСЫ

Известно, что медь является переходным металлом и благодаря существованию незаполненных электронами d-оболочек в реакциях с кислородом может образовывать соединения с переменной валентностью [1]. Устойчивыми оксидами при этом являются только куприт CuO и тенорит Cu₂O, которые являются полупроводниками p-типа. В настоящее время медь и оксиды меди активно используется химической промышленностью в качестве катализаторов химических процессов, например, полимеризации ацетилена, риформинга метанола и синтеза анилина [2].

Нановискерные структуры обладают хорошими механическими свойствами [3] и применяются в качестве зондов, датчиков и электродов [4]. Малый поперечный размер нановискеро́в обеспечивает им высокую удельную поверхность, что позволяет их использовать в качестве эффективных катализаторов и сорбентов.

Данная работа направлена на исследование структуры и свойств нановискеро́в оксида меди, получаемых термическим окислением электролитических медных покрытий и частиц. Тщательное экспериментальное исследование процессов образования и роста нановискеро́в оксида меди в процессе термического окисления позволяет выявить механизмы их формирования.

В данной работе вискеры оксида меди получали при окислении медных частиц и покрытий при повышенных температурах. Термическое воздействие проводили в муфельных печах при температуре до 400 °C и временах выдержки от нескольких минут до 4 часов.

Исходные медные частицы и покрытия получали методом электроосаждения металла из водного электролита.

Исследование морфологии медного покрытия после термического окисления показывают, что вискеры формируются на поверхности при температурах отжига 250–600 °C в воздушной атмосфере. Более высокие температуры не приводят образованию вискеро́в. Наибольшая концентрация вискеро́в

на поверхности наблюдается после отжига при 400°C достигая значений 10^{10} – 10^{11} см⁻². Исследование кинетики роста вискеро́в показывает, что уже после 1 минуты термического воздействия на поверхности наблюдаются вискеро́ы длиной 250–300 нм и диаметром 20–25 нм (рис. 1 а), а уже по истечению 30 минут отжига длина вискеро́в достигает 10 мкм, а диаметр примерно 100 нм (рис. 1 б).



Рис. 1 Кинетика роста вискеро́в при отжиге на воздухе медных слоев при 400° С: а – 1 мин, б – 30 мин, в – 4 часа

ных стадиях роста (рис. 1) диаметр вискеро́в сильно зависит от времени термического воздействия, но затем примерно при диаметре 100 нм латеральный рост вискеро́в замедляется и наблюдается лишь рост вискеро́в в длину.

Данные рентгеновской дифракции показывают, что это вискеро́ы представляет собой нитевидные кристаллы с моноклинной решеткой, соответствующей оксиду меди CuO.

Детальное исследование вискеро́в методами сканирующей электронной микроскопии показывает, что в основном они являются идеальными нитевидными кристаллами, но у ряда вискеро́в наблюдаются отклонение от идеальности, например, перегибы, скачкообразное изменение диаметра.

Формированию вискеро́в способствуют остаточные напряжения, имеющиеся в исходном электролитическом покрытии и, возникающие вследствие фазовых превращений (окисления) и термического расширения. В работе [6] рассматриваются структурно-фазовые превращения в медном покрытии в процессе отжига. Поскольку в работе исследовались покрытия, наносимые на стальную микросетку, то в процессе отжига возникают напряжениями растяжения в направлении перпендикулярном покрытию и сжатия, лежащими в плоскости покрытия (рис. 2). Такие напряжения возникают из-за объемного несоответствия, образующихся при отжиге фаз, и они являются движущей силой для диффузии катионов меди к вершине вискеро́а.

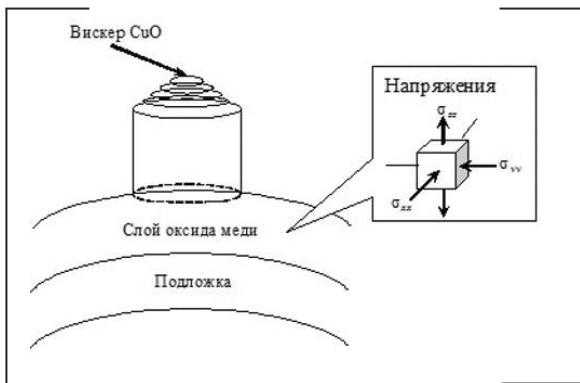


Рис. 2 Схема напряжений в приповерхностном слое оксида меди

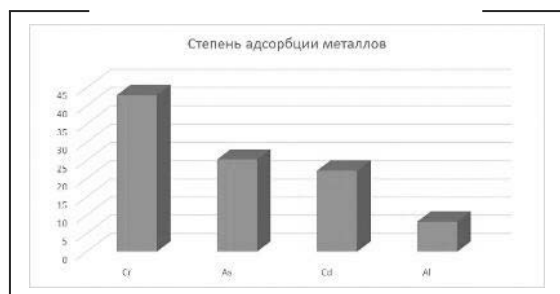
Большая роль в формировании вискеро́в принадлежит неравновесным вакансиям, которые образуются как в процессе электролитического роста медного покрытия, так и при последующей термической обработке. По данным работы [7] неравновесная концентрация вакансий в электролитических материалах достигает предельных значений 10^{-4} . Сначала вакансии собираются в сферические вакансионные кластеры, которые достигая критического размера трансформируются в плоские диски, с которых формируются дислокационные петли [8]. Путем скольжения дислокаций образуются тетраэдры дефектов упаковки, скрепленный на ребрах «сидячими» дислокациями.

Тетраэдры дефектов упаковки формируются на различной глубине покрытия, на них начинаются пористые каналы, которые оканчиваются на поверхности. Диффузия по таким пористым каналам проходит на несколько порядков интенсивнее, чем внутри зерна. Таким образом, в процессе электролитического роста и последующем отжиге в медном покрытии формируется система нанопористых каналов, которые обеспечивают транспорт катионов меди к растущим вискеро́ам, где на вершине они встречаются с кислородом и обеспечивают рост вискеро́в в длину [9]. Одновременно с этим пористые каналы способствуют проникновению кислорода в глубь медного покрытия и формирования слоистой структуры из оксидов меди CuO и Cu₂O [6].

О том, что вис커ры растут в длину не изнутри покрытия, как например, предлагается в моделях Эшелби или Линдборга, а ростом именно на кончике вискера свидетельствуют наблюдаемые перегибы вискеро-в. Так же для роста вискеро-в необходима кислородсодержащая среда, поскольку в вакууме и инертной атмосфере вискеро-в не растут. Таким образом, рост вискеро-в происходит в кислородсодержащей среде и интенсифицируется в силовых и температурных полях.

Высокие упругие свойства вискеро-в оксида меди (предел прочности на изгиб 6.6 ГПа) [3] позволяют использовать вискерные структуры в качестве фильтрующего элемента для очистки жидкостей. Важной характеристикой фильтро-в и сорбенто-в, является величина удельной поверхности. Удельную поверхность определяли многоточечным методом Брюнауэра-Эммета-Теллера (БЭТ) и удельная поверхность отдельных вискеро-в составляла 6–33 м²/г, в зависимости от их размера. Высокая концентрация вискеро-в и их хаотическое расположение представляют собой по сути механический фильтр для микроразмерных загрязнителей.

Сорбционная способность вискеро-в определялась по степени очистки жидкостей от ионов металлов. Наиболее высокая сорбция наблюдается для хро-ма, алюминия, кадмия и мышьяка (рис. 3) и достигает 40%.



В работе показано, что в процессе отжига в кислород содержащей атмосфере на поверхности электролитических медных покрытий формируется «лес» вискеро-в. Предполагается, что вискеро-в растут за счет транспорта катионов меди к растущей вершине. Важная роль в процессе роста принадлежит механическим напряжениям, имеющимся и возникающим в процессе отжига в покрытии, а также системе пористых каналов, интенсифицирующих транспортные потоки катионов меди.

Вискерные структуры имеют высокие упругие характеристики и хорошую сорбционную способность для ряда металлов. Такой материал может применяться в качестве фильтрующего элемента для очистки жидкостей от механических загрязнений и ионов тяжелых металлов.

Научно-исследовательская работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 16-32-00402) и гранта Правительства РФ для государственной поддержки научных исследований, проводимых под руководством ведущих ученых (г/контракт № 14. В25.31.0011).

ЛИТЕРАТУРА

1. Л.Л. Одынец, А.Л. Пергамент, Г.Б. Стефанович, Ф.А. Чудновский, Механизм фазообразования в тонкопленочных структурах металл-оксид-металл с оксидами переходных металлов, Физика твердого тела 37 (1995) 2215–2218.
2. C. Mateos-Pedreroa, H. Silvaa, D. A. Pacheco Tanakaa, S. Liguorib, A. Iulianellib, A. Basileb, A. Mendesa CuO/ZnO catalysts for methanol steam reforming: The role of the support polarity ratio and surface area. Applied Catalysis B: Environmental Volumes 174–175, September 2015, Pages 67–76.
3. A. N. Abramova, M. V. Dorogov, S. Vlassov, I. Kink, L. M. Dorogin, R. Löhms, A. E. Romanov, A. A. Vikarchuk, Nanowhisker of copper oxide: fabrication technique, structural features and mechanical properties, Mater. Phys. Mech. 19 (2014) 88–95.
4. Q. Zhang, K. Zhang, D. Xu, G. Yang, H. Huang, F. Nie, C. Liu, S. Yang, CuO nanostructures: synthesis, characterization, growth mechanisms, fundamental properties, and applications, Prog. Mater. Sci. 60 (2014) 208–337.
5. A. Kumar, A. K. Srivastava, P. Tiwari, R. V. Nandedkar, The effect of growth parameters on the aspect ratio and number density of CuO nanorods, J. Phys.: Condens. Matter, 16 (2004) 8531.

6. M.V. Dorogov, A.N. Priezzheva, S. Vlassov, I. Kink, E. Shulga, L.M. Dorogin, R. Löhmus, M.N. Tyurkov, A.A. Vikarchuk, A.E. Romanov, Phase and structural transformations in annealed copper coatings in relation to oxide whisker growth, *Applied Surface Science* 346 (2015) 423–427.
7. А.А. Викарчук, А.М. Лексовский, Е.А. Мамонтов Особенности разрушения композиционных материалов на основе электролитической меди, *Физика металлов и металловедение* 50 (1980) 383–389.
8. М.А. Штремель Прочность сплавов. Часть 1. Дефекты решетки М.: МИСИС, 1999. 384 с.
9. A.A. Vikarchuk, M.V. Dorogov, Features of the evolution of the structure and morphology of the surface of icosahedral copper particles in the annealing process, *JETP Lett.* 97 (2013) 594–598.

SUMMARY OF THE PROJECT

This research is devoted to the investigation of metal whiskers obtained by annealing in the air of copper electrolytic coatings. A set of contemporary physical methods, such as scanning and transmission electron microscopy, X-ray diffraction, local energy-dispersive X-ray spectroscopy and low-temperature gas adsorption are used for this study. It is shown that the whiskers are needle-like nanocrystals of copper oxide CuO with length up to 10 μm and less than 100 nm in diameter. The whisker demonstrate high mechanical properties. Throughout the process of electrocrystallisation and subsequent annealing long-range mechanical stresses appear in coatings, which in the presence of oxygen in the atmosphere intensify formation of whiskers. It has been shown that the whiskers form by the top growth mechanism accompanied with the development of nanoporous channels under the influence of mechanical stresses in the coatings. Atomic absorption spectrophotometry was utilized to investigate the adsorption of metal ions from water by CuO nanowhiskers.

KEYWORDS

Copper oxide nanowhiskers, annealing, oxidation, stresses, filters

ДОКЛАДЧИК

Кистанкина Мария
Александровна

Kistankina Maria

Член экспертной группы

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Получение композитного люминофорного материала на основе раствора жидкого стекла Na_2SiO_3

Preparation of the phosphor composite material based on water-glass solution Na_2SiO_3

ОРГАНИЗАЦИЯ

Санкт-Петербургский
национальный
исследовательский университет
информационных технологий,
механики и оптики

РЕЗЮМЕ

Одной из важнейших задач, стоящих перед экономикой Российской Федерации, является переход на энергосберегающие технологии. Наиболее перспективными технологиями энергосбережения в области освещения являются технологии твердотельных источников света — светодиодов. Одной из основных задач, требующих решения является в данной области, является отвод избыточного тепла из светодиодной структуры. В качестве одного из вариантов решения данного вопроса является замена матрицы в материале первичной оптики на более теплопроводящую. На данный момент специалисты предлагают различные метода синтеза таких люминофорных материалов. В настоящем докладе мы представляем результаты синтеза композитного люминофорного материала на основе раствора жидкого стекла Na_2SiO_3 .

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Люминофорный материал, раствор жидкого стекла,

ТЕЗИСЫ

Получение композитного люминофорного материала на основе раствора жидкого стекла Na_2SiO_3

Preparation of the phosphor composite material based on water-glass solution Na_2SiO_3

Кистанкина М. А.¹

Kistankina M. A.¹

¹ Университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия (ITMO University, St. Petersburg, Russia), shvalevama@niuitmo.ru

Одной из важнейших задач, стоящих перед экономикой Российской Федерации, является переход на энергосберегающие технологии. Наиболее перспективными технологиями энергосбережения в области освещения являются технологии твердотельных источников света — светодиодов. Одной из основных задач, требующих решения в данной области, является отвод избыточного тепла из светодиодной структуры. В качестве одного из вариантов решения данного вопроса является замена матрицы в материале первичной оптики на более теплопроводящую. На данный момент специалисты предлагают различные методы синтеза таких люминофорных материалов [1–6]. В настоящем докладе мы представляем результаты синтеза композитного люминофорного материала на основе раствора жидкого стекла Na_2SiO_3 .

В ходе проведенной работы были разработаны технологии получения и синтезированы композитные люминофорные материалы на основе раствора жидкого стекла Na_2SiO_3 легированные микрочастицами SiO_2 , нановолокнами Al_2O_3 + метанол CH_4O , микрочастицами Al_2O_3 , микрочастицами YAG: Ce^{3+} .

В результате проведенных исследований можно заключить, что были успешно разработаны две технологии получения новых образцов композитного люминофорного материала состоящие из раствора жидкого стекла Na_2SiO_3 и микрочастиц YAG: Ce^{3+} /смеси микрочастиц Al_2O_3 + YAG: Ce^{3+} . Было доказано, что полученный в ходе исследования люминофорный материал на основе раствора жидкого стекла перспективен для использования в элементах первичной оптики мощных белых светодиодных модулей и сборок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Y. Zhou, D. Chen, W. Tian, et al. J. Amer. Ceram. Soc. 98 (1), 2445 (2015).
2. D. Chen, W. Xiang, X. Liang, et al. J. Eur. Ceram. Soc. 35 (3), 859 (2015).
3. Shvaleva (Kistankina) M. A., Shulga E., Kink I., et al. PSS A: Applic. and Mat. Sci. 212, 2964 (2015).
4. Z.-T. Li, Y. Tang, Z.-Y. Liu, et al. J. Disp. Technol. 9, 433 (2013).
5. C. C. Tsai, W. C. Cheng, J. K. Chang, et al. J. Disp. Technol. 9, 427 (2013).
6. L. Y. Chen, W. C. Cheng, C. C. Tsai, et al. Optical Express. 22 (S3), 671 (2014).

SUMMARY OF THE PROJECT

One of the major challenges facing to the Russian economy is the transition to energy-saving technologies. The most promising energy-saving technologies in the field of lighting technology are solid-state light sources — LEDs. One of the main problems which must be solved in this area is to remove excess heat from the LED structure. One of the solutions to this problem is to replace the material of the matrix to a more heat-conducting in the primary optics. At the moment, experts offer different methods of synthesis of such phosphor materials. In this report, we present a synthesis of composite phosphor material based Na_2SiO_3 water glass solution.

KEYWORDS

Phosphor material, water-glass solution

ДОКЛАДЧИК:

Лысенков Антон Сергеевич

Lysenkov Anton

Член экспертной группы

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА:

Получение конструкционных керамических материалов на основе карбида и нитрида кремния

Production of structural ceramic materials based on silicon carbide and nitride

ОРГАНИЗАЦИЯ

Институт металлургии
и материаловедения
им. А. А. Байкова РАН

РЕЗЮМЕ

Рассмотрены методы формования заготовок, методы обжига керамических материалов, а также используемые спекающие добавки для получения керамики на основе карбида и нитрида кремния.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Нитрид кремния, карбид кремния, спекающие добавки

ТЕЗИСЫ

Нитрид и карбид кремния — одни из самых перспективных высокотемпературных материалов. Нитрид и карбид кремния и материалы на их основе обладают высокой рабочей температурой до 1400–1750 °С, износостойкостью, химической инертностью, повышенной (особенно нитрид кремния) прочностью и трещиностойкостью [1]. Поэтому появление указанных материалов позволило поставить вопрос о замене металлических изделий керамическими для работы в экстремальных термомеханических условиях, например, в горячей зоне газотурбинных и поршневых двигателей. Продолжается замена твердосплавных и других видов режущего инструмента на более эффективный керамический инструмент, т.к. керамика выгодно отличается от них, например, в области обработки чугуна или суперсплавов. В настоящее время в развитых странах проводятся исследования, направленные на использование изделий из нитрида и карбида кремния практически во всех отраслях промышленности. Они уже нашли широкое применение в аэрокосмической, металлургической, химической, электронной и других отраслях промышленности [2, 3].

Керамические порошки или грануляты обычно перерабатываются в объемные изделия с помощью двух- или трехэтапных технологий. Первый этап обычно предполагает прессование или другой способ уплотнения, позволяющий получить сырую (т. е. неспеченную) заготовку достаточной прочности, для дальнейшей обработки и проведения второго этапа синтеза: спекания. В завершение, часто используется этап шлифовки или чистовой обработки. Как правило, все этапы получения керамики не прощают ошибок, т.е. привнесенные на любом из этапов дефекты или трещины, сохраняются на всех последующих этапах вплоть до конечного изделия, существенно подрывая его прочность. Поэтому на всех этапах синтеза необходимо исключительное внимание к качеству. Для получения изделий из керамических порошков существует много технологий. Основные из них: шликерное литье водных суспензий, прессование, изостатическое прессование, экструзия, горячее шликерное литье под давлением [4]

Существует несколько методов получения керамики из нитрида и карбида кремния: обжиг в среде азота без приложения давления, реакционное спекание, горячее прессование (ГП), горячее изостатическое спекание (ГИП) [3, 4]. Перечисленные методы являются наиболее применимыми в промышленности. Высокие свойства достигаются у материалов, полученных последними двумя методами, однако большая энергоемкость и невозможность получения заготовок изделий сложной формы, а также использование в качестве пресс-оснастки высокоплотного и дорогостоящего графита делает ограниченным получение материалов по этому методу. Методом реакционного спекания невозможно получить плотные материалы с пористостью меньше 5 об. %. Использование метода химического осаждения из газовой фазы приводит к получению материалов с практически теоретической плотностью, но из-за технологических сложностей затруднено их серийное производство [5]. Также существуют перспективные методы

консолидации порошков: метод искрового плазменного спекания и спекание керамических заготовок в процессе самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС). Метод искрового плазменного спекания в настоящее время широко применяют в лабораторных исследованиях, но поскольку спекание порошкового материала осуществляется путем пропускания тока через графитовые пуансоны пресс-формы, следовательно, данная технология имеет ограничения, как по типу спекаемых порошков, так и по размеру и форме получаемого изделия. СВС метод обжига основан на том, что выделившееся в результате экзотермической реакции тепло благодаря теплопередаче нагревает соседние слои вещества, возбуждает в них реакцию и приводит к возникновению самораспространяющегося процесса горения. Данный способ пока не нашел широкого применения в производстве изделий из нитрида кремния, но имеет перспективы внедрения. Ранее были получены керамические материалы на основе нитрида кремния в режиме обжига СВС [6, 7].

В настоящее время наиболее часто для получения керамики на основе нитрида кремния используют добавки Al_2O_3 , Y_2O_3 , MgO , а также $Y_2O_3 — Al_2O_3$ и оксиды редкоземельных металлов, температура обжига таких материалов составляет 1750–1800 °С. Керамика на основе нитрида и карбида кремния, полученная методом горячего прессования, с добавками Al_2O_3 , Y_2O_3 , MgO , $Y_2O_3 — Al_2O_3$, характеризуется средними значениями следующих свойств: механическая прочность при изгибе при 20 °С — 700–1000 МПа, при 1300 °С — 300–500 МПа, плотность — 3,23–3,37 г/см³, пористость до 1%, трещиностойкость — 5,7–6,4 МПа·м^{1/2}. Наибольшее уплотнение достигается за счёт применения Al_2O_3 и MgO , благодаря образованию с их участием при спекании низковязкой стеклофазы, но одновременно эти добавки сильно снижают высокотемпературную прочность керамики из-за снижения температуры плавления и вязкости межзеренной стеклофазы. При использовании добавки $Y_2O_3 — Al_2O_3$ достигаются наибольшие результаты при высокотемпературной прочности до 600 МПа [8]. Также применяют более легкоплавкие спекающие добавки, например алюминаты кальция. Причем, использование легкоплавкой добавки не влечет за собой снижения механических свойств, поскольку она взаимодействует с нитридом кремния, образуя сиалон. При температуре 1600 °С добавка начинает плавиться и смачивать границы зерен нитрида кремния. Затем происходит взаимодействием жидкой фазы с зёрнами нитрида кремния и образованием $Ca —$ сиалона по границам зерен. Использование добавки $CaO-Al_2O_3$ позволит снизить температуру обжига до 1600–1650, а образующийся на границах зерен $Ca —$ сиалон позволит сохранить высокие механические характеристики материала, поскольку по стойкости к окислению превосходит нитрид кремния ($Ca —$ сиалон один из наиболее стойких к высокотемпературному окислению в ряду сиалонов), а по механическим характеристикам близок к нему. Плотность такого материала составляет 3,15–3,18 г/см³, механическая прочность при изгибе при 20 °С — 750 МПа, при 1300 °С — 350 МПа, микротвердость — 17–19 ГПа [9].

Резюмируя вышесказанное, можно сделать следующие выводы. Существует множество методов формования заготовок и получения конечных изделий из карбида и нитрида кремния. Все эти методы имеют свои недостатки и достоинства. И выбор конкретного метода зависит только от поставленной цели, формы и вида изделия, а также количества необходимых изделий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гаршин А. П., Гропянов В. М., Зайцев Г. П., Семенов С. С. Керамика для машиностроения // Научтехлитиздат, 2003. 384 с.
2. Шевченко В. Я., Баринов С. М. Техническая керамика // М. Металлургия, 1986. 277 с.
3. Огнеупоры и их применение // Металлургия, 1984. 446 с.
4. Химическая технология керамики / Под ред. И. Я. Гузмана. — М.: ООО РИФ «Стройматериалы», 2003.

5. Перевислов С.Н., Чупов В.Д. Получение высокоплотных материалов на основе ультрадисперсного порошка нитрида кремния // Огнеупоры и техническая керамика, 2010, №3, С. 17–23.
6. Лысенков А.С., Захаров А.И., Загоржевский В.В. Керамика на основе порошков нитрида кремния, полученного методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза // Стекло и Керамика, 2007, №3, С. 17–19.
7. Лысенков А.С., Каргин Ю.Ф., Захаров А.И., Колесникова С.М., Загоржевский В.В. Получение керамики на основе порошков нитрида кремния, полученного методом СВС // Тезисы конф Успехи в химии и химической технологии, РХТУ, Том XXI, 2007. №7 (75). С. 70–73.
8. Petzow G., Herrmann M. Silicon Nitride Ceramics // Structure and Bonding, 2002. V. 102. P. 47–167.
9. Каргин Ю.Ф., Лысенков А.С., Ивичева С.Н., Захаров А.И., Попова Н.А., Солнцев К.А. Микроструктура и свойства керамики из нитрида кремния с добавками алюминатов кальция // Неорганические материалы. 2010. Т. 46. №7. С. 892–896.

SUMMARY OF THE PROJECT

Considers methods forming preforms, methods firing ceramic materials used as well as sintering aids for ceramics based on silicon nitride and carbide.

KEYWORDS

Silicon nitride, silicon carbide, sintering aids

ДОКЛАДЧИК

Нечайкина Татьяна
Анатольевна

Nechaykina Tatiana

Член экспертной группы

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Перспективный трехслойный материал на основе ванадиевого сплава с покрытием из коррозионностойкой стали для сверхжестких условий эксплуатации

Promising three-layer material based on vanadium alloy with a corrosion-resistant steel coated for ultrahard operating conditions

ОРГАНИЗАЦИЯ

Национальный
исследовательский
технологический университет
«МИСиС»

РЕЗЮМЕ

Данная работа посвящена решению актуальной проблемы создания новых конструкционных материалов для сверхжестких условий эксплуатации, сочетающих воздействие высоких температур, радиации и агрессивных сред. Предложен многослойный конструкционный материал, представляющий собой жаропрочный сплав на основе ванадия, защищенный с поверхности ферритной коррозионностойкой сталью. Ванадиевый сплав обеспечивает высокую длительную прочность материала, а защитный слой из стали — высокую коррозионную стойкость в различных средах (жидкие металлы, вода, пар).

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Трехслойные трубы, сплавы на основе ванадия, коррозионностойкая сталь, структура, механические свойства

ТЕЗИСЫ

Ванадиевые сплавы V-(5-10) % Ti-(4-6) % Cr являются перспективным материалом для оболочек твэлов быстрых реакторов благодаря их жаропрочности, высокой длительной прочности, сопротивлению ползучести и высокой радиационной стойкостью при температурах до 800 °С по сравнению со сталями аустенитного и ферритно-мартенситного классов. Однако в ванадии сильно растворяются кислород и азот при рабочих температурах до 400 °С.

Предложен многослойный конструкционный материал, представляющий собой жаропрочный сплав на основе ванадия, защищенный с поверхности ферритной коррозионностойкой сталью. Ванадиевый сплав обеспечивает высокую длительную прочность материала, а защитный слой из стали — высокую коррозионную стойкость в различных средах (жидкие металлы, вода, пар).

В работе получены методом совместного горячего прессования трехслойные трубы двух типов на основе ванадиевого сплава V-4Ti-4Cr защищенные разными (ферритного и феррито-мартенситного классов) сталями. Представлены результаты исследования фазового состава, структуры и механических свойств трехслойного материала на различных этапах технологии. Микроструктурный, микрорентгеноспектральный анализы и дисперсионная рентгеновская спектроскопия по длине волны подтвердили взаимную диффузию химических элементов между ванадиевых сплавов V-4Ti-4Cr и сталей вблизи границы между слоями. Показано, что «переходный» слой формируется в трехслойном материале за счет совместной горячей деформации и отжига, который представляет собой твердый раствор с монотонно изменяющимся химическим составом. Формирование «переходного» слоя диффузии обеспечивает получение прочного соединения между разнородными металлами (материал/покрытие). Отжиг при 1000 °C увеличивает ширину зоны взаимодействия до 150 мкм. Результаты испытаний на растяжение показали, что двухслойный образец ведет себя как монолитный.

SUMMARY OF THE PROJECT

We propose a three-layer material based on high-temperature vanadium alloy that is protected by corrosion-resistant ferritic steel from the surface. Vanadium alloy provides high long-term strength of the material, while steel protective provides — high corrosion resistance in various media (liquid metals, water, steam).

KEYWORDS

Three-layer tubes, vanadium alloys, stainless steel, structure, mechanical properties.

ДОКЛАДЧИК

Акмеев Анвар Рашидович
 Akmееv Anvar

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Разработка металлополимерного композита интеллектуального типа

ОРГАНИЗАЦИЯ

Московский государственный
 машиностроительный
 университет (МАМИ)

РЕЗЮМЕ

Произведен анализ металлополимерного композита, состоящего из слоев алюминиевого сплава Д16ЧАТ и углепластика, армированного углеродной лентой УОЛ-300. Показано, что наиболее перспективными для получения адаптирующего металлополимерного композита является укладка слоев углепластика в направлении отличного от главной оси. Введение сенсорных элементов в структуру композита «алюминий- углепластик» не снижает адаптационной способности материала. Проведены длительные коррозионные испытания. Показано, что использование интеллектуальных материалов в авиационной технике, позволит получить высокую экономическую эффективность.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Металлокомпозит, углепластик, алюминий, коррозия, адгезия, инфоркомпозит, интеллектуальный материал.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Разработка «интеллектуального» слоистого композита («алюминий-углепластик»), способного к самоадаптации и самодиагностике при нагружении и не уступающего по уровню конструкционных свойств лучшим отечественным и зарубежным композиционным материалам, используемым в ответственных силовых конструкциях летательных аппаратов.

ВВЕДЕНИЕ

Снижение массы и повышение безопасности эксплуатации пассажирских, транспортных и спортивных самолетов — постоянно актуальная техническая проблема. Принципиально новое решение этой проблемы — создание материалов интеллектуального типа, способных информировать о своем состоянии и адаптироваться к нагрузкам, обеспечивая при этом саморазгрузку ответственных силовых конструкций и сохранение их работоспособности в критических ситуациях. В передовых странах мира создание «интеллектуальных» материалов считается приоритетной задачей материаловедения, от решения которой зависит конструкторско-технологический облик и технические характеристики изделий техники будущего.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Была выбрана принципиальная структура слоистого композита («алюминий-углепластик») с необходимым уровнем конструкционных характеристик и эффектом адаптации, разработаны методы коррозионной защиты алюминиевых слоев, разработана технология введения в состав композита сенсоров с целью проведения контроля за состоянием деталей при эксплуатации.

Также проводилось исследование механического поведения при нагружении образцов адаптирующегося металлополимерного композита и их коррозионная стойкость.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Показана принципиальная возможность создания высокопрочного слоистого металлополимерного композита «алюминий-углепластик» интеллектуального типа, способного к самоадаптации и самоконтролю при эксплуатации.

Установлено, что механические характеристики металлокомпозита «алюминий-углепластик» зависят от соотношения толщины слоев металла и углепла-

стика, схемы армирования углепластика и могут быть варьированы в широком диапазоне.

Установлено, что укладка слоев углепластика в направлении отличном от главной оси, позволяет получить самоадаптирующийся композит «алюминий-углепластик», адаптационные свойства которого зависят от прочностных характеристик, объемного содержания, схемы укладки углепластика и степени несбалансированности структуры металлополимерного композиционного материала.

Для удовлетворения требованиям целевой установки работы, выбран и исследован металлокомпозит «алюминий-углепластик» следующего состава:

- два (внешних) слоя алюминиевого сплава Д16чАТ толщиной 0,5 мм;
- слой углепластика, состоящий из 5-ти монослоев слоев, ориентированных под углом 150 относительно главной оси анизотропии (для придания способности к самоадаптации).

Разработаны и исследованы сенсорные элементы, обеспечивающие придание металлополимерному композиту функций самодиагностики:

- для контроля напряженно-деформационного состояния в слоях углепластика предлагается использовать сенсорные элементы на основе углеродных жгутов ЛЖУ-35ВМ (Кр 1,4; Кс- 1,2) и Гранит 40П (Кр — 1,1; Кс — 1,05).
- для контроля напряженно-деформационного состояния композита, а также регистрации появления и роста усталостных трещин в металлических слоях, предлагается использовать сенсорные элементы на основе модифицированного арамидного волокна.

Установлено, что введение в диэлектрические слои металлополимерного композиционного материала армирующих углеродных волокон, в качестве тензорезисторных сенсорных элементов позволяет получить материал, обладающий способностью к самодиагностике и контролю напряженно-деформационного состояния материала или конструкции выполненной с его применением.

Показано, что введение сенсорных элементов в структуру композита «алюминий-углепластик» не снижает его адаптационной способности.

Исследовано механическое поведение композита «алюминий углепластик» при нагружении. Установлено, что при статическом растяжении обеспечивается совместная работа слоев металла и углепластика, уровень механических характеристик опытных образцов металлокомпозита составляет: 820–900 МПа — прочность при растяжении, 87–93 ГПа — модуль упругости, что соответствует уровню свойств лучших отечественных и зарубежных аналогов (Алор Д16/41- ИК, АКМ-1у, ARALL).

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Голубкова Т.А., Короткова В.И., Золкина Т.Г., Гладышева Л.В. Концепции и основные принципы конструирования интеллектуальных материалов Технология. Межотраслевой научно-технический сборник. Серия «Конструкции из КМ». — 1995. — №2. — с. 3–21.
2. Craig C.A. Intelligent Materials// Scientific American. — 1995. — V. 273. — №3. — P. 154–157.
3. Wada B.K. Fanson J.L. and Crawley E.F. Adaptive Structures// Journal of Intelligent Materials Systems and Structurs. — 1990. — V. 1. — №2. — P. 157–174.
4. Rogers C.F. Intelligent Materials Systems — The Dawn of a New Material Age// Journal of Intelligent Materials Systems and Structurs. — 1993. — V. 4. — №1. — P. 4–12.
5. Буланов И.М., Воробей В.В. Технология ракетных и аэрокосмических конструкций из композиционных материалов. — М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1998.— 513 с.

SUMMARY OF THE PROJECT

The development of «smart» layered composite capable of self-adaptation and self-diagnostics during loading and not inferior to the level of the structural properties of the best domestic and foreign composite materials used in critical power structures of aircrafts.

KEYWORDS

Metal composite, carbon fiber, aluminum, corrosion, adhesion, composite information, intellectual material.

ДОКЛАДЧИК

Белов Виталий Николаевич
Vitaly Belov

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Разработка композиционных материалов из лигноцеллюлозных отходов

ОРГАНИЗАЦИЯ

Костромской государственный
технологический университет

РЕЗЮМЕ

При использовании данного вида отходов (пылевидных и т.п.) возможно только производство композиционных материалов. Важной проблемой строительного материаловедения является получение строительных композиционных материалов на основе местного сырья и отходов промышленности, к которым можно отнести отходы текстильных предприятий. Использование лигноцеллюлозных отходов позволяет значительно расширять сырьевую базу материалов и снижать себестоимость получаемой продукции в результате существенного уменьшения расходов на производство наполнителя. Объем пылевых отходов будет влиять на годовой выпуск композиционных теплоизоляционных плитных материалов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Строительные композиционные материалы, утилизации текстильных отходов, ресурсосберегающей технологии, лигноцеллюлозных отходов, интенсивность пылеосаждения.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Целью данной работы является разработка композиционного материала на основе лигноцеллюлозных отходов.

Для выполнения данной цели были поставлены следующие задачи:

1. Информационный поиск по теме утилизации текстильных отходов.
2. Анализ результатов интенсивности пылеосаждения на текстильном предприятии хлопкопрядильной, льнопрядильной фабрик.
3. Экспериментальное исследование структуры и технологических параметров процессов производства композиционного материала на основе лигноцеллюлозных отходов.

ВВЕДЕНИЕ

Известно, что отходы текстильного производства выбрасываются на свалки или утилизируются путем захоронения на полигонах, подвергаются уничтожению посредством сжигания. К отходам текстильных производств относятся отходы производства, которые непригодны для производства текстильной продукции, такие как подметь и пух из пыльных камер. Утилизация отходов является одним из основных направлений в ресурсосберегающей технологии. Под утилизацией отходов следует понимать комплексную их переработку с целью получения промышленной или другой продукции. Она тесно связана с рациональным использованием природных ресурсов. Успешное решение вопросов утилизации приводит к тому, что взамен понятия «отходы» возникает правильное — «вторичное сырье».

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Представляет интерес экспериментальное определение интенсивности пылеосаждения, например, на текстильном предприятии хлопкопрядильной фабрики. Для количественной оценки объемов пылевидных отходов было выполнено экспериментальное исследование определения интенсивности пылеосаждения на предприятии ООО СП «Кохлома» и льняного волокна на БКЛМ. В эксперименте использовался однофакторный корреляционный метод. Выдвинуто предположение, что к таким факторам можно отнести вид производителя хлопкового сырья. В эксперименте исследовалось влияние класса хлопкового волокна на интенсивность пылеосаждения, выполненной при переработке хлопкового волокна производства Киргизия, Узбекистан, Таджикистан, Казахстан, Туркменистан. Интенсивность пылеосаждения определялась путем отбора и взвешиванием проб осевшей пыли за определенное время. Использовались способы производства: — горячего прессования в прессе (по технологии древесно-стружечных плит); — мокрого способа производства (по технологии мягких теплоизоляционных древесноволокнистых плит).

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Утилизация отходов является одним из основных направлений в ресурсосберегающей технологии, комплексную их переработку с целью получения промышленной или другой продукции. Утилизация тесно связана с рациональным использованием природных ресурсов. Для сглаживания влияния вида производителя и сорта сырья на равномерность поступления пылевых отходов необходимо предусмотреть технологические мероприятия, позволяющие усреднять объемы поступающего сырья. Для этого может быть использовано оборудование для хранения межоперационных запасов пылевидных отходов, обеспечивающее равномерную выдачу сырья. На основании изучения и анализа разрабатываемых технологий промышленного использования лигноцеллюлозных пылевидных отходов текстильной промышленности, установлена возможность их использования для получения строительных композиционных материалов, которые в свою очередь могут быть использованы в дополнении к существующим материалам.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Состояние вопроса об отходах и современных способах их переработки: учеб. пособие / Г. К Лобачева. — Волгоград: изд. ВолГУ, 2005. — 176 с.
2. Сусоева И.В. Новый способ измерения интенсивности пылеосаждения на текстильном предприятии // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. — 2014, №5 (353) с. 134.
3. Вахнина, Т.Н. Методы и средства научных исследований: учеб. пособие. В 2 ч. Ч. II / Т.Н. Вахнина. — Кострома: Изд-во Костром. гос. технол. ун-та, 2015. — 74 с.
4. Вахнина, Т.Н. Методы и средства научных исследований: учеб. пособие. В 2 ч. Ч. I / Т.Н. Вахнина. — Кострома: Изд-во Костром. гос. технол. ун-та, 2014. — 74 с.

SUMMARY OF THE PROJECT

When using this type of waste (dust, etc.) may only the production of composite materials. An important construction problem materials science is to obtain composite materials on the basis of local raw materials and industrial wastes, which include the directly enterprises. The use of lignocellulosic wastes allows significantly expand the resource base of materials and reduce the cost of the resulting products in the result of the significant reduction of production costs filler. The amount of dust waste will affect the annual production of composite heat insulating plate materials.

KEYWORDS

Composite construction materials, recycling of textile waste, resource-saving technologies of lignocellulosic wastes, the intensity of dust suppression.

ДОКЛАДЧИК

Боргардт Евгений Дмитриевич
Borgardt Eugeny

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Применение микродугового оксидирования для формирования наноструктурированных слоев диоксида титана на титановой подложке

ОРГАНИЗАЦИЯ

Костромской государственный
технологический университет

РЕЗЮМЕ

Методом микродугового оксидирования получены образцы TiO₂ на Ti подложке. При помощи сканирующей электронной микроскопии и рентгеноструктурного анализа изучена их морфология, фазовый и элементный состав. Исследована фотокаталитическая активность образцов, сделаны выводы о влиянии режимов получения слоев на их фазовый состав, морфологию и фотокаталитическую активность.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Фотокатализ, диоксид титана, микродуговое оксидирование, плазменное электролитическое оксидирование.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Цель проекта — оценка возможности создания оксидных слоев на титановой подложке, обладающих фотокаталитической активностью путем применения метода микродугового оксидирования.

Задачи проекта:

1. Синтезирование оксидных слоев при разных режимах МДО.
2. Проведение исследования морфологии поверхности слоев, химического состава, фазового состава.
3. Исследование фотокаталитической активности оксидных слоев и выявление взаимосвязи фотокаталитической активности со свойствами слоя.

ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день в мире много внимания уделяется новым эффективным и дешевым методам очистки сточных вод и доочистке до приемлемых для использования концентраций. Среди многообразия методов очистки сточных вод от загрязнителей выгодно выделяется метод фотокатализа, являющийся в перспективе наименее затратным как в получении, так и в работе. Традиционные методы получения фотокатализаторов отличаются высокой сложностью и стоимостью синтеза, отсутствием экологичности [1,2,3]. Предлагаемый метод микродугового оксидирования — получение слоя TiO₂ на Ti подложке. Он отличается экологичностью и высокой скоростью синтеза [4], а получение слоя на подложке избавляет от необходимости удаления частиц катализатора из раствора.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Для проведения оксидирования были использованы заготовки размерами 100x100 мм из титанового деформируемого сплава ОТ4-1. В качестве электролита был использован раствор двенадцативодного фосфорнокислого двузамещенного натрия (химическая формула Na₂HPO₄×12H₂O). Для образца 1 время обработки составило 10 мин при плотности тока 15 А/дм². Для образца 2 время обработки составило 90 мин при плотности тока 25 А/дм².

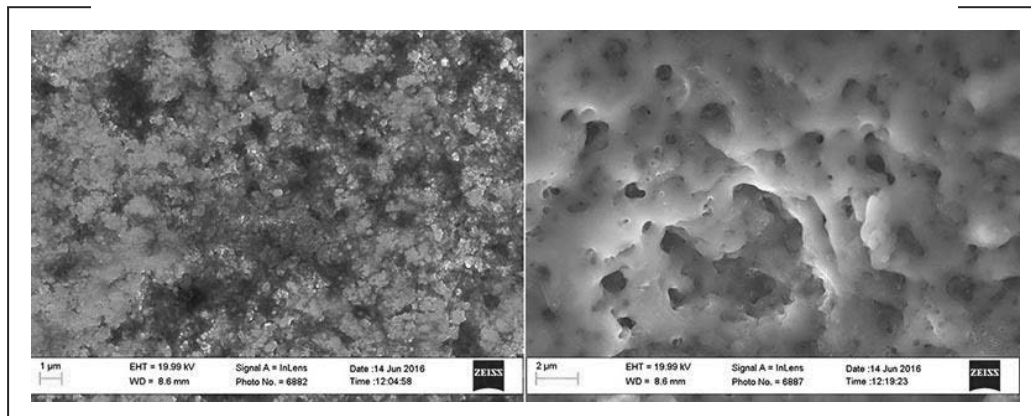
Оксидирование велось на экспериментальной технологической установке МДО, созданной специалистами Тольяттинского государственного университета (ТГУ) в лаборатории НИО-4 «Оксидные слои, покрытия и пленки».

Для исследования морфологии поверхности и химического состава слоев использовался электронный сканирующий (растровый) автоэмиссионный микроскоп (ЭРСЭМ) Carl Zeiss Sigma 02-09.

Для исследования фазового состава был использован рентгеновский дифрактометр Shimadzu Maxima XRD-7000 с фильтрованным $\text{CuK}\alpha$ излучением.

Испытания фотокаталитической активности проводились на пластинах 100x50 мм в модельном растворе красителя метиленовый синий в воде (концентрация 10 мг/л). Объем раствора составил 400 мл.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ



1. Получены снимки макрорельефа образцов 1 и 2 при увеличении $\times 5000$.

Типы элементов микрорельефа двух образцов можно условно поделить на «большие» поры, «малые» поры и сегменты. При этом, в отличие от образца 1, образец 2 обладает равноудаленными друг от друга порами и отсутствием сег-

ментальных элементов микрорельефа. В сумме эти факторы дают основание считать, что гладкий образец 2, обладающий на порядок более крупными порами, имеет значительно меньшую удельную поверхность по сравнению с образцом 1.

2. Получены рентгенограммы образцов со слоем TiO_2 . Процентные соотношения фаз анатаза и рутила представлены в таблице.

	Анатаз	Рутил
1	71,0%	28,9%
2	57,8%	42,2%

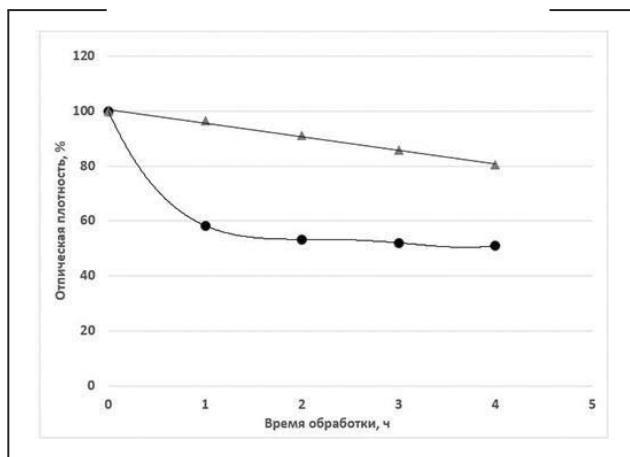
Из результатов фазового анализа образцов 1 и 2 следует, что образец 1 обладает \approx на 19% большим количеством фазы анатаза. Известно, что анатаз — метастабильная фаза. при нагревании до 400 °C происходит переход анатаза в рутил. Большее время выдержки и иные электротехнические параметры процесса увеличивают температуры на поверхности слоя.

3. Определен элементный состав образцов в массовых долях, %. Сканирование поры образца 2 выявило полное отсутствие кислорода и 92,28% Ti. Одновременно с этим поры образца 1 показали наличие как Ti (51,51%), так и O (40,32%). Эти данные свидетельствуют о наличии у образца 2 сквозных пор, обладающих значительно большей глубиной по сравнению с несквозными порами образца 1.

Сканирование выявило наличие в составе обоих образцов химических элементов, входящих в состав электролита — Na и P. Их наличие согласуется с известными данными источников [19–22] и может быть объяснено механизмом массопереноса элементов из электролита в оксидный слой дугой микро-разряда, схожим с механизмом электрофореза.

4. Проведено испытание на фотокаталитическую активность по методике, описанной в пункте 2.1. График изменения оптической плотности раствора с течением времени под воздействием фотокаталитической реакции на образцах 1 и 2 представлен на рисунке. ● — образец 1, ▲ — образец 2.

Из полученных данных следует, что образец 1 проявил наибольшую фотокаталитическую активность по сравнению с образцом 2. Такие результаты коррелируют с фазовым составом образцов и их микрорельефом; наиболее



фотокаталитически активным показал себя образец 1, имеющий в составе 71% анатаза и наименьшие элементы микрорельефа, а, следовательно, наибольшую удельную поверхность. Проведенное исследование позволило сделать вывод о том, что методом МДО можно получить фотокаталитически активный слой на титановой подложке. При реализации метода показана возможность управлять структурой и морфологией оксидного слоя. Полученные результаты находятся в соответствии с известными положениями: фотокаталитическим эффектом обладает оксидный слой с максимально развитой поверхностью и большим содержанием анатаза.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Михайлов, Г.Г. Химические и технологические приемы получения фотокаталитического покрытия / Г.Г. Михайлов, Т.М. Лонзингер, А.Г. Морозова, В.А. Скотников // Вестник Южно-Уральского государственного университета. — 2012. — №24. — С. 62–68.
2. Chen X., Mao S. / Titanium Dioxide Nanomaterials: Synthesis, Properties, Modifications, and Applications // Chemical Reviews. — 2007. V. 107. №7. P. 2891–2959.
3. Бессуднова Е.В. Диссертация — Синтез и исследование наноразмерных частиц диоксида титана для применения в катализе и нанобиотехнологиях; автореф. дис. канд. хим. наук.: 02.00.04 / Е.В. Бессуднова; Институт катализа им. Г.К. Борескова Сибирского отделения РАН. — Новосибирск, 2014. — 20 с.
4. Суминов И.В., Эпельфельд А.В., Людин В.Б. и др. Микродуговое оксидирование (теория, технология, оборудование). — М.: ЭКОМЕТ, 2005. — 368 с.

SUMMARY OF THE PROJECT

Samples of TiO₂ layers on Ti alloy substrate were obtained by micro arc oxidation (MAO, PEO) method. The layers were characterised with using of SEM, XRD. Photocatalytical activity of the layers was estimated. Corellation between phase composition, elemental composition, morphology and photocatalytical activity was revealed.

KEYWORDS

Photocatalysis, titanium dioxide, microarc oxidation, plasma electrolytic oxidation.

ДОКЛАДЧИК

Бурмистрова Татьяна
Вячеславовна
Burmistrova Tatiana

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Биомиметические материалы на основе модифицированных кремнийорганических полимеров и клеток микроорганизмов и их биотехнологический потенциал

ОРГАНИЗАЦИЯ

Тульский государственный
университет

РЕЗЮМЕ

В процессе эволюции природных систем живые организмы развивают различные минерализованные структуры, которые служат для защиты организмов от неблагоприятных условий. Это послужило примером для получения гибридных бионеорганических структур путем иммобилизации живых клеток в силикатные капсулы. Наиболее эффективным способом, обеспечивающим направленное регулирование текстурных характеристик кремнеземных материалов, является золь-гель метод, который позволяет формировать оболочки вокруг клеток микроорганизмов. Органосиликатная оболочка вокруг клеток микроорганизмов обеспечивает их защиту от повреждающих воздействий окружающей среды.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Золь-гель; иммобилизация микроорганизмов; гибридные биоматериалы; гетерогенные биокатализаторы; биофильтры.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Цель: разработка способа получения новых биомиметических материалов путем инкапсулирования микроорганизмов в органомодифицированные силикаты с использованием золь-гель метода для применения в биотехнологии.

Задачи:

1. Инкапсулировать клетки метилотрофных дрожжей в органосиликатные оболочки с использованием золь-гель технологии.
2. Охарактеризовать 3D архитектуру полученных гибридных биоматериалов.
3. Оценить влияние стрессовых факторов (экстремальных значений pH, ионов тяжелых металлов, УФ-излучения) на дыхательную активность микроорганизмов, иммобилизованных в золь-гель матрицы, в биораспознающем элементе сенсора.
4. Исследовать возможность применения разработанных гетерогенных биокатализаторов для очистки и контроля метанолсодержащих стоков и мониторинга содержания этанола в процессе брожения.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время соединения кремния находят широкое применение для производства цемента, стекол, силикагелей, силиконов. Химия силиконов близка к золь-гель химии. Поэтому для получения новых силикатных материалов всё чаще применяют методы золь-гель химии. Для получения гибридных биоматериалов на основе кремния чаще всего используют ферменты и клетки. Особый интерес представляет иммобилизация клеток микроорганизмов в органосиликатные матрицы. Исследования в этом направлении представляют значительный интерес для разработки эффективных гетерогенных биокатализаторов на основе иммобилизованных микроорганизмов в биотехнологии, в том числе при создании биосенсоров.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Культивирование метилотрофных дрожжей. В работе использовали метилотрофные бактерии *Ogataea polymorpha* ВКМ Y-2559. Культуру микроорганизмов выращивали в колбах объемом 750 см³ (объем среды 150 см³) при 28 °C и аэрации в шейкере при 190 об/мин. Инокулят вносили в количестве 1,5% по объему среды до конечной концентрации ~106 КОЕ/см³. Биомассу помещали в колбу, содержащую 200 см³ бесфосфатной среды и индуцировали метанолом (2 см³). Индуцированную биомассу центрифугировали при 2000g в течение 15 мин, осадок промывали фосфатным буферным раствором (30 ммоль/дм³, pH 7,6). Биомассу дрожжей хранили при +4 °C.

Золь-гель иммобилизация биоматериала. К 0,1 см³ 20% раствора полиэтиленгликоля 3000 (ПЭГ) в фосфатном буферном растворе прибавляли 0,25 см³ суспензии клеток в фосфатном буферном растворе и перемешивали в течение 3 минут, добавляли 0,5 см³ смеси тетраэтоксисилана (ТЭОС) и метилтриэтоксисилана (МТЭС) и вновь перемешивали в течение 3 минут. Затем добавляли 0,025 см³ 0,2 моль/дм³ раствора катализатора NaF, перемешивали 15 минут.

Сканирующая электронная микроскопия (СЭМ). Для приготовления образцов клеток *Og. polymorpha* клеточную суспензию наносили на поверхность токопроводящего скотча, после 5 минут инкубации каплю удаляли с помощью фильтровальной бумаги, поверхность промывали несколько раз водой, для удаления не связанных с поверхностью клеток. После этого скотч с образцом монтировали на поверхность объектодержателя и проводили напыление платиново-углеродной смеси.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Известно, что силикатные оболочки вокруг клеток эффективно защищают их от воздействия осмотического давления, механического сдвига, теплоты. В работе защитные свойства органосиликатной капсулы вокруг живых клеток оценивали по дыхательной активности микроорганизмов под действием стрессовых факторов: УФ-излучения, экстремальных значений pH, ионов тяжелых металлов. Оказалось, что при облучении характеристики биочувствительного элемента на основе инкапсулированных дрожжей практически не изменились. Влияние тяжелых металлов оценивали по дыхательной активности инкапсулированных и свободных микроорганизмов окислять метанол в присутствии ионов тяжелых металлов. Величины ответов биосенсора на основе инкапсулированных дрожжей практически не зависят от присутствия всех ионов металлов, за исключением Cu (II) и Cd (II) вследствие их высокой токсичности по отношению ко всем живым организмам. Полученные биогибридные материалы можно применять в технологии очистки метанольных стоков. Клетки мезофильных дрожжей, инкапсулированные в органосиликатную матрицу, способны функционировать в диапазоне pH от 2 до 12, тогда как дрожжи без силикатной капсулы — лишь в диапазоне от 4 до 10. Таким образом, органосиликатная оболочка вокруг живых клеток обеспечивает их защиту от повреждающих воздействий окружающей среды.

С целью апробации и коррелятивной калибровки разработанного рецепторного элемента биосенсора с гетерогенным биоматериалом на поверхности преобразователя определяли содержание этанола в модельных образцах бродильных масс.

Статистический анализ результатов определения этанола показал, что выборки, полученные двумя методами, неоднородны по воспроизводимости, при этом значения концентрации этанола, определяемые с помощью биосенсора на основе выбранного гетерогенного биокатализатора и с помощью референтного метода (ГХ), незначимо отличаются между собой, поэтому биосенсор с разработанным биокатализатором может быть использован для мониторинга этанола в бродильных средах.

Разработанный гетерогенный биокатализатор на основе инкапсулированных клеток микроорганизмов применили для создания биофильтра, которые возможно применять для очистки сточных вод в динамическом режиме.

При уменьшении скорости тока через колонну наблюдается увеличение времени функционирования биокатализатора, что свидетельствует о способности инкапсулированных мезофильных дрожжей окислять метанол.

Предлагаемую методику инкапсулирования микроорганизмов в дальнейшем можно адаптировать для иммобилизации других клеток, что важно при разработке биогибридных материалов в тканевой инженерии, систем транспортировки лекарственных средств, биокатализаторов для автономной канализации и систем водоочистки и т. д.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Desimone M.F., Alvarez G.S., Foglia M.L., Diaz L.E. Development of sol-gel hybrid materials for whole cell immobilization // *Recent Patents on Biotechnology*. 2009. V. 3. P. 55–60.
2. Jia J., Tang M., Chen X., Qi L., Dong S. Co-immobilized microbial biosensor for BOD estimation based on sol — gel derived composite material // *Biosensors and Bioelectronics*. — 2003. — V. 18, I. 8. — P. 1023–1029.
3. Ponomareva O.N., Kamanina O.A., Alferov V.A., Machulin A.V., Rogova T.V., Arlyapov V.A., et al. Yeast-based self-organized hybrid bio-silica sol — gels for the design of biosensors // *Biosens. Bioelectron.* — 2015. — P. 321–326.
4. Nassif N., Bouvet O., Noelle Rager M., Roux P., Coradin T., Livage J. Living bacteria in silica gels // *Nat Mater.* — 2002. — V. 1, I. 1. — P. 42–44.

SUMMARY OF THE PROJECT

In the evolution of natural systems, living organisms develop various mineralized structures that serve to protect the organisms from adverse conditions. This served as an example for the production of hybrid bioinorganic structures by immobilization of living cells in the silicate capsules. The most effective way of providing directional control of textural characteristics of silica materials is the sol-gel method, which allows to form a shell around the cells of microorganisms. Organosilicate wrapper around the cells of microorganisms ensures their protection from the damaging effects of the environment.

KEYWORDS

Sol-gel; immobilization of micro-organisms; hybrid biomaterials; heterogeneous biocatalysts; biofilters.

ДОКЛАДЧИК

Воротыло Степан
Vorotilo Stepan

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Получение сверхтугоплавкого двойного карбида (Ta, Zr) C методом механически активированного самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (МА-СВС)

ОРГАНИЗАЦИЯ

Национальный
исследовательский
технологический университет
МИСиС

СОАВТОР(Ы) ДОКЛАДА

Пацера Е. И.,
Левашов Е. А.

РЕЗЮМЕ

Для создания острых ведущих кромок крыльев сверхзвуковых самолетов, накопечников и дюз ракет и ракетных двигателей на ядерной тяге необходимы новые материалы с рабочей температурой не менее 3000 °С. Двойной карбид Ta₄ZrC₅ имеет температуру плавления выше 4000 °С, обладает высокой стойкостью к окислению и термомеханическими свойствами и перспективен для применения в аэрокосмической индустрии. Целью данной работы была разработка технологии получения однофазного Ta₄ZrC₅ методом МА-СВС. Получен микронный порошок однофазного двойного карбида Ta₄ZrC₅. В данный момент ведутся работы по изготовлению мишеней для нанесения покрытий Ta₄ZrC₅ методом PVD.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Ta₄ZrC₅, механоактивация, СВС, синтез горением, силовое СВС-компактирование.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Целью проекта была разработка технологии синтеза однофазного Ta₄ZrC₅ методом МА-СВС. Основной проблемой было частичное окисление циркония в процессе СВС, что приводило к загрязнению продуктов синтеза диоксидом циркония. Задачей проекта было исследование влияния условий механической активации и силового СВС-компактирования на фазовый состав и микроструктуру синтезируемого карбида для получения однофазного Ta₄ZrC₅ без примесей оксида циркония.

ВВЕДЕНИЕ

Для развития гиперзвуковой авиакосмической техники необходимы материалы, которые способны работать в крайне тяжелых условиях — при температуре порядка 3000 °С и окислительной атмосфере. В таких условиях традиционно применяемые материалы на основе карбида кремния, упрочненного углеродными волокнами, подвергаются интенсивной эрозии. Для их замены предлагается двойной карбид Ta₄ZrC₅, который обладает более высокой температурой плавления, а также механическими и термомеханическими свойствами и стойкостью к высокотемпературному окислению.

Получать двойной карбид Ta₄ZrC₅ предлагается методом механически активированного СВС, так как СВС монокарбидов TaC и ZrC уже отработан и доказал свою эффективность.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Исходные реагенты

Для приготовления реакционной шихты:

- порошок циркония ПЦрК-1 (ТУ 48–4–234–84)
- порошок тантала ТаПМ (ТУ647РК30054230–436–2000)
- сажа П804Т (ТУ 38–1154–88)

Массовый состав шихты: 82,7% Та; 10,4% Zr; 6,9% С.

Для приготовления хим. печки:

- порошок титана ПТМ-1 (ТУ 14-22-57-92)
- порошок бора Б-99В (ТУ 1-92-154-90)
- сажа П804Т (ТУ 38–1154–88)

Технологическое оборудование

- Планетарные центробежные мельницы АИР-0.015 и Активатор-2S
- Гидравлический пресс ДА-15325 и песчаная пресс-форма для силового СВС-компактирования
- Щековая дробилка
- Размольные валки ЛЕ-101
- Установка горячего прессования Direct Hot Pressing — DSP-515 SA, Dr. Fritsch Sondermaschinen GmbH
- Установка искрового плазменного спекания Spark Plasma Sintering — Labox 650, Sinter Land

Исследовательское оборудование

- Газоанализатор марки ТС-136, LECO.
- Сканирующий электронный микроскоп «Hitachi» S-3400N, оснащенный рентгеновским энерго-дисперсионным спектрометром NORAN (INCA Energy SEM Oxford Instruments, Великобритания).
- Дифрактометр ДРОН-4.
- Нанотвердомер «Nano-Hardness Tester» фирмы CSM (Свидетельство о метрологической аттестации №001–173–2010 от 26 августа 2010 г., №45022–10 в ГРСИ). Значения твёрдости и модуля упругости рассчитывали с использованием программного обеспечения Indentation 3.0 (CSM Instruments)
- Установка для измерения гидростатической плотности AND1653–2300.
- Установка для измерения пикнометрической плотности Accuric II 1340.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Для отработки технологии синтеза однофазного двойного карбида Ta_4ZrC_5 было исследовано влияние на фазовый состав и структуру продуктов синтеза следующих факторов: схема механического активирования (МА) реакционной шихты, атмосфера МА, избытка углерода в шихте сверх стехиометрии, соотношения химической печки и шихты при силовом СВС-компактировании.

При проведении МА по схеме 1 (одновременная загрузка всех компонентов шихты в барабан и их совместная активация) происходит формирование композиционных частиц, состоящих из прослоек тантала шириной 20–50 мкм и частиц циркония размером 1–2 мкм, разделенных пленками сажи. При проведении МА по схеме 2 (загрузка в барабаны смеси тантала с цирконием, их активация, затем добавление циркония и доактивирование) прослойки тантала имеют размер 0,5–2 мкм, частицы циркония — 15–20 мкм.

Фазовые составы продуктов синтеза из смесей, активированных по схемам 1 и 2, отличаются содержанием ZrO_2 –3% при активации по схеме 1 и 5,9% при активации по схеме 2.

Атмосфера активирования существенно влияет на фазовый состав продукта МА-СВС. При проведении МА на воздухе продукты МА СВС состоят из Ta_4ZrC_5 и 3–5% ZrO_2 . При активировании в шихты в аргоне или вакууме продукты МА СВС содержат монокарбиды TaC и ZrC и менее 20% двойного карбида. Это связано с тем, что кислород необходим для газофазного переноса углерода по реакции Будуара — Белла и образования двойного карбида.

Так как оказалось, что из системы нельзя исключить кислород, то было решено для восстановления образующегося диоксида циркония добавлять в исходную шихту избыток углерода (установлено оптимальное количество — 1,5%) и подобрать соотношение хим. пачки к шихте при силовом СВС-компактировании (установлено оптимальное соотношение — 1,5:1). Хим. пачка необходима для повышения температуры СВС и обеспечения восстановления образующегося ZrO_2 . Также была подобрана схема МА (схема 1) и продолжительность МА (10 минут), при которых происходит равномерное распределение избытка углерода в шихте и обеспечивается плотный контакт реагентов. Технология показала хорошую повторяемость результатов синтеза.

На данный момент, по отработанной технологии в лабораторных условиях было получено порядка 1000 гр. двойного карбида Ta_4ZrC_5 .

После СВС продукт находится в виде спека. Для получения микронного порошка спекы измельчают в щековой дробилке и размалывают в шаровой вращающейся мельнице в течение 6 часов.

Из микронного порошка двойного карбида по технологии горячего прессования и искрового плазменного спекания изготовлены компактные образцы с относительной плотностью до $(94,9 \pm 0,5)$ %, твердостью — $(35,7 \pm 1,3)$ ГПа, модулем упругости $(536 \pm 28,7)$ ГПа и величиной упругого восстановления 57,1%. В настоящее время ведутся работы по получению мишеней из двойного карбида для нанесения барьерных покрытий методом PVD.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Zhou P., Yingbiao P., Yong D. et al. A thermodynamic description of the C–Ta–Zr system // *Int. J. Refract. Met. Hard Mater.* 2013. Vol. 41. P. 408–415.
2. Yeh C. L., Liu E. W. Combustion synthesis of tantalum carbides TaC and Ta₂C // *J. Alloys Compd.* 2006. Vol. 415, № 1–2. P. 66–72.
3. Tsuchida T., Yamamoto S. Mechanical activation assisted self-propagating high-temperature synthesis of ZrC and ZrB₂ in air from Zr/B/C powder mixtures // *J. Eur. Ceram. Soc.* 2004. Vol. 24, № 1. P. 45–51.
4. Patsera E. I., Levashov E. A., Kurbatkina V. V. et al. Production of ultra-high temperature carbide (Ta, Zr) C by self-propagating high-temperature synthesis of mechanically activated mixtures // *Ceram. Int.* 2015. Vol. 41, № 7. P. 8885–8893.

SUMMARY OF THE PROJECT

The project was aimed to develop an combustion synthesis-based technology capable to product a single-phased ultra-high temperature ternary carbide Ta_4ZrC_5 . Main problem encountered was the partial oxidation of Zr and formation of ZrO_2 impurities during the combustion. Thus, we investigated effect of MA conditions on the composition and structure of the reaction mixture and the final product, searching for technical solutions for synthesizing a single-phase Ta_4ZrC_5 containing no zirconium oxide. It was found that the combination of extra carbon addition in the initial mixture (1.5%), mechanical activation during 10 minutes in atmosphere of air and combustion synthesis / quick pressing with chemical furnace to powder mixture ratio equal to 1,5:1 produces the desired mono-phase ternary carbide. The developed technical solution is robust and has high reproducibility. Synthesized carbide samples were crushed and milled for 6 hours to produce

micron powders. Sintering of powders via hot pressing and spark plasma sintering produced consolidated samples with relative density up to 95%, hardnesses of 35.7 GPa, Young's moduli of 536.4 GPa, and elastic recoveries of 57.1%. Currently we are working on production of Ta₄ZrC₅ targets for magnetron sputtering.

KEYWORDS

Combustion synthesis, UHTC, ternary carbides, Ta₄ZrC₅, solid solutions synthesis.

ДОКЛАДЧИК

Галеев Айзат Фаритович
Galeev Ayzat

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Высокопрочный самоуплотняющийся песчаный бетон

ОРГАНИЗАЦИЯ

Казанский государственный
архитектурно-строительный
университет

РЕЗЮМЕ

Произвели предварительные исследования для подбора оптимального состава высокопрочного самоуплотняющегося песчаного бетона, в связи с его чувствительностью к колебаниям рецептур. Подобрали оптимальный зерновой состав песка для достижения максимальной заполненности пустот, выявили максимально допустимый расход цемента для СУБ, выбрали суперпластификатор с наилучшими механическими и технологическими свойствами.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Бетонovedение, самоуплотняющийся бетон, высокопрочный бетон, песчаный бетон.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

- Оптимизировать зерновой состав песка для получения высокопрочного самоуплотняющегося бетона;
- оценить влияние расхода цемента на механические и технологические показатели СУБ;
- оценить влияние дозировки суперпластификаторов на механические и технологические свойства СУБ;
- получить высокопрочный самоуплотняющийся песчаный бетон.

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы во многих странах расширяется применение высокопрочных бетонов с прочностью на сжатие до 150 МПа, что позволяет существенно снизить материалоемкость и повысить долговечность бетона. Под самоуплотняющимися подразумеваются смеси, способные укладываться в опалубку без вибрации, под воздействием собственной массы, равномерно распределяться во всем ее объеме при сохранении однородности даже при наличии густо расположенной арматуры. Применение таких бетонов позволяет повысить качество изготавливаемых изделий и снизить трудозатраты на их производство. В связи с отсутствием в Поволжье высокопрочного щебня — важно получение высокопрочного самоуплотняющегося песчаного бетона, в котором отсутствует крупный заполнитель.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

В качестве исходных материалов было использовано: портландцемент ЦЕМ I 42,5 Б, Мордовского цементного завода, соответствующий ГОСТ 31108–2003. В качестве заполнителей и наполнителей использовались: обогащенный кварцевый песок (60% фр. 1,25–5, 20% фр. 0,315–1,25 и 20% фр. менее 0,315 мм), микрокремнезем Челябинского электрометаллургического комбината марки МК-85.

Микрокремнезем МК-85 (МК) (ТУ 14-106-709-2004) — образуется в процессе выплавки ферросилиция и его сплавов. После окисления и конденсации некоторая часть монооксида кремния образует чрезвычайно мелкий продукт в виде шарообразных частиц с высоким содержанием аморфного кремнезема.

В качестве суперпластификаторов использовали Sika Visko Crete SCC, Melflux 2651F и Reotech DR8500S — это добавки на основе модифицированных эфир-поликарбоксилатов.

Методы испытаний:

- Водоотделение бетонной смеси определялась по ГОСТ 10181-2014.
- подвижность бетонной смеси для самоуплотняющегося бетона по расплыву конуса по ГОСТ 310.4-81;
- плотность бетонной смеси определяли по ГОСТ 10181;
- воздухововлечение бетонной смеси определялось согласно DIN EN 12350-7: 2000-11;
- прочность на сжатие образцов-кубов 10x10x10 см, изготовленных из тяжелого бетона, по ГОСТ 10180-2012;
- прочность на изгиб балочек размером 4x4x16 см по ГОСТ 310.4-81*;

Плотность, пористость, влажность, водопоглощение определялись в соответствии с методиками ГОСТ 12730.0-78 — ГОСТ 12730.4-78.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Для выяснения влияния расхода цемента были предложены следующие составы с расходом цемента от 400 до 700 кг на куб, с дозировкой суперпластификатора Melflux 0,75% от массы цемента. Для сравнения свойств были приготовлены равноподвижные смеси классом SF1, что у СУБов нормируется расплывом конуса от 550 до 650 мм. Можно наблюдать рост плотности БС и снижение воздухововлечения от увеличения расхода цемента. Связана такая зависимость с тем, что увеличивается плотность упаковки, заполнением цементным тестом пустот. Максимальная плотность достигнута при расходе цемента в 700 кг на куб, и данный показатель на 4%. А воздухововлечением с расходом цемента снизилась на 40% и составила 5,1%.

Образцы МСУБ, хранящиеся в условиях нормального твердения, подвергались испытанию на сжатие на 3, 14 и 28 сутки, выяснилось что увеличение расхода цемента приводит к увеличению кинетики набора прочности и максимальной прочности на 28 сутки. Так максимальная прочность на сжатие с 35,7 МПа при расходе цемента 400 кг на куб увеличилась на 42% и составила при расходе в 700 кг на куб 61,3 МПа.

Для выяснения влияния дозировки пластификатора на свойства СУБ был взят оптимальный состав самоуплотняющегося мелкозернистого бетона с расходом цемента и песка 600 и 1600 кг на куб соответственно, расход наполнителя составил 50 кг на куб. Наиболее эффективно В/Ц-отношение снижает суперпластификатор Melflux в количестве 1% от массы цемента, В/Ц в таком случае составляет 0,32. Однако наблюдается расслоение БС, тогда как при использовании добавки Sika расслоение БС не наблюдается. Минимальное В/Ц-отношение у этой добавки составляет 0,38 при дозировке 2,5%. ReoTech имеет максимальные показатели В/Ц среди трех исследуемых пластификаторов. Минимальное воздухововлечение достигается путем введения добавки Melflux 2651F в количестве 0,5% и равна 3,3%, когда добавка Sika, предназначенная для самоуплотняющихся бетонов при своей максимальной дозировке в 2,5% выдает воздухововлечение 7%. Пластификатор ReoTech имеет минимальное воздухововлечение при минимальной дозировке 5,4%. Максимальная плотность достигается путем введения пластификатора Melflux в количестве 1% и составляет 2262 кг/м³, а при содержании добавки Sika в количестве 2,5% дает плотность 2176 кг/м³.

После изучения влияния расхода цемента и дозировки пластификаторов были предложены следующие составы самоуплотняющегося бетона. Максималь-

ную прочность на 28 сутки и составил 87 МПа, что приравнивается классу В65, при замене на добавку компании Sika или Reotech мы видим показатели в 80 МПа что соответствует классу прочности В60. Такие показатели достигнуты путем подбора оптимального зернового состава песка, повышенный расход цемента и использование активного минерального наполнителя — микрокремнезема/ Таким образом, достигнута максимальная плотность бетонной смеси для самоуплотняющегося песчаного бетона в 2368 кг/м³.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Collepardi M. Self-Compacting concrete: what is new?// Proc. IV International Conference.-Ottawa (Canada), 2004.-p. 13–19.
2. Болотских О. Н. Самоуплотняющийся бетон и его диагностика. Журнал Технология бетонов № 102008.
3. Базанов С. М., Торопова М. В. Самоуплотняющийся бетон — эффективный инструмент в решении задач строительства// [Электронный ресурс]: <http://www.allbeton.ru/article/36/13.html>
4. Okamura H., Ouchi M., Self-Compacting Concrete// Advanced Concrete Technology, 2003, Vol. 1, No. 1.
5. Specification and Guidelines for Self-Compacting Concrete. Farnham: EFNARC. — 2002. — 32 p.
6. Калашников В. И. Расчет составов высокопрочных самоуплотняющихся бетонов // Строительные материалы. — 2008. — N 10. — С. 4–6.
7. Несветаев Г. В. Технология самоуплотняющихся бетонов// Строительные материалы. — 2008. -№ 3.-С24–28.

SUMMARY OF THE PROJECT

We made a preliminary study for the selection of the optimal composition of high-strength concrete samuoplotnyayuschegosya sand, due to its sensitivity to the recipe. To choose the optimal composition of sand grain for maximum occupancy of voids reveal the maximum cement consumption for the sub, picked superplasticizer with the best mechanical and technological properties.

KEYWORDS

Concrete technology, self-compacting concrete, high strength concrete, sand concrete.

ДОКЛАДЧИК

Горбунов Александр Олегович
Gorbunov Alexander

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Измерительное устройство для контроля содержания воды в нефтеводяной смеси

ОРГАНИЗАЦИЯ

Российский государственный университет нефти и газа имени И. М. Губкина

СОАВТОР(Ы) ДОКЛАДА

Евстегнеев Никита Олегович

РЕЗЮМЕ

В проекте предлагается новая технология определения обводненности нефти, которая заключается в анализе разности температур предварительно подготовленной ультразвуком нефтеводяной смеси до и после обработки её волнами СВЧ. Рассматриваемая технология может быть использована нефтедобывающими компаниями при добыче нефти на месторождениях. В проекте подробно описывается схема предлагаемого устройства и предлагается математическая модель расчета обводненности нефти, основанная на законах теплопередачи. Для отработки данной технологии в работе предложена конструкция экспериментального стенда, рассматриваются схемы её основных узлов, систем и агрегатов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Устройство, смесь, влагосодержание, обводненность, СВЧ, ультразвук.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Цель: Разработка измерительного устройства для непрерывного определения влагосодержания нефтеводяной смеси, транспортируемой по трубопроводу.

Задачи:

- разработка схемы устройства;
- создание математической модели;
- описание экспериментального стенда; реализация расчетов в вычислительном комплексе.

ВВЕДЕНИЕ

Внедрение в Российской Федерации требований ГОСТР8.615–2005, устанавливающего характеристики извлекаемых из недр нефти и нефтяного газа, в том числе точность измерения расхода жидкости, объема свободного нефтяного газа и обводненности, потребовало разработки и внедрения нового оборудования по замеру данных характеристик. Кроме того, стоит отметить проблемы приборной базы отрасли, связанные с несовершенством методов и технических систем измерения многофазной продукции нефтяных скважин.

Целью дипломной работы является разработка экспериментальной установки для определения обводненности нефти, основанного на нагреве волнами СВЧ нефтеводяной смеси, а также создание математической модели для данного устройства.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Рассмотрим СВЧ волны с частотой 2,45 ГГц, используемые в микроволновых СВЧ печах. Это частота близка к частоте резонансного поглощения молекулами воды. При воздействии электромагнитного поля такой частоты на вещество полярные или поляризуемые молекулы или ионы ориентируются в соответствии с пульсациями поля. В связи с несоответствием по фазе между колебаниями поля и вращением диполей энергия излучения превращается в кинетическую энергию молекул, происходит разогрев вещества изнутри и во всем объеме в отличие от традиционного нагрева поверхности при теплопередаче. Под воздействием излучения соответствующей мощности на частоте 2,45 ГГц происходит интенсивный нагрев воды, т.е. можно нагреть любое вещество, содержащее воду.

Поскольку обработка волнами СВЧ обладает свойством избирательности нагревания неоднородных сред или смесей, при облучении нефтеводяной смеси волнами СВЧ с частотой 2400–2500 мГц позволяет нагревать только водяную составляющую эмульсии. Измерение разницы температуры эмульсии до и после обработки волнами СВЧ с учетом суммарного массового расхода нефтеводяной составляющей смеси, мощности СВЧ излучения при обработке смеси и выравнивания температуры смеси после облучения за счет теплообмена между нефтью и водой, даёт возможность определить объемное содержание воды в водонефтяной смеси.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

В предлагаемом устройстве определяют массовый и объемный расход смеси. Затем путем воздействия на смесь ультразвуком, создают водонефтяную газонасыщенную мелкодисперсную эмульсию, равномерно распределенную по сечению трубопровода. После полученную эмульсию направляют в контрольный участок трубопровода, где обрабатывают волнами СВЧ и определяют изменение температуры водонефтяной газонасыщенной мелкодисперсной эмульсии, в начале и конце контрольного участка трубопровода, до и после обработки волнами СВЧ. Длина контрольного участка, а в част-

ности отрезка после обработки эмульсии волнами СВЧ, выбирается, исходя из необходимости выравнивания температуры воды и нефти.

В ходе проведения научно-исследовательской работы, на основании теоретических предпосылок воздействия волн СВЧ на смесь нефти и воды была разработана схема измерительного устройства, позволяющая определять процент обводненности нефти в потоке, причем смесь предварительно обрабатывается ультразвуковыми волнами с целью создания мелкодисперсной эмульсии. Для обработки результатов измерений создана математической модель, которая учитывает параметры для конкретных месторождений помимо измеряемых величин (массового расхода и разности температур). Расчет основных параметров потока на основании эксплуатационных данных может осуществляться с помощью программы, составленной в математическом комплексе «Mathcad». В перспективе планируется создание вычислительного комплекса, который позволит проводить вычисления в режиме онлайн. По результатам работы подготовлена и подана заявка на получения патента на изобретение. Предложена схема экспериментального стенда, на котором имеется возможность смоделировать процесс измерения обводненности нефти в лабораторных условиях для подтверждения теоретических выкладок. В случае получения необходимой точности измерения планируется создание опытного образца для его дальнейшего внедрения в отрасль.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Рекомендация МИ 2825–2003. Системы измерений количества и показателей качества нефти. Метрологические и технические требования к проектированию;
2. ГОСТ Р 8.615–2005. Измерения количества извлекаемых из недр нефти и нефтяного газа. Общие метрологические и технические требования.
3. Ермолкин О. В. Современные измерительные прибор и аппаратура для нефтега-зодобычи (интервью) /О. В. Ермолкин// Газовая промышленность.
4. Седаков А. Ю. Антенны и функциональные узлы СВЧ и КВЧ-диапазонов.
5. Кузнецов Д. В., Раев В. А., Куранов Г. Л., Арапов О. В., Костиков Р. Р. // Журнал общей химии — 2005.
6. Сапунов Г. С. Ремонт микроволновых печей.
7. Статья Генераторы СВЧ излучения: <http://engineeringsystems.ru/solnichniyekosmicheskiy-energostancii/generatori.php> 8. Статья Ультразвуковой реактор. Устройство и принцип работы: <http://b6404.narod.ru/pr.html>.

SUMMARY OF THE PROJECT

The main objective of the project is development of a brand new device for controlling water content in the oil-water mixture. Operation of the device is based on the temperature analysis of oil-water flow. The flow is processed by microwaves. Depending on value of water content, temperature of the flow after the processing will vary: the more water, the greater the temperature. This happens because the polar structure of water molecules. Before microwaves processing the flow is prepared by ultrasonic waves for the better heat exchange between oil and water. There are a scheme of the device and a math model with formules for determination of water content's value in the project. Also we've tried to create a program in Mathcad for it's automatic determination. Based on the work the patent application was filed.

KEYWORDS

Device, flow, water, oil, content, microwaves, ultrasonic.

ДОКЛАДЧИК

Данилова Сахаяна Николаевна
Danilova Sakhayana

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Разработка способов повышения адгезионной прочности между компонентами полимерных композиционных материалов

ОРГАНИЗАЦИЯ

Северо-Восточный
федеральный университет имени
М. К. Аммосова

СОАВТОР(Ы) ДОКЛАДА

Гаврильева Алина Алексеевна

РЕЗЮМЕ

Представлены результаты исследования полимерных композиционных материалов на основе сверхвысокомолекулярного полиэтилена (СВМПЭ) и базальтового волокна (БВ). Исследованы структурные, физико-механические, триботехнические, и термодинамические свойства композиционных материалов. Показано, что модифицирование СВМПЭ базальтовым волокном, способствует повышению эксплуатационных характеристик материала. Изменения физико-механических и триботехнических свойств ПКМ согласуются с результатами структурных исследований.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Сверхвысокомолекулярный полиэтилен (СВМПЭ), базальтовое волокно (БВ), полимерные композиционные материалы (ПКМ), адгезионная прочность, механоактивация, модификация.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Целью данной работы является разработка способов повышения адгезии между СВМПЭ и БВ.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- Провести литературный обзор по тематике работы;
- Освоить технологию получения полимерных композиционных материалов (ПКМ) на основе СВМПЭ, наполненным базальтовым волокном (БВ);
- Исследовать физико-механические, структурные и термические характеристики ПКМ в зависимости от содержания наполнителя.
- Разработать материалы с повышенной износостойкостью.

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность изучения полимерных композиционных материалов (ПКМ), обусловлена тем, что в Северных регионах холодного климата, в связи с низкими температурными условиями для эксплуатации техники необходимы морозо- и износостойкие материалы для оптимальной работы горнодобывающей промышленности и транспортных средств. Применение их в ответственных узлах трения техники позволяет решить проблему повышения работоспособности деталей (подшипников, втулок, муфт, шестерен, звездочек и т. д.). Кроме того, ПКМ обеспечивают экономию металлов и сплавов, повышая ресурс деталей.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

В качестве объекта исследования был выбран СВМПЭ марки Celanes GUR, а в качестве наполнителя — природное БВ производства ОАО «Завода базальтовых волокон» (г. Покровск, Республика Саха (Якутия)).

Были исследованы различные способы модификации БВ: механоактивация в планетарной мельнице АГО-2, обработка поверхности аапретом и поверхностно активным веществом (ПАВ). В качестве аапрета использовали g-аминопропилтриэтокси силан (силан А 1100), а в качестве ПАВ — цетилтриметиламмоний бромид (ЦТАБ) с добавлением мочевины. Кроме этого, использовали совметсную механоактивацию компонентов в планетарной мельнице «Пульверизетте-5» в течение 2 и 20 мин.

Образцы получены методом горячего прессования. Физико-механические свойства ПКМ исследовали на разрывной машине «Shimadzu AGS-J» по ГОСТ 11262–80 при скорости движения подвижных захватов 50 мм/мин (количество образцов на испытания — 6–8).

Триботехнические характеристики определяли на трибометре UMT-3 согласно ГОСТ 11629–75 по схеме трения «палец-диск», при нагрузке 150 Н и скорости скольжения 1 м/с.

Структурные исследования проводили на: ИК-Фурье спектрометре FTS 7000 «Varian», растровом электронном микроскопе JSM-7800FX фирмы JEOL, дифрактометре ARL X'TRA.

Термодинамические свойства исследовали на дифференциальном сканирующем калориметре DSC 204 F1 Pheonix «NETZSCH».

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Воздействие базальтовых волокон на полимерную матрицу СВМПЭ направлено, прежде всего, на улучшение физико-механических и триботехнических характеристик, что связано с возможностью волокон армировать связующее, ограничивая подвижность молекулярных цепей или их сегментов, проявлять когезионные и адгезионные взаимодействия. В связи с этим были исследованы физико-механические и триботехнические характеристики ПКМ.

На основании полученных результатов физико-механических и триботехнических исследований ПКМ установлено, что наиболее оптимальный вариант модификации наблюдается при механоактивации БВ: предел прочности повышается на 39–42%, относительное удлинение остается на уровне исходного СВМПЭ, при этом линейный износ уменьшается в 4,6 раза и коэффициент трения не повышается. Полученные результаты можно объяснить исследованиями надмолекулярной структуры ПКМ на растровом электронном микроскопе (РЭМ). Кроме того исследовали на РЭМ мест разрыва ПКМ, после испытаний на разрывной машине. Показано, что обработка химическими веществами (силан и ПАВ) способствует полному прилипанию полимерной матрицы на поверхности волокон.

Было исследовано структура поверхностей трения ПКМ на РЭМ и на ИК-спектрометре. Анализ ИК-спектров композитов выявил появление новых кислородсодержащих функциональных групп (оксо- и карбокси-), что свидетельствует о протекании трибоокислительных процессов при трении. В спектрах у композитов содержащих активированное БВ и у ПКМ, модифицированной ЦТАБ и полученных методом совместной механоактивацией, отмечается снижение интенсивности этих пиков, что свидетельствует об ингибировании окислительных процессов. Полученные результаты рентгено-спектрального анализа указывают об участии контртела в процессах трибоокисления.

Для оценки влияния способов модификации СВМПЭ провели термодинамические исследования, а также рентгено-спектральный анализ. Введение БВ в СВМПЭ приводит к некоторому снижению теплоты плавления композитов, что свидетельствует об уменьшении подвижности макромолекул полимера в расплаве вследствие взаимодействия с поверхностью БВ. Температура плавления ПКМ практически не меняется. Это связано с тем, что показания сняты при небольшой скорости нагревания (2 °С/мин) в изотермических условиях. Из рентгенодифрактограмм следует, что форма и размер пиков не меняется, следовательно, кристаллическая структура композитов остается неизменной в зависимости от способа модификации.

Исходя из проведенных исследований установлено, что все использованные в работе методы повышения адгезии БВ к полимеру приводят к повышению эксплуатационных показателей. Разработаны новые способы модификации БВ, способствующие повышению адгезии волокон с СВМПЭ на границе раздела фаз, и новые рецептуры материалов триботехнического назначения.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Баженов Л.С. Механика и технология композиционных материалов: Научное издание. Долгопрудный: «Интеллект». 2014.

2. Iu. V. Kirillina, L. A. Nikiforov, A. A. Okhlopkova, S. A. Sleptsova, Cheonho Yoon, and Jin-Ho Cho. Nanocomposites Based on Polytetrafluoroethylene and Ultrahigh Molecular Weight Polyethylene: A Brief Review // Bull. Korean Chem. Soc. 2014, Vol. 35, No. 12, P. 3411–3420.
3. Соболева О. А. Влияние pH, добавок карбамида и бромида натрия на гестерезис смачивания в системе водный раствор ЦТАБ-стекло // Вестник Московского университета. 1999, Серия 2, Химия, № 4/том 40.

SUMMARY OF THE PROJECT

The aim of this work is the creation of new polymer composite materials with high strength and tribological characteristics. Results of the study of polymer composites based on ultrahigh molecular weight polyethylene and basalt fibers are presented. Structure and mechanical, tribological, and thermodynamic properties of composite materials are investigated. Modification of UHMWPE by basalt fiber increases operational characteristics of the material. Changes of physical-mechanical and tribological properties of the PCM are consistent with the structural studies.

KEYWORDS

Ultrahigh-molecular-weight polyethylene (UHMWP), basalt fiber (BF), polymer composite material (PCM), adhesive streng, modification, mechanical activation.

ДОКЛАДЧИК
 Драганюк Оксана Николаевна
 Draganyuk Oksana

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА
 Исследование и разработка многослойных радиационно-защитных экранов для космических аппаратов

ОРГАНИЗАЦИЯ
 Сибирский государственный
 аэрокосмический
 университет имени академика
 М. Ф. Решетнева

СОАВТОР(Ы) ДОКЛАДА
 Чесноков Егор Яковлевич
 Задонская Виктория Сергеевна
 Зуев Дмитрий Михайлович

РЕЗЮМЕ
 После вывода космического аппарата на орбиту, на него непрерывно оказывает влияние космическое ионизирующее излучение, которое приводит к сбоям в работе электронных блоков. В настоящее время в качестве защиты используются алюминий и его сплавы, в основном являющиеся стенками космического аппарата. Создание многослойных гетерогенных экранов позволят уменьшить поглощенную дозу и массу радиационно-защитного экрана, что снизит стоимость вывода КА на орбиту и увеличит срок его активного существования.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА
 Радиационная защита, радиационно-защитный экран, экранирующая способность, космические аппараты, спутник, моделирование, оптимизация.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ
 Цель: разработка эффективного радиационно-защитного экрана, обладающего меньшими массовыми характеристиками, чем существующие аналоги. Задачи проекта: исследование зависимости экранирующих свойств от структуры и химического состава слоев экрана, сравнительный анализ модели экрана с алюминиевым аналогом, создание опытных образцов и проведение эксперимента (вычисление коэффициентов ослабления экрана, расчет экранирующей способности).

ВВЕДЕНИЕ
 После выведения космического аппарата (КА) на орбиту, он испытывает непрерывное воздействие ионизирующего излучения, способного вызвать сбои в работе электронных систем КА. Для разработки и создания защиты электронных блоков КА необходимо решить следующие научно-технические проблемы:

1. Компьютерное моделирование методом Монте-Карло процессов распространения заряженных частиц в материалах защиты;
2. Разработка энергосберегающих технологий и комплекса технологического оборудования для синтеза и нанесения материалов высокоэффективной защиты на поверхности корпусов;
3. Создание комплексной защиты электронных и прецизионных устройств космической техники от электромагнитных воздействий и радиации естественных поясов Земли, Солнца.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Моделирование и экспериментальные исследования:

Опытный образец и его компоненты изготавливаются из ультрадисперсного карбида бора, стеклоткани марки Т-10, порошкового никеля, связующим веществом в композитных конструкциях выступает лак ЭД-20.

Для выбора расположения, химического состава слоев и оптимизации толщин проводилось моделирование взаимодействия потоков заряженных частиц (с энергетическими спектрами, соответствующими потокам частиц на геостационарной орбите) с веществом методом Монте-Карло.

Так как при изготовлении экранов планируется использовать порошковые материалы, то была разработана методика изготовления образцов из порошковых материалов, за основу которой бралась методика, используемая в ГОСТ 13610–795.2.2 «Подготовка стандартных и испытываемых образцов сердечников стержневой формы». Данная методика позволяет получать образцы малой толщины (от 0,4 мм) при небольших нагрузках. Изготовление образцов проводится в два этапа: получение пресс-массы и изготовление образцов цилиндрической формы.

Коэффициенты ослабления и сечения взаимодействия материалов определялись методом поглощения, с помощью системы из счетчиков Гейгера-Мюллера подключенных к ПК. В качестве источника ионизирующего излучения используется изотоп ^{90}Sr - ^{90}Y , являющийся практически чистым бета-источником. Максимальная энергия ионизирующего излучения данного изотопа 2,27 МэВ.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Нами предлагается модель трехслойного экрана, состоящего из слоя с борсодержащим материалом, конструкционного слоя (стенка КА), слоя из тяжелого элемента. Моделирование методом Монте-Карло показало, что располагать слои необходимо по мере возрастания атомарного номера основного химического элемента в слое.

Также было проведено сравнение используемых веществ с алюминием. Борсодержащие материалы имеют больший в 1,2 раза массовый коэффициент ослабления потока электронов, чем алюминий, что подтверждает целесообразность использования их в защитном экране. В веществе с тяжелыми элементами при взаимодействии с электронами интенсивно образуются тормозные гамма-кванты, но также велика вероятность поглощения и ослабления потока вторичного излучения.

Сравнение свойств РЗЭ показало, что однородные экраны с аналогичным многослойным экранам химическим составом имеют массовый коэффициент ослабления на 7–10% выше, чем алюминий, но такие экраны имеют большую на 40% поглощенную дозу, поэтому эффективнее использовать многослойную структуру.

Также были рассмотрены массогабаритные характеристики экранов. Сравнение при этом проводилось с одним количеством прошедших электронов через экран. Например, при ослабления потока в миллион раз отношение по массе многослойного экрана к алюминиевому составило 0,9. По результатам моделирования наиболее эффективными радиационно-защитными экра-

нами являются трехслойные композиции с использованием конструкционного материала (75%), вещества с высоким содержанием бора (60% и 50%) и тяжелого элемента (70% в слое). Такие экраны имеют массу на 30% меньше, чем алюминиевый аналог. Коэффициент отношения по дозе составил 1,30 и 1,41 соответственно. Экран с большим содержанием бора имеет больший коэффициент отношения по вторичному излучению — 2,55, экран с меньшим содержанием бора — 2,12. Коэффициент по защите, наоборот, больше у экрана с 60% борсодержащего вещества и равен 2,39, у другого экрана он равен 2,23 [3].

Следующим этапом, после моделирования и разработки структуры радиационно-защитного экрана, является создание опытных образцов и их экспериментальная проверка в лабораторных условиях. В процессе исследований была разработана методика определения длины свободного пробега заряженных частиц в порошковых материалах [4]. На предварительных этапах результаты экспериментальных исследований свойств многослойных радиационно-защитных экранов (МРЗЭ) позволяют оценить преимущество таких экранов перед однослойными гетерогенными. При ослаблении пучка электронов с энергией 2 МэВ в 9 раз массовые характеристики двухслойного РЗЭ ниже на 17%. Добиться увеличения этого значения можно разработав методику и технологию изготовления МРЗЭ без использования дополнительного связующего в тяжелых и средних слоях.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Безродных И. П. Радиационные условия на орбите КА «Ионосфера» // Вопросы электромеханики. Т. 123. — 2011. — №. 4. — С. 19–28.
2. Беспалов В. И. Лекции по радиационной защите: учеб. пособие. — Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. — С. 40–42.
3. Драганюк О. Н., Телегин С. В. Расчет гетерогенного радиационно-защитного экрана для космических аппаратов // Вестник СибГАУ. — 2015. — Т. 16, № 4. — С. 969–9744.
4. Саунин В. Н., Телегин С. В., Чесноков Е. Я. Определение длины свободного пробега частиц бета-распад в порошковых материалах // Вестник СибГАУ Т. 16, № 1, — Красноярск, 2015. — С. 785–762.

SUMMARY OF THE PROJECT

After launching a spacecraft on orbit, space ionizing radiation affects on a spacecraft continuously. The radiation leads up to malfunction of electronic components. Today aluminium and its alloys are used as a protection. Aluminium shields are often spacecraft hull parts. Creating multi-layer heterogeneous shields would reduce absorbed radiation dose and reduce mass of radiation protection shields, which lead to reducing cost of launch and increase active lifetime.

KEYWORDS

Radiation protection, radiation shield, the shielding ability, spacecraft, satellite, modeling, optimization.

ДОКЛАДЧИК

Егорова Лада Владиславовна
Egorova Lada Vladislavovna

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Разработка и внедрение в производство экологически безопасных бетонов на основе применения хризотилцементных отходов

ОРГАНИЗАЦИЯ

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет

СОАВТОР(Ы) ДОКЛАДА

Асхадуллин Айзат Азатович

РЕЗЮМЕ

Процесс строительства и производства строительных материалов характеризуется большим объемом отходов. Предлагается использовать сухие хризотилцементные отходы (ХЦО) в качестве вторичного заполнителя для бетонов и на основе разработанных составов и определенных свойств тяжелых бетонов с применением ХЦО внедрить данную технологию в производство фундаментных стеновых блоков. В результате исследований подтверждена возможность применения ХЦ щебня и отсева дробления в качестве вторичного крупного и мелкого заполнителя для бетонов надлежащего качества без увеличения стоимости изделий. Доказана экологическая безопасность изделий. Предложено направление реализации исследования.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Производство строительных материалов, вторичный заполнитель, хризотилцементные отходы, утилизация, ресурсосбережение, тяжелый бетон.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Цель данной научно-исследовательской работы — на основании разработанных составов и определенных свойств тяжелых бетонов с применением хризотилцементных отходов (бой хризотилцементных изделий, пыли от их дробления) внедрить данную технологию в производство фундаментных стеновых блоков.

Были поставлены следующие задачи:

1. Получить материалы для исследования: бой хризотил цементных листов, отсев от их дробления. Изучить их физико-механические, прочностные и эксплуатационные характеристики.
2. Разработать составы бетонов с различной долей содержания в них хризотилцементных заполнителей с учётом особенностей физико-механических свойств полученных вторичных заполнителей.
3. Изготовить и испытать экспериментальные образцы бетона.
4. Изучить опыт исследования отечественных и зарубежных учёных по вопросам безопасности использования хризотилцементных изделий.
5. Провести экологическую оценку полученного материала и технологии в целом. Охарактеризовать взаимодействие асбестового волокна с цементной матрицей и проверить радиологическую активность хризотилцементной пыли.
6. Определить степень влияния агрессивных грунтовых сред на эмиссию волокна хризотиласбеста из бетона при многократном замораживании-оттаивании.
7. Обосновать возможность использования хризотилцементных отходов в качестве вторичного сырья для тяжелых бетонов различной прочности и назначения.
8. Оценить экономическую целесообразность применения технологии.
9. Определить основные направления по реализации исследования.
10. Реализовать следующий план внедрения технологии в строительное производство.
 - Оценка объемов ХЦО на конкретном полигоне строительных отходов или отвале при заводе ХЦИ.

- Заключение соглашения с компаниями, производящими демонтаж зданий, о транспортировании хризотилцементного лома.
- Дробление, фракционирование и сортировка полученного боя и мелкого отсева с помощью стандартного дробильно-сортировочного оборудования с системой аспирации для улавливания ХЦ пыли.
- Создание производственной линии и сертификация продукции.
- Внедрение продукции на рынок: взаимодействие с компаниями занимающихся строительством малоэтажного домостроения, легких стальных конструкций, складов, малоэтажных общественных зданий.

ВВЕДЕНИЕ

Строительство — это материалоемкая отрасль, характеризующаяся большим объемом отходов, в частности хризотилцементных отходов (ХЦО), полученных как при производстве, так и при захоронении отслуживших свой срок хризотилцементных изделий (ХЦИ): волнистых и плоских листов, хризотилцементных труб. Анализ существующих способов утилизации ХЦО, характеризующихся высокой энергоёмкостью и стоимостью, ставит под вопрос рациональность таких технологий. Чем ближе путь от отходов к готовому продукту, тем эффективнее проявляет себя технология. В связи с этим предлагаем использовать сухие ХЦО в качестве вторичного заполнителя для бетона, широкий спектр свойств и обширная область применения которого позволяет экспериментировать с его составом.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Из боя ХЦ плоских листов получен вторичный щебень и его прочностные и эксплуатационные характеристики. Попутным продуктом при дроблении ХЦ щебня стала ХЦ пыль. Анализ графика зернового состава отсева показал возможность его применения в качестве вторичного мелкого заполнителя. Рентгенофазовый анализ выявил наличие клинкерных минералов. Испытание на прочность образцов, изготовленных из затворённого водой отсева, показало проявление пылью вяжущих свойств.

Расчет состава бетона выполнялся с учётом повышенной водопотребности вторичных заполнителей. Базовый состав бетона с крупным ХЦ заполнителем рассчитан на класс бетона В15, с мелким ХЦ заполнителем — В20.

Исследование свойств бетонов с различным содержанием вторичного крупного и мелкого ХЦ заполнителя производилось путём поэтапного изготовления бетонных кубов с заменой гранитного щебня крупным вторичным заполнителем (9%–100%), а затем бетонов с заменой кварцевого песка мелким ХЦ заполнителем (10%–50%). Прочность образцов была испытана по ГОСТ.

Выполнено радиологическое исследование исходного щебня и бетона с вторичным заполнителем. Произведена оценка эмиссии волокон из бетона при его многократном замораживании — оттаивании в воде, растворах хлорида магния и серной кислоты, соответствующих сульфатной, магниевой и хлоридной сильноагрессивным средам в грунте для бетона марки по водонепроницаемости W4. Фильтраты растворов были изучены под микроскопом на предмет наличия в них эмитированных волокон хризотил-асбеста.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

С увеличением доли крупного вторичного заполнителя средняя плотность бетона снижается, а его прочность увеличивается до 40% при полной замене гранитного щебня. Пористый ХЦ щебень играет положительную роль в структурообразовании бетона, поглощая на начальном этапе твердения воду, уплотняя контактную зону «цементный камень — заполнитель», затем отдавая поглощенную воду в процессе набора бетоном прочности, способствует более полной гидратации вяжущего. В случае замены до 50% песка мелким ХЦ заполнителем прочность на сжатие возрастает на 20%, вклад в рост которой вносит и проявление отсевом дробления вяжущих свойств. Повышенная водопотребность вторичных заполнителей приводит к увеличению расхода воды и цемента с целью обеспечить

постоянное водоцементное соотношение. Однако, резко сокращается расход других компонентов бетона. Сопоставление рыночных цен на компоненты бетона показывает, что подобное применение ХЦ отходов позволяет получать бетоны в зависимости от доли вторичного заполнителя и расхода цемента в диапазоне требуемой прочности 15...30 МПа без увеличения их стоимости.

В ряде научных работ показана безопасность использования хризотилцемента, композитного слоистого материала, состоящего из волокон хризотил-асбеста, окруженных цементной оболочкой. При механическом повреждении ХЦИ эмитированные волокна хризотила покрыты продуктами гидратации и последующей карбонизации клинкерных фаз и имеют пониженную биологическую активность. Применение сухих ХЦО в качестве заполнителя для бетона исключает эмиссию волокна вследствие его двойной «консервации» в бетоне. В ходе тщательного анализа полученных при исследовании фильтратов эмитированные волокна обнаружены не были.

Инертность стройиндустрии в отношении не проверенных временем технологий и материалов, нормативная ограниченность использования отходов, обеспечение бесперебойного поступления вторичных ресурсов и однородности свойств продукта, а также обоснование экономической эффективности нововведения усложняют внедрение технологий утилизации отходов в производственный процесс. Наиболее целесообразной представляется стартовая разработка локального производства тяжелого бетона с применением ХЦО при существующих заводах ХЦИ, так как у крупных производителей железобетона существуют свои устоявшиеся линии поставок традиционных нерудных материалов. На основе сложившегося опыта производства данную технологию планируется внедрить на заводы по производству фундаментных стеновых блоков.

В результате исследований разработаны эффективные бетоны с использованием ХЦО и подтверждена их экологическая безопасность. Экологическая эффективность технологии заключается в комплексной утилизации ХЦО: крупного боя и мелкой фракции, полученной при дроблении. Результаты исследований представлены НО «Хризотиловая ассоциация» и получили положительную оценку отрасли.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Лунев Г.Г. Анализ и обоснование организационно-производственной структуры предприятия по переработке вторичных строительных ресурсов // Интернет-журнал Науковедение. 2014. №3 (22).
2. Нейман С.М., Багаутдинов А.А., Бондаренко М.В. Применение асбестоцементных отходов в производстве строительных материалов // Аналитический обзор. — М.: ВНИИЭСМ. — 1992.
3. Плигина А.И., Семенов В.С., Егорова Л.В., Асхадуллин А.А. Применение хризотилцементных отходов в производстве железобетонных изделий // Научное обозрение. 2015. №10 (часть 2). С. 84–88.
4. V.S. Semenov, A.I. Pligina, T.A. Rozovskaya. The use of the chrysotile cement waste as the secondary aggregate for the concrete // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 71 (2015) 012041.

SUMMARY OF THE PROJECT

Construction is resource-demanding industry, characterized by a large volume of waste. Particularly chrysotile cement waste obtained both in production and in dismantling over age chrysotile-cement products: corrugated asbestos boards and flat sheets, chrysotile-cement tubes. We propose to use dry chrysotile-cement waste as recycled aggregate for concrete. Based on developed compositions and identified properties of heavy concrete with chrysotile-cement waste introduce this technology to the production of foundation wall blocks. The studies confirmed the possibility of using chrysotile-cement aggregate and fine screening of crushing as a secondary coarse and fine aggregates for concrete with proper quality without increasing the cost of the product. Environmental safety of the obtained products was ensured. The direction for implementation of the research project was proposed.

KEYWORDS

Building materials production, secondary resources, chrysotile-cement waste, utilization, recourse saving, concrete.

ДОКЛАДЧИК

Закусилов Владислав
Владимирович
Zakusilov Vladislav

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Получение высокоэмиссионного материала методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза

ОРГАНИЗАЦИЯ

Национальный
исследовательский Томский
политехнический университет

РЕЗЮМЕ

Ускорительная техника требует создания более мощных установок, генерирующих потоки заряженных частиц, при этом большое внимание уделяется не только модернизации установок в целом, но и их отдельным элементам. Наиболее важным элементом устройств, генерирующих потоки заряженных частиц, является катод. Использование в качестве материала катода гексаборида лантана позволяет добиться наибольшей эффективности катодного узла. В работе изучается изменение свойств смеси оксида лантана, оксида титана и бора под действием механической активации с целью получения конечного продукта на основе гексаборида лантана, удовлетворяющего свойствам высокоэффективного эмиттера.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Самораспространяющийся высокотемпературный синтез (СВС), эмиттер, бориды, гексаборид лантана, механическая активация.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Цель работы — изучить влияние механоактивации на параметры исходной шихты для получения высокоэмиссионных материалов методом СВС.

Для достижения выбранной цели решались следующие задачи:

- Поиск материалов, удовлетворяющих условиям работы высокоэффективного эмиттера;
- Отработка технологии получения LaB_6 методом СВС;
- Исследование влияния механоактивации на параметры исходной шихты;
- Анализ полученных результатов.

ВВЕДЕНИЕ

В современном мире достаточно остро стоит проблема создания устройств генерирующих потоки электронов, применяемых в ускорителях заряженных частиц, электронных лампах, микроскопах и других приборах принцип работы, которых основан на физическом явлении — электронная эмиссия.

Стабильность работы эмиссионного катода зависит от материала, из которого он изготовлен. Гексаборид лантана LaB_6 — один из тех материалов, которые удовлетворяют требованиям работы высокоэффективного эмиттера.

Существуют разные способы получения гексаборида лантана. Одним из наиболее перспективных методов порошковой металлургии является самораспространяющийся высокотемпературный синтез (СВС).

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

В ходе исследования был проведен эксперимент по изучению воздействия механоактивации на морфологические свойства смеси химически чистых (99,9 мас. %) тонкодисперсных порошков оксида лантана, оксида титана и бора смешанных по стехиометрическим коэффициентам для прохождения

реакции с получением гексаборида лантана, диборида титана и ангидрида борной кислоты.

Исходные реагенты были тщательно перемешаны в кубическом смесителе штырькового типа KB — 15S с помощью универсального привода ERWEKA AR 403S в течение 30 минут. Порошковая смесь предварительно была высушена в муфельной печи при температуре 100° в течение 5 часов при атмосферном давлении. Механическая активация проводилась в шаровой планетарной мельнице типа АГО-2С; помол осуществлялся металлическими шарами диаметром 4 мм; соотношение массы шаров к массе обрабатываемого вещества составляло 10/1.

Для реализации синтеза используется специальная экспериментальная установка для получения СВС материалов, состоящая из: корпуса; иницирующей спирали; термопара; теплоизолирующей подставки; универсального контроллера температуры и вакуумного насоса.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

В ходе исследования был проведен эксперимент по изучению воздействия механоактивации на морфологические свойства смеси химически чистых (99,9 мас. %) тонкодисперсных порошков оксида лантана, оксида титана и бора смешанных по стехиометрическим коэффициентам для прохождения реакции с получением гексаборида лантана, диборида титана и ангидрида борной кислоты.

Исходные реагенты были тщательно перемешаны в кубическом смесителе штырькового типа KB — 15S с помощью универсального привода ERWEKA AR 403S в течение 30 минут. Порошковая смесь предварительно была высушена в муфельной печи при температуре 100° в течение 5 часов при атмосферном давлении. Механическая активация проводилась в шаровой планетарной мельнице типа АГО-2С; помол осуществлялся металлическими шарами диаметром 4 мм; соотношение массы шаров к массе обрабатываемого вещества составляло 10/1. В первом эксперименте изучалось влияние частоты механической активации на размер частиц и удельную площадь поверхности, а во втором эксперименте — влияние времени механической активации. Далее активированные образцы были подвергнуты самораспространяющемуся высокотемпературному синтезу, после чего проведён рентгенофазовый анализ синтезированных образцов.

В ходе исследования выявлено, что в результате проведения механоактивации реагентов наблюдается уменьшение среднего размера частиц, приводящее к увеличению площади контакта частиц, что повышает скорость протекания реакции и улучшает равномерность протекания волны горения, способствуя получению однородных и качественных образцов, на что указывает проведение анализа данных фазового состава полученных образцов.

В ходе экспериментов для системы оксид лантана, оксид титана, бор получены следующие данные:

1. зависимость среднего размера частиц от частоты и времени активации в планетарной мельнице;
2. определены значения частоты и времени вращения активированной мельницы, при которых образуются частицы с наименьшим размером 6,3 мкм — 30 Гц и 25 минут соответственно;
3. установлен режим механической активации (30 Гц и 25 минут), при котором обеспечивается необходимая глубина превращения и чистота целевого продукта на основе гексаборида лантана полученного методом СВС;
4. выяснено, что бесконтрольное увеличение частоты или времени активации может привести к «порогу насыщения», т. о., начиная с определённых значений, механоактивация будет отрицательно сказываться на получении целевого продукта вследствие уменьшения площади контакта частиц, приводящее к снижению энергетического выхода реакции и неравномерности протекания СВ-синтеза;

5. установлено, что для каждого состава реагентов значения частоты и времени механической активации необходимо подбирать индивидуально, т.к. они оказывают сильное влияние на получении конечного продукта.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. 1. Высокоэффективный эмиттер электронов на основе гексаборида лантана / В.С. Кресанов [и др.]. — М.: Энергоатомиздат, 1987. — 152 с.
2. Мержанов, А.Г. Твердопламенное горение / А.Г. Мержанов, А. С Мукасьян. — М.: Тороус пресс, 2007. — 336 с.
3. Гомоюнова, М.В. Эмиссионная электроника / М.В. Гомоюнова, Л.Н. Добрецов. — М.: Наука, 1966. — С. 109–114.
4. Механоактивационные процессы как способ управления синтезом боросодержащих материалов на основе гексаборида лантана / Д.С. Исаченко [и др.] // Известия высших учебных заведений. Физика. — 2013. №4–2. — С. 151–154.
5. Фоменко, В.С. Эмиссионные свойства материалов: Справочник / В.С. Фоменко; отв. ред. И.Я. Дехтяр. — 4-е изд., перераб. и доп. — Киев: «Наукова думка», 1981. — 339 с.
6. Mechanical activation influence on the morphological properties of $\text{La}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2\text{-B}$ / O. Dolmatov [etс]. // IOP Conference Series: Materials Science.

SUMMARY OF THE PROJECT

Accelerators require development of new and more powerful installations, generating the streams of the charged particles, affecting the development of machine building industry, energy power industry and other fields of science and technology. Great attention is paid not only to the modernization of the installations, in whole, but also to their individual elements. Cathode is the most important element of the installations, generating the stream of charged particles. Using lanthanum hexaboride as a cathode material allows getting maximum efficiency of cathode assembly due to the thermodynamic and emission properties of lanthanum hexaboride. This paper studies the properties changes of lanthanum oxide mixture, titanium and boron oxides under the influence of mechanical activation to obtain the final product, based on lanthanum hexaboride and titanium diboride, corresponding to the high performance properties of the emitter. The study resulted in determination of time and frequency of mechanical activation to obtain the particles with the smallest average size of 6.3 microns for the mixture of lanthanum oxide, titanium and boron oxides powders.

KEYWORDS

Self-propagating high-temperature synthesis (SHS), emitter, borides, lanthanum hexaboride, mechanical activation.

ДОКЛАДЧИК

Истомина Мария Сергеевна
Istomina Maria

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Исследование пористых золь-гель нанокмозитов на основе диоксидов кремния и олова, модифицированных фуллеренолом

ОРГАНИЗАЦИЯ

Санкт-Петербургский
государственный
электротехнический университет
«ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова
(Ленина)

РЕЗЮМЕ

В работе с помощью золь-гель технологии были синтезированы слои и порошки диоксидов кремния и олова. Система нанокмозитов была модифицирована фуллеренолом для увеличения удельной поверхности. Слои, модифицированные фуллеренолом, использовались в качестве подложек для нанесения квантовых точек на основе сульфидов свинца. Свойства систем исследованы с помощью следующих методов: тепловая десорбция азота, капиллярная конденсация и спектроскопия фотолюминесценции. Результаты показали, что до-

бавленные фуллеренолы выступают в качестве избирательной матрицы, которые осуществляют отбор квантовых точек меньшего размера.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Золь-гель синтез, диоксид кремния, диоксид олова, фуллеренол, квантовые точки.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Цель работы: развитие методики синтеза пористых матриц на основе диоксида кремния и диоксида олова с контролируемым размером пор с помощью золь-гель технологии.

Поставленные задачи:

1. Получение слоев и порошков в системе «диоксид кремния — диоксид олова» с помощью золь-гель технологии;
2. Введение в систему «SiO₂ — SnO₂» модифицирующей добавки — фуллеренолов C₆₀ (ОН) 22–24 — с целью увеличения удельной поверхности образцов;
3. Исследование параметров пористой структуры матриц «SiO₂ — SnO₂» с введенными фуллеренолами C₆₀ (ОН) 22–24;
4. Внедрение в золь-гель системы, модифицированные фуллеренолом C₆₀ (ОН) 22–24, квантовых точек (КТ) на основе PbS;
5. Анализ спектров фотolumинесценции образцов до и после введения КТ на основе сульфидов свинца.

ВВЕДЕНИЕ

В последние десятилетия особый интерес привлекают гибридные системы «пористые диэлектрические матрицы — квантовые точки». Избирательные пористые матрицы, как средство селективного отбора квантовых точек определенного размера, являются перспективными для применения в элементной базе фотоники.

В работе в качестве основных материалов были выбраны диоксиды кремния и олова. С помощью внедрения в пористые матрицы КТ на основе халькогенидов свинца, можно разработать газовые сенсоры, нелинейные оптические элементы или фотокаталитические системы. Для этого используют темплатный синтез, благодаря которому фуллеренол выступает в качестве жертвенного материала и позволяет внедрить КТ нужного размера.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

В рамках работы были исследованы параметры пористой структуры полученных образцов, а также спектры люминесценции квантовых точек сульфида свинца, нанесенных на пористые матрицы с введенной модифицирующей добавкой и при ее отсутствии.

Для исследования параметров пористой структуры материалов использовали прибор СОРБИ MS и программное обеспечение SoftSorbill, позволяющее проводить построение распределения пор по размерам. Для измерения спектров фотolumинесценции использовался спектрометр LabRam HR800, совмещенный с конфокальным микроскопом (производство фирмы Jobin-Yvon Horiba).

В качестве основных материалов выбраны следующие:

- Диоксид кремния, за счет того, что существует возможность создавать матрицы с варьированием параметров пористой структуры;
- Диоксид олова выбран благодаря оптической прозрачности, имеет большую ширину запрещенной зоны и малую концентрацию носителей заряда;
- Фуллеренол — модифицирующая добавка, влияющая на удельную поверхность;

- Квантовые точки PbS имеют широкий диапазон размеров, высокую фоточувствительность и обладают фотолюминесценцией в ИК-области спектра.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

В настоящей работе с помощью золь-гель-технологии получили серию образцов нанокompозита системы «диоксида кремния — диоксида олова» в разных мольных соотношениях.

Растворы-золи использовались для создания порошков и слоев без модифицирующей добавки и с модифицирующей добавкой фуллеренолов $C_{60}(OH)_n$ ($n=22-24$). Фуллеренолы вводились в растворы на стадии приготовления золя. Концентрация фуллеренолов в спирте составила 1 мг/мл.

В дальнейшем, серия объемных порошков была исследована методами тепловым десорбции азота и капиллярной конденсации на приборе СОРБИ MS. Для слоев, используемых в качестве пористых матриц для квантовых точек сульфида свинца (PbS), были исследованы спектры люминесценции (LabRamHR800, ФИЗТЕХ) и морфология поверхности (Ntegra-Terma фирма: NT-MDT).

Для оценки величины удельной поверхности в настоящей работе использовалось явление физической адсорбции инертного газа на исследуемом образце. Данный способ исследования реализуется в приборах серии СОРБИ.

Результаты измерения удельной поверхности описанных систем сведены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты измерения удельной поверхности

Состав нанокompозита	100% SiO ₂	90% SiO ₂ – 10% SnO ₂	50% SiO ₂ – 50% SnO ₂
S _{уд} без введения добавки, м ² /г	19±6%	348±6%	189±6%
S _{уд} после введения C ₆₀ (OH) ₂₂₋₂₄ , м ² /г	19±6%	290±6%	190±6%

Как видно из таблицы 1, удельная поверхность образца состава 90% SiO₂ – 10% SnO₂ немного уменьшилась с 348 м²/г до 290 м²/г. Можно предположить, что образовавшиеся агрегаты фуллеренолов C₆₀(OH)_n ($n=22-24$) при отжиге немного уменьшили удельную поверхность, образовав дополнительную систему пор с радиусом более 14 нм.

По результатам исследования полных изотерм адсорбции можно сделать вывод, что введение модифицирующей добавки в пористую матрицу диоксидов кремния — олова, во всех образцах приводит к образованию дополнительной системы пор, которой ранее не наблюдалось. Можно предположить, что это связано с выжигом фуллеренолов C₆₀(OH)_n ($n=22-24$) из пористой структуры.

На следующем этапе работы, полученные слои, модифицированные и не модифицированные фуллеренолами, использовали в качестве подложек для нанесения на них квантовых точек на основе сульфида свинца. Было установлено, что до нанесения квантовых точек золь-гель слои люминесценцией не обладали. По результатам исследования спектров фотолюминесценции, можно заметить, что в случае нанесения КТ PbS на подложку нанокompозита SiO₂ — SnO₂ модифицированного водорастворимыми фуллеренолами наблюдается смещение спектральной характеристики люминесценции в более коротковолновую область. Предположительно, это связано с тем, что в данном случае пористая подложка выступила в качестве избирательной матрицы, т. е. были отобраны квантовые точки меньшего размера.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Новые наноматериалы. Синтез. Диагностика. Моделирование: лаб. практикум / под ред. В. А. Мошникова, О. А. Александровой. СПб.: Изд-во СПб-ГЭТУ «ЛЭТИ», 2015. 248 с.

2. Фенелонов В.Б. Введение в физическую химию формирования супрамолекулярной структуры адсорбентов и катализаторов. Новосибирск: Изво СО РАН. 2002. 413 с.
3. Карнаузов А.П. Адсорбция. Текстура дисперсных и пористых материалов. Новосибирск: Наука, 1999.
4. Semenov K.N., Charykov N.A., Keskinov V.N. Fullerenol synthesis and identification. Properties of the fullerenol water solutions // Journal of Chemical & Engineering Data, 2011, T. 56, №. 2, p. 230–239.

SUMMARY OF THE PROJECT

This work contains a theoretical review of sol-gel technology, porous materials and adsorption in them. Nanocomposite layers and powders of silicon dioxide and tin dioxide were synthesized using sol-gel technology. Nano-composite system was modified with fullerenols to increase the specific surface. Then the quantum dots of lead sulfide were added into the nanocomposite system. The properties of such systems were studied using different methods like thermal desorption of nitrogen, capillary condensation and spectroscopy of photoluminescence. The results show that fullerenols form the selective matrix for quantum dots.

KEYWORDS

Sol-gel, dioxide of silicon, dioxide of tin, fullerenol, quantum dots.

ДОКЛАДЧИК

Исхаков Фанис Рустэмович
Iskhakov Fanis

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Оптимизация динамики газо-порошковых потоков в соплах для лазерной порошковой наплавки

ОРГАНИЗАЦИЯ

Казанский национальный исследовательский технический университет им. А. Н. Туполева-КАИ

СОАВТОР(Ы) ДОКЛАДА

Шпилев Алексей Иванович

РЕЗЮМЕ

Данная работа посвящена экспериментальному исследованию газо-порошковых потоков в соплах для лазерной наплавки. Теневым шпирен-методом и высокоскоростной видеорегистрацией получены картины газовых и порошковых струй.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

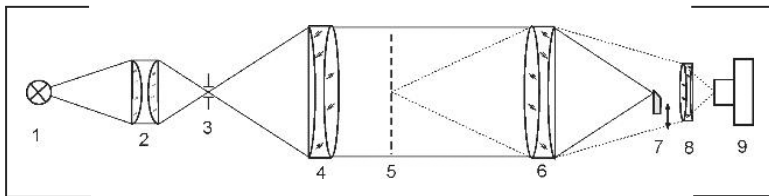
Аддитивное производство, лазерная порошковая наплавка, оптические методы диагностики.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Целью настоящей работы является экспериментальное исследование динамики газопорошковых потоков в головках для лазерной наплавки. Для её достижения были поставлены и решены следующие задачи: — исследование газовых потоков в латеральном сопле; — исследование порошковых потоков в латеральном сопле.

ВВЕДЕНИЕ

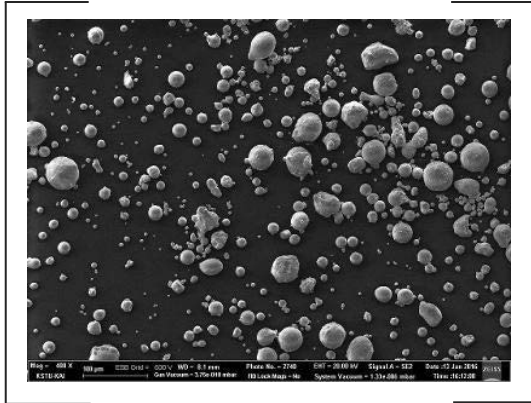
Лазерная порошковая наплавка нашла широкое применение при нанесении защитных и функциональных покрытий на металлические поверхности и восстановлении формы изношенных деталей. Качество конечного результата при лазерной наплавке зависит от огромного числа параметров. Применение оптических методов мониторинга и последующий параметрический анализ позволяет получить устойчивую причинно-следственную связь между набором входных параметров (давление, расход и тип транспортного и защитного газа, материал и форма подложки, тип порошка, его гранулометрический состав, мощность излучения и степень его расфокусировки, скорость сканирования и т. д.) и качеством наплавляемого валика.



МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Экспериментальное исследование работы проведено на различном оборудовании для оптической диагностики физических процессов.

Газовая динамика регистрировалась на оригинальном теновом приборе.

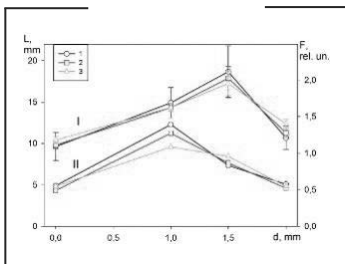
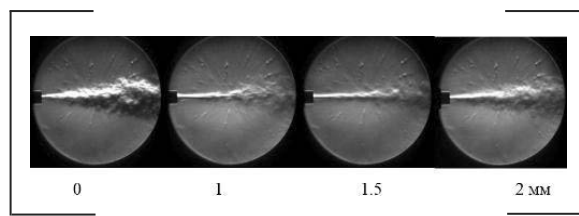
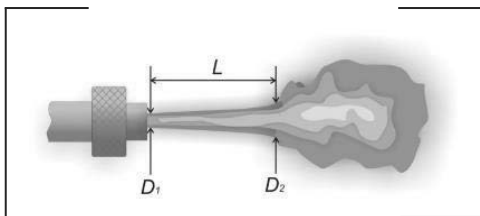


Для изучения характеристик порошковых струй использовалась скоростная камера и импульсная вспышка. Кроме того скорости полета были измерены на лазерном доплеровском анемометре.

В качестве тестового материала для визуализации порошковых потоков использовался бронзовый порошок ПР-БрО10 с фракционным составом 0–63 мкм производства фирмы «Полема».

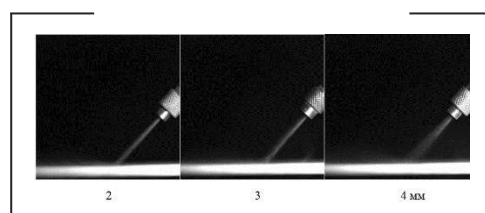
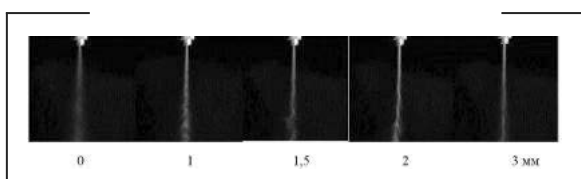
ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Для количественной характеристики струи были выбраны параметры длины ламинарной части потока и ее поперечного размера a .

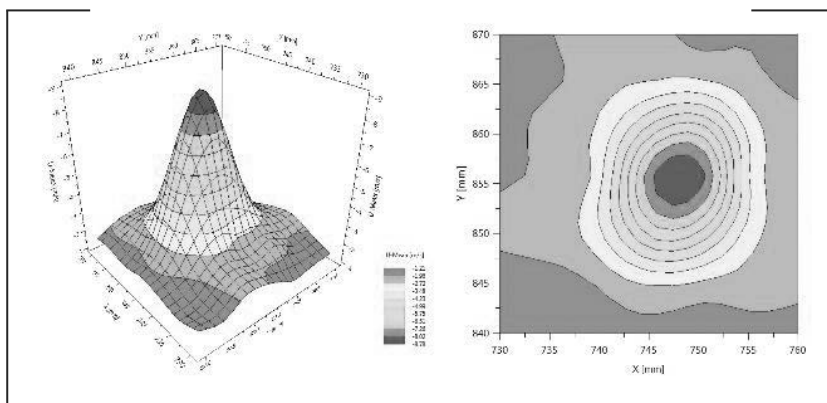


Опыты с использованием различных насадок показали сильную зависимость структуры потока от используемого тыльного колпачка. Параметрический анализ различных режимов эксплуатации выявил однозначные зависимости степени ламинарности и поперечного размера струи от отверстия колпачка, из которых можно выделить наиболее оптимальную конфигурацию сопла.

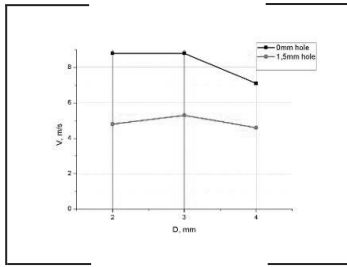
Эксперименты с использованием порошка показали хорошее качественное согласие с зависимостями, полученными при анализе газовых потоков.



Для получения плотной струи с малой расходимостью подходит ограниченный набор насадок сопла. Подача порошка на плоскую подложку также подтверждает его расстиланье вдоль поверхности.



Для получения количественных оценок скорости движения частиц ЛДА-методом были сняты поперечные профили скоростей в различных зонах струи. Большинство измеренных профилей имеет осесимметричное 3-мерное распределение в зависимости от поперечных горизонтальных координат. Ширина струи, которую можно оценить



по сечению диаграммы на полувысоте от максимальной амплитуды составляет 0.5–1 см.

Анализ данных о скоростях показал, что скорость вылета порошинок при неизменных расходах транспортного газа слабо зависит от диаметра используемого сопла. В то же время уменьшение отверстия на заднем колпачке ведет к росту общей скорости частиц, что вызвано перераспределением потоков между выходными форсунками (Рис. 19). Для колпачка с отверстием 1.5 мм скорости истечения составляют 4–5 м/с, тогда как перекрытие выхода циклона обеспечивает скорости подачи 7–9 м/с.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Andrew J. Pinkerton Advances in the modeling of laser direct metal deposition // JOURNAL OF LASER APPLICATIONS, 2015.
2. V.S. Bitrafunta, T. Sparkcs, F. Liou Performance metric for powder feeder systems in additive manufacturing // 2006, P. 473–491.
3. Е. В. Земляков, Я. Туоминен, Е. Ю. Поздеева, Г. А. Туричин, Е. А. Комарова Формирование поверхностных слоев при лазерной наплавке с использованием мощных волоконных лазеров // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета, 2013.
4. Ахметшин Д. Ш., Цивильский И. В., Нагулин К. Ю., Гильмутдинов А. Х. 3-D нестационарное численное моделирование динамики запыленных газовых потоков в головках для лазерной порошковой наплавки // Сборник докладов девятой всероссийской школы по лазерной физике и лазерным технологиям, 2015, С. 9–17.

SUMMARY OF THE PROJECT

This work is devoted to experimental study of powder flows that are exhausted form off-axis powder nozzles. Optical diagnostics methods revealed the most effective configuration of the cladding head.

KEYWORDS

Additive manufacturing, laser metal deposition, optical diagnostics/

ДОКЛАДЧИК

Казанцева Людмила
Алексеевна
Kazantseva Luydmila

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Структура и фазовые превращения алюминийсодержащих сплавов бинарных систем Al-Si и Al-Ti

ОРГАНИЗАЦИЯ

Национальный
исследовательский Томский
государственный университет

СОАВТОР(Ы) ДОКЛАДА

Попова Наталья Анатольевна
Косова Наталья Ивановна,
Курзина Ирина Александровна

РЕЗЮМЕ

Исследовано структурно-фазовое состояние алюминийсодержащих сплавов бинарных систем Al-Si и Al-Ti. Для улучшения структуры Al-Si сплавов использовали введение модификаторов. Показано улучшение физико-механических свойств модифицируемых сплавов. Предложен новый метод получения материалов на основе системы Al-Ti методом компактирования с последующим дегидрированием. Установлено формирование высокопрочных материалов на основе интерметаллидных фаз, Ti3Al, TiAl, TiAl3.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

силумин, сплав АК7ч, механические свойства, модифицирование, алюминид титана, гидрирование.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Цель: изучить влияние модифицирующих добавок на микроструктуру и фазовый состав алюминийсодержащих сплавов бинарной системы Al-Si и структурно-фазовое состояние сплавов бинарной системы Al-Ti, полученных по «гидридной» технологии.

Задачи:

Получить сплавы бинарной системы Al-Si (сплав АК7ч) путем введения 3 типов модификаторов в расплав (Ультрадисперсные порошки (УДП) оксидов металлов (TiO₂ и ZrO₂) и криолит (Na₃AlF₆); K₂ZrF₆; флюс «Arsal»). Получить сплавы системы Al-Ti в различных соотношениях компонентов используя «гидридную» технологию (компактирование гидрида титана и нанопорошка алюминия с последующим дегидрированием в инертной атмосфере). Исследовать микроструктуру, элементный и фазовый состав полученных сплавов Al-Si и Al-Ti систем. Изучить влияние условий получения и состава сплавов на структурно-фазовое состояние и физико-механические свойства. Рассмотреть процессы, протекающие в условиях получения сплавов бинарных систем Al-Si и Al-Ti.

ВВЕДЕНИЕ

Сплавы на основе легких металлов занимают особое место среди конструкционных материалов. Химический и фазовый состав, структура и характер кристаллизации являются важнейшими характеристиками, определяющими механические и литейные свойства сплавов. Среди алюминиевых сплавов важное место занимают силумины-Al-Si сплавы. Силумины обладают хорошими литейными свойствами [1]. Добавки других химических элементов могут значительно изменить механические свойства сплава. Широкое применение также нашли сплавы на основе алюминия с добавками титана [2]. Наиболее перспективной группой композиционных материалов, способных работать в условиях повышенных нагрузок являются титано-алюминиевые композиты содержащие интерметаллидные соединения.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Методы исследования:

1. Рентгенфазовый анализ;
2. Растровая электронная микроскопия;
3. Просвечивающая микроскопия;
4. Дифференциальный термический анализ;
5. Анализ структуры и текстурных характеристик;
6. Механические испытания

Материалы:

Отливки Al-Si сплава марки АК7ч полученные при введении модификатора в расплав. Компактные образцы Al-Ti сплава полученные при разном мольном соотношении.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Получены новые образцы отливок сплава АК7ч с помощью введения различных модификаторов в расплав: 0,2 масс.% K₂ZrF₆; УДП оксидов металлов и криолита в количестве 0,4 масс.%; зарубежный флюс «Arsal». Проведено исследование структуры и фазового состава алюминийсодержащих сплавов бинарной системы Al-Si. Установлено, что после использования модификаторов у всех образцов -сплавов изменяются структурно-фазовые характеристики. Модификатор, введенный в процессе плавки вызывает структурные напряжения в сплаве. Установлено, что модифицированные образцы харак-

теризуются хаотическим распределением дислокаций. Исходный сплав АК7ч характеризуется низкой плотностью дислокаций, в то время как введение модификаторов приводит к существенным изменениям в дислокационной структуре материала. Максимальная плотность дислокаций наблюдается в образце, полученном при введении K_2ZrF_6 ($9,91 \cdot 10^9 \text{ см}^{-2}$). Рассмотрены процессы кристаллизации в условиях введения модифицирующей смеси. Установлено, что введение ультрадисперсных частиц модификаторов в расплав в количестве 0,3 масс.% обеспечивает достаточную концентрацию частиц (10^{12} – 10^9 шт/см²), являющихся центрами кристаллизации и способствующих формированию мелкокристаллической структуры в отливках силумина. Показано, что введение различных МС влияет на механические свойства отливок. Уменьшение средних размеров вторичных фаз, выделяемых в процессе кристаллизации и увеличение плотности дислокаций приводит к упрочнению материала. Для всех модифицированных образцов наблюдается увеличение показателей относительного удлинения, что, в свою очередь, связано со снижением размеров кристаллов кремния. Оптимальными механическими свойствами обладает образец, модифицированный 0,2% K_2ZrF_6 . Предложен новый метод получения материалов на основе системы Al — Ti включающий в себя: получение гидрида титана; смешение дисперсного порошка гидрида титана с нанопорошком алюминия; компактирование смеси под давлением; удаление водорода в условиях вакуумной термической обработки — вакуумный отжиг. Получена серия образцов при вариации соотношения элементов согласно диаграмме состояния бинарной системы Al — Ti. Установлено формирование сплавов на основе интерметаллидных фаз составов Ti_3Al , $TiAl$, $TiAl_2$, $TiAl_3$. Показано, что выбранным методом можно получать сложные композиции, содержащие дисперсные интерметаллидные фазы системы Al — Ti. Рассмотренные в работе подходы по получению функциональных свойств Al-Si и Al-Ti сплавов могут быть перспективными для разработки технологических регламентов получения конструкционных материалов в промышленных условиях.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Лившиц, Б.Г. Физические свойства металлов и сплавов / Б.Г. Лившиц, В.С. Крапошин, Я.Л. Линецкий — М.: Металлургия, 1980. — 316 с.
2. Фишер Д. Применение перспективных титановых сплавов в автомобилестроении / Фишер Д., Зибум Х. // Титан, 1993, № 1, 82–85 с.

SUMMARY OF THE PROJECT

The structural-phase state of aluminum alloys of the binary Al-Si and Al-Ti systems. To improve the structure of Al-Si alloys it was used three types of the modifiers: K_2ZrF_6 ; ultrafine powders (UDP) of metal oxides and cryolite; foreign flux «Arsal 2120» and UDP mixture of metal oxides and cryolite and «Arsal 2120». It was found that after using the modifier for all samples Al-Si alloy it was observed well distribution of the α -Al dendrites and eutectic regions (α -Al + β -Si) with a simultaneous decrease of the average size of the silicon particles and allocated iron phases. Results improved physical and mechanical properties of the modified alloys. The series of samples by varying the ratio of the elements according to the phase diagram of Al-Ti binary system. Established the formation of alloys based on intermetallic phases Ti_3Al compounds, $TiAl$, $TiAl_2$, $TiAl_3$. It is shown that the method chosen can be successfully used to obtain compositions containing dispersed intermetallic phases of Al-Ti system.

KEYWORDS

Silumin, alloy АК7ч, mechanical properties, modifying, titanium aluminide, hydrogenation.

ДОКЛАДЧИК

Коновалов Максим Сергеевич
Konovalov Maksim

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Исследование стойкости прошивных оправок малого диаметра из сплава на основе Ni₃Al

ОРГАНИЗАЦИЯ

Ижевский государственный
технический университет имени
М. Т. Калашникова

РЕЗЮМЕ

Изготовлены слитки сплава на основе Ni₃Al путем охлаждения расплава в керамической, металлической изложницах, в водоохлаждаемом кристаллизаторе. Исследована микроструктура образцов от выплавленных слитков. Определен оптимальный способ получения заготовок прошивных оправок при проведении исходной открытой индукционной плавки. Изготовлены прошивные оправки малого диаметра (27 и 30 мм) из сплава на основе Ni₃Al. Проведены натурные испытания прошивных оправок при прошивке прутков из сталей марок 12ХН2Р и 08Х18Н10Т-Ш на стане ПВП-120. Рассмотрен вопрос о стабильности микроструктуры сплава на основе Ni₃Al при работе в условиях термомеханического нагружения (при прошивке прутков).

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Прошивная оправка, микроструктура, сплав на основе Ni₃Al, кристаллизация.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Цель данной работы заключалась в исследовании стойкости прошивных оправок из сплава на основе интерметаллида Ni₃Al.

Для достижения указанной цели необходимо было решить следующие задачи:

- изготовить образцы из слитков сплава на основе Ni₃Al, кристаллизованных различными методами при проведении исходной выплавки в открытой индукционной печи;
- исследовать микроструктуру образцов литейных сплавов на основе Ni₃Al, кристаллизованных различными методами; — определить оптимальный способ получения заготовок прошивных оправок из сплава на основе Ni₃Al при проведении исходной выплавки в открытой индукционной печи;
- изготовить прошивные оправки малого диаметра (до 30 мм) из слитков сплава на основе Ni₃Al, полученных оптимальным способом при проведении исходной выплавки в открытой индукционной печи;
- провести натурные испытания оправок, изготовленных из сплава на основе Ni₃Al, при прошивке прутков из сталей марок 12ХН2Р и 08Х18Н10Т-Ш на стане поперечно-винтовой прокатки ПВП-120;
- рассмотреть вопрос о стабильности микроструктуры сплава на основе Ni₃Al при работе в условиях термомеханического нагружения (при прошивке прутков).

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время производство бесшовных горячекатаных труб по средствам прошивки потенциально является самым экономически выгодным способом производства труб из сплошных заготовок легированных и высоколегированных (например, коррозионно-стойких) сталей.

Самым ответственным технологическим инструментом прошивных станов, определяющим режим деформации и качество готовых труб, является прошивная оправка.

Повышение стойкости прошивных оправок (что равносильно снижению затрат на инструмент и брак готовой продукции) является актуальной проблемой современной трубной промышленности.

Особый интерес по использованию в качестве материала прошивных оправок вызывают сплавы на основе Ni₃Al в силу их жаропрочности и экономичного состава.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Химический состав выплавленных слитков определялся при помощи многоканального оптико-эмиссионного спектрометра ДФС-500, анализатора МЕТЭК-200 и рентгено-флуоресцентного спектрометра α-2000. Металлографические исследования протравленных образцов металла проводились на инвертированном металлографическом микроскопе Альтами-МЕТ, в качестве травителя использовался реактив Марбле. Визуальный и измерительный контроль полученных труб проводился в соответствии с РД 34.10.130–96. Ультразвуковая дефектоскопия горячекатаных труб проводилась дефектоскопом УД2–140 по ГОСТ 17410–78. Для выявления макроструктуры отрезанных утяжин труб использовался раствор, состоящий из 50% HCl и 50% H₂O₂.

Слитки выплавлялись с использованием шихтовых материалов, представленных в таблице 1 при соблюдении ограничений по химическому составу, представленных в таблице 2.

Таблица 1. Основные шихтовые материалы

Материал	Марка	НД
Никель	Н1	ГОСТ 849-97
Хром	ЭРХ-0	ТУ 14-5-76-76
Вольфрам	ШВЧ	ТУ 48-19-57-91
Молибден	МШ-1	ТУ 48-19-73-86
Алюминий	А0	ГОСТ 6008-90
Титан	ВТ1-0	ГОСТ 19807-91
Цирконий	Э100	ТУ 95-166-83
Силикокальций	СК20	ГОСТ 4762-71
Кальций	Гранулы	ТУ 083.5.314-94
Древесный уголь	А	ГОСТ 7657-84

Таблица 2. Ограничения по химическому составу для слитков

Содержание	Химический состав; мас. %									
	Al	Mo	W	Ti	Cr	Zr	C	S	P	Ni
Мин.	7,50	8,50	1,20	1,00	4,50	0,15	Не более			Осн.
Макс.	8,50	9,50	1,70	1,50	5,50	0,35	0,02	0,005	0,005	

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Отработана технология изготовления слитков сплава на основе Ni³Al с исходной выплавкой в открытой индукционной печи, исследована микроструктура образцов литейного сплава на основе Ni³Al, кристаллизованного различными методами (посредством охлаждения расплава в керамической, металлической изложницах, в водоохлаждаемом медном кристаллизаторе).

При охлаждении расплавов в стальных и керамических изложницах, а также в водоохлаждаемом кристаллизаторе затвердевание проходит по одному и тому же механизму: образование первичных кристаллов на основе легированного интерметаллида Ni₃Al → кристаллизация эвтектики (легированный интерметаллид Ni₃Al и твердый раствор на основе Ni).

Охлаждение расплава исследуемого состава в стальной и керамической изложницах приводит к образованию трещин в поперечном направлении от по-

верхности слитков. Образование трещин при охлаждении в медном водоохлаждаемом кристаллизаторе не наблюдалось.

На основании полученных результатов, определен оптимальный способ получения заготовок прошивных оправок при проведении исходной открытой индукционной выплавки, заключающийся в выплавке в открытой индукционной печи электродов с последующим электрошлаковым переплавом в среде аргона.

Изготовлены прошивные оправки из сплава на основе Ni_3Al с диаметрами калибрующей части 27 мм и 30 мм.

В результате прошивки 356 прутков стали марки 12ХН2Р размером $\varnothing 65^{\pm 1} \times 1085^{\pm 5}$ мм в передельные трубы размером $\varnothing 58^{\pm 0.5} \times \varnothing 28^{\pm 0.5} \times L$ мм форма и геометрические размеры оправки с диаметром калибрующей части 27 мм не претерпели изменений.

В результате прошивки 12 прутков стали марки 08Х18Н10Т-Ш размером $\varnothing 85^{\pm 1} \times 1000^{\pm 5}$ мм в передельные трубы размером $\varnothing 83^{\pm 0.5} \times \varnothing 38^{\pm 0.5} \times L$ мм оправка с диаметром калибрующей части 30 мм уменьшилась в длину на 5 мм, кроме того была обнаружена сетка разгара на раскатной части с ярко выраженной поперечной трещиной, что и явилось причиной прекращения эксплуатации данной оправки.

Визуально-измерительный и ультразвуковой контроль всех полученных при проведении экспериментальных прошивок труб и анализ макроструктуры утяжин от них показали отсутствие трещин и иных дефектов прокатки.

При сравнении фотографий шлифов металла оправки с диаметром калибрующей части 30 мм до использования в работе и после установлено, что микроструктура осталась без изменений, что свидетельствует о ее стабильности при работе в условиях термомеханического нагружения (при прошивке прутков).

Таким образом, проведенные исследования позволяют рекомендовать оправки, изготовленные из установленного сплава на основе интерметаллида Ni_3Al по разработанному оптимальному способу, для прошивки прутков из легированной и высоколегированной стали при отсутствии возможности обеспечения внутреннего охлаждения прошивной оправки (например, водой).

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Сазоненко И. О., Земцов В. А., Юрчак А. Н. К вопросу повышения стойкости оправок прошивных станов // Литье и металлургия 4 (68). 2012. С. 135–138.
2. Вавилкин Н. М., Бухмиров В. В. Прошивная оправка. М.: МИСиС, 2000. 128 с.
3. Шапиро И. А., Хавкин Г. О., Бородский В. М. Повышение эффективности оправок прошивных станов // Сталь, 2009. № 9. С. 75–76.
4. Патент RU 2508173 С1, кл. В21В25/00, 2011 г. Способ изготовления инструмента для горячей деформации.
5. Патент DE 102014000461 А1, кл. В21В25/00, 2015 г. Innenwerkzeug für die Herstellung nahtloser Stahlrohre.
6. Патент US 7506526 В2, кл. В21В19/04, 2009 г. Seamless tube piercing/rolling plug, and seamless tube producing method using same.
7. Патент RU 2496590 С1, кл. В21В19/04, 2012 г. Технологический инструмент косоалкового прошивного стана.

SUMMARY OF THE PROJECT

Ni_3Al -based alloy ingots have been produced by cooling of the melt into ceramic mold, into metal mold, into a water-cooled mold. Microstructure of the samples of the ingots has been investigated. The technology for the preparation of ingots from Ni_3Al -based alloys in an open induction furnace has been developed. The

small diameter piercing plugs of Ni₃Al-based alloy have been produced. Production testing of the Ni₃Al-based alloy piercing plugs have been conducted. Rods of 12KhN2R-stell and rods of 08Kh18N10T-Sh-stell on the screw insertion mill type PVP-120 were sewn. The question of the stability of the Ni₃Al-based alloy microstructure stability under the influence of thermomechanical stress in piercing was considered.

KEYWORDS

Piercing plug, microstructure, Ni₃Al-based alloy, crystallization.

ДОКЛАДЧИК

Кулевич Виталий Павлович
Kulevich

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Структура и свойства покрытий системы Ti-Cu

ОРГАНИЗАЦИЯ

Волгоградский государственный
технический университет

СОАВТОР(Ы) ДОКЛАДА

Слаутин Олег Викторович
Евстропов Дмитрий Анатольевич
Бондаренко Юлия Игоревна

РЕЗЮМЕ

Предложен и экспериментально подтвержден механизм контактного плавления в системе Ti-Cu. Исследовано влияние температурно-временных условий процесса контактного плавления на кинетику роста зоны взаимодействия на межслойной границе медно-титанового композита, полученного сваркой взрывом. Установлен фазовый состав покрытия и его относительная износостойкость.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Композиционные материалы, медь, титан, сварка взрывом, контактное плавление, покрытие, интерметаллиды, износостойкость.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Целью данной работы является исследование структуры и износостойкости интерметаллидного покрытия системы Cu-Ti, образующегося при контактном плавлении на поверхности медной подложки в сваренном взрывом соединении.

ВВЕДЕНИЕ

Увеличение срока службы медных деталей, работающих в условиях комплексного воздействия таких факторов, как износ и температура, всегда являлось актуальной задачей для металлургических отраслей промышленности. Одним из перспективных направлений решения данной проблемы является применение покрытий на основе интерметаллидных соединений. Для их получения часто применяют комбинированные технологии, состоящие из операций предварительного нанесения на поверхность детали слоя металла, способного образовывать с металлом основы интерметаллидные соединения, и последующего диффузионного отжига полученной композиции по режимам контактного плавления (КП) [1, 2, 3].

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Материалами для исследования служили образцы сваренной взрывом меди марки М1 с титаном ВТ1-0. Термическую обработку (ТО) образцов проводили в печи SNOL 8.2/1100 при температуре 900–1010 °С. Металлографические исследования выполняли на модульном металлографическом микроскопе Олимпус ВХ-61. Фазовый состав зоны взаимодействия (ЗВ) оценивали при сопоставлении данных, полученных с помощью дифрактометра ДРОН-3 и растрового двухлучевого электронного микроскопа системы Versa 3D DualBeam. Измерение микротвердости ЗВ осуществляли на приборе ПМТ-3М с нагрузкой на индентор 50 г. Испытания на износостойкость проводили на экспериментальной установке — аналоге машины Х4-Б. Шероховатость

поверхности покрытия определялась на установке Nanotest 600 и приборе Zygo NewView 500.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Система Ti-Cu (рис. 1) относится к системам с сильно вырожденными эвтектиками, где эвтектическая точка на диаграмме состояния смещена в сторону легкоплавкого компонента, поэтому в образовании жидкой фазы в контакте медь-титан определяющую роль должен играть размерный эффект плавления [3].

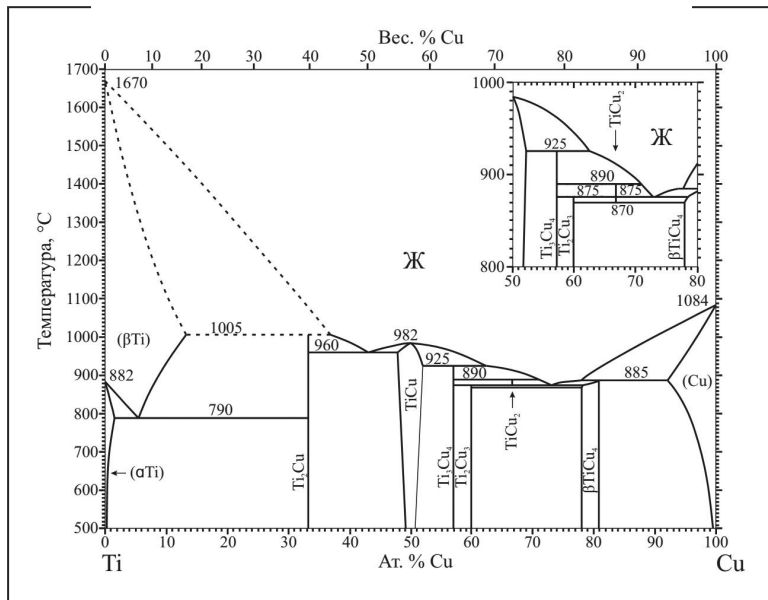


Рис. 1 Фазовая диаграмма системы Ti-Cu [4]

го раствора титана в меди Cu (Ti) (-98–93 ат.% Cu и 2–7 ат.% Ti). У поверхности диффузионной зоны, сформировавшейся в результате твердофазной диффузии, граничащей с ЗВ и состоящей из твердого раствора на основе α-титана αTi (Cu) + Ti₂Cu (до 7 ат.% Cu и 93 ат.% Ti) и сплошных интерметаллидных прослоек из Ti₂Cu (-33 ат.% Cu и 67 ат.% Ti), TiCu (-50 ат.% Cu и 50 ат.% Ti), Ti₃Cu₄ (-56 Cu и 44% Ti) и Ti₂Cu₃ (61 ат.% Cu и 39 ат.% Ti), образуются дендриты на основе интерметаллида Cu₂Ti (-68 ат.% Cu и 32 ат.% Ti), междендритное пространство между которыми заполнено интерметаллидом βCu₄Ti (-78 ат.% Cu и 22 Ti ат.%).

Прочность соединения медно-титанового композита на отрыв слоев после КП составляет примерно 20–40 МПа. Причиной такой низкой прочности является трещина (рис. 2, а), образующаяся при охлаждении на границе раздела слоев интерметаллидов TiCu и Ti₃Cu₄, по которой и происходит разрушение.

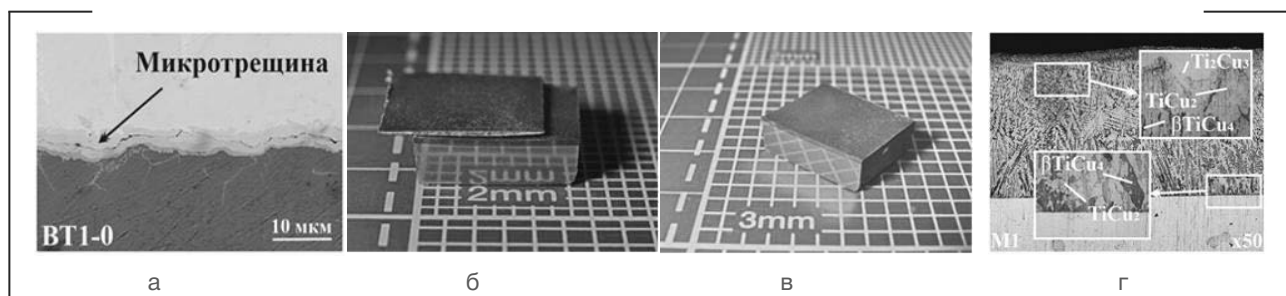


Рис. 2 СЭМ изображение микротрещины (а), покрытие сформированное на поверхности меди (ТО 900°С 30 мин) после удаления непрореагировавшего слоя титана (б, в) и его микроструктура (г)

Низкая прочность соединения позволяет механически удалять не прореагировавший слой титана и получать на поверхности меди безпористое покрытие (рис. 2) твердостью (4–5 ГПа) с шероховатостью Ra — 671±108 нм, основными структурными составляющими которого являются интерметаллиды βTiCu₄ и TiCu₂.

Его относительную износостойкость в интервале температур 20–400 °С оценивали по формуле:

$$[\text{?}][\text{?}] = \frac{\Delta G[\text{?}][\text{?}]}{\Delta G[\text{?}][\text{?}]}$$

где $\%5C\Delta G$ — потеря массы эталона (медь в отожжённом состоянии), г; G — потеря массы образца с покрытием, г.

Анализ полученных экспериментальных данных показал, что относительная износостойкость образцов с покрытиями на основе купридов титана более чем в три раза превышает износостойкость меди.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Bateni M.R. et al. Formation of Ti — Cu intermetallic coatings on copper substrate //Materials and Manufacturing Processes. — 2001. — Т. 16. — №2. — С. 219–228.
2. Исследование диффузионного слоя, полученного при термообработке газотермических покрытий на медной основе /А.Г. Радюк [и др.] // Материаловедение. 2007. №7. — С. 22–26.
3. Ахкубеков А.А., Орквасов Т.А., Созаев В.А. Контактное плавление металлов и наноструктур: монография — Москва: Физматлит, 2008. — 150 с.
4. Диффузионные процессы на межслойной границе сваренного взрывом трёхслойного композита системы Cu-Ti / Шморгун В.Г., Слаутин О.В., Евстропов Д.А., Таубе А.Ол. // Известия вузов. По-рошковая металлургия и функциональные покрытия. 2014. №4. — С. 36–39.

SUMMARY OF THE PROJECT

The mechanism of contact melting in the Ti-Cu system is proposed and experimentally confirmed. The influence of time-temperature conditions of the contact melting process on growth kinetics of the interaction zone on interlayer border of copper-titanium composite produced by explosion welding is thoroughly studied. The phase composition of the coating and its relative wear resistance is established.

KEYWORDS

Composites, copper, titanium, explosive welding, contact melting, a coating, intermetallics, wear resistance.

ДОКЛАДЧИК

Ладин Илья Андреевич
Ladin Ilya

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Переработка отходов окорки и полимеров в древесно-полимерный композит

ОРГАНИЗАЦИЯ

Сибирский государственный
технологический университет

РЕЗЮМЕ

Переработка отходов деревообработки и отходов вторичных полимеров бытового назначения является комплексной задачей. Предлагаемый способ использования коры позволяет комплексно подойти к вопросу утилизации отходов. Разрабатываемые древесно-полимерные материалы могут изготавливаться как на основе исходной коры хвойных пород, так и на основе коры хвойных пород древесины, прошедшей экстракцию горячей водой. Полученный водный экстракт после обработки коры может использоваться в дубильно-экстрактном производстве, например, для дубления кожи. Одновременно решается задача переработки отходов полимеров бытового назначения.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Древесно-полимерный композит, кора, полимер, переработка, утилизация, отходы, свойства.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Одним из главных преимуществ производства предлагаемых древесно-полимерных материалов по сравнению с аналогами является использование при их изготовлении всех отходов деревообрабатывающей промышленности и вторичных отходов полимеров. Производство таких материалов является безотходным, так как образующиеся отходы древесно-полимерных материалов могут быть использованы вторично в технологическом процессе.

Целью проекта являлось изучение возможности использования отходов окорки и вторичных отходов полимеров для создания древесно-полимерных композиций не уступающих по своим свойствам традиционным древесно-полимерным материалам изготовленным из измельченной древесины хвойных и лиственных пород.

Анализ литературных данных позволяет отметить следующее:

1. Рынок древесно-полимерных материалов в России работает только с готовыми изделиями. Российское производство представлено только несколькими производителями: компания «Поливуд», СК «Пластика», ООО «Стандарт Полипласт» и некоторыми другими. Данные предприятия работают на импортном оборудовании по зарубежным патентам.
2. Физико-механические свойства изделий из древесно-полимерных материалов имеют достаточно высокие прочностные характеристики, что объясняет широкую область их применения.
3. Расширение диапазона применяемых сырьевых материалов с сохранением физико-механических свойств древесно-полимерного материала является актуальной проблемой, особенно при использовании в качестве матрицы «мягких» полимеров.

В данной работе были поставлены следующие задачи исследований:

1. Разработать технологические параметры и режимы изготовления изделий из древесно-полимерного материала на основе отходов окорки хвойных пород древесины, в том числе прошедших экстракцию горячей водой и бытовых отходов полимеров.
2. Изучить физико-механические свойства полученных древесно-полимерных материалов и провести сравнительный анализ свойств с древесно-полимерным материалом на основе традиционного наполнителя древесины.

ВВЕДЕНИЕ

В жестких условиях конкуренции производители постоянно ищут способы увеличения рентабельности продукции. Самым эффективным способом является переработка отходов производства.

Древесно-полимерные материалы изготавливаются из отходов деревообработки и вторичных полимеров. Традиционно используется древесная мука.

Новизна и оригинальность предлагаемого способа заключается в использовании для производства древесно-полимерных материалов отходов окорки древесины хвойных пород. При этом предлагается изготавливать ДПМ как на основе исходной коры хвойных пород, так и на основе коры, прошедшей экстракцию горячей водой. Полученный водный экстракт после обработки коры может использоваться в дубильно-экстрактном производстве.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

В работе использованы аналитический и экспериментальный методы исследований. При реализации аналитического метода использован метод литературного поиска, метод мозговой атаки и метод анкетного опроса с целью выявления наиболее значимых компонентов изучаемого вопроса. Экспериментальный метод реализован с использованием планирования эксперимента по плану Бокса.

Изготовление материалов, испытания физико-механических свойств проводилось согласно стандартным методикам.

Для исследования применялась кора и древесина хвойных пород, отобранная на лесосеке в Богучанском районе Красноярского края и измельченная до состояния древесной муки на кафедре ТКМ и М СибГТУ. В качестве полимера использовали поливинилхлорид (ГОСТ 14332–78), полистирол (ГОСТ 20282–86) и полиэтилен (ГОСТ 25981–83).

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Переработка отходов окорки и отходов полимеров бытового назначения позволяет одновременно решить две разнонаправленные задачи: утилизировать кору в значительных объемах образующуюся на деревообрабатывающих предприятиях и организовать переработку отходов бытовых полимеров, загрязняющих окружающую среду, создать производство с замкнутым циклом комплексной переработки древесины.

В результате проведенной научно-исследовательской работы были сделаны выводы и даны рекомендации:

1. Возможность использования для изготовления древесно-полимерных композиций коры хвойных пород древесины и отходов бытовых полимеров достоверно установлена.
2. Водопоглощение и разбухание древесно-полимерного материала не зависит от способов обработки коры.
3. Прочность древесно-полимерных материалов на основе исходной коры соответствует требованиям, предъявляемым к древесно-полимерным композитам, но при использовании коры прошедшей экстракцию имеет тенденцию к снижению.
4. Режим прессования древесно-полимерного материала в первую очередь определяется температурой плавления используемого в смеси полимера.
5. Рекомендованы следующие режимы прессования ДПМ на основе:
 - полиэтилена —
 - » давление прессования 3,5 МПа;
 - » удельная продолжительность выдержки 4,0 мин/мм;
 - » температура прессования 130 °С;
 - полистирола — давление прессования 4,0 МПа;
 - » удельная продолжительность выдержки 4,0 мин/мм;
 - » температура прессования 220 °С;
 - поливинилхлорида — давление прессования 3,5 МПа;
 - » удельная продолжительность выдержки 4,0 мин/мм;
 - » температура прессования 120 °С.

Сравнительный анализ физико-механических свойств древесно-полимерных материалов, изготовленных в лабораторных условиях на основе исходной коры и коры прошедшей экстракцию и промышленных образцов на основе древесной муки и первичных полимеров показал, что свойства древесно-полимерных материалов на основе коры отличаются от свойств промышленных образцов не более чем на 5–10%.

Таким образом, для производства древесно-полимерных композиций, возможно использовать кору хвойных пород, при этом получаемый материал имеет высокие показатели физико-механических свойств.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Научно-технический реферативный сборник «Плиты и фанера» выпуск 5 Москва, 1986, МИНЛЕСБУМПРОМ СССР.

2. Научно-технический реферативный сборник «Фанера и плиты» выпуск 4, Москва, 1974, ВНИПИЭМлеспром.
3. Ушанова, В.М. Основы научных исследований. Контроль качества и экстрагирование растительного сырья [Текст]/ В.М. Ушанова. — Красноярск: СибГТУ, 2004. — 168 с.
4. Филиппович, А. А., Технология композиционных материалов. Основы научных исследований. Первичная статистическая обработка результатов эксперимента: Учебное пособие [Текст]/ А.А. Филиппович, А.И. Криворотова. — Красноярск: СибГТУ, 1999. — 72 с.
5. Клесов, А.А. Древесно-полимерные композиты [Текст]/ А.А. Клесов. — СПб.: Научные основы и технологии, 2010. — 736 с.
6. Патент РФ №2484110, C08L97/02. Древесно-полимерная композиция [Текст] / Ушанова В. М., Криворотова А. И. — опубл. 10.06.2013.

SUMMARY OF THE PROJECT

Recycling wood waste and secondary polymers domestic purposes is a complex task. The proposed method allows the use of the bark comprehensive approach to the issue of waste management. Developed wood-polymer materials can be manufactured, held as the hot water extraction is based on the original softwood bark and bark based on softwood. The resulting aqueous extract, after treatment of bark tannins can be used in the production of the extract, for example for tanning leather. At the same time solve the problem of recycling waste household purpose polymers.

KEYWORDS

Wood-plastic composite, bark, resin, processing, recycling, waste properties.

ДОКЛАДЧИК

Лапшин Сергей Викторович
Lapshin Sergey

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Исследование термического распределения при лазерной обработке материала и система автоматического контроля температуры для лазерной наплавки

ОРГАНИЗАЦИЯ

Казанский национальный исследовательский технический университет им. А. Н. Туполева-КАИ

СОАВТОР(Ы) ДОКЛАДА

Якшебаев Эдуард Салаватович

РЕЗЮМЕ

Анализ существующих решений и создание системы автоматического определения и контроля температуры материала при лазерной обработке.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Лазерные технологии, пирометрия, автоматизация.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Создание и испытание установки определения температурных значений поверхности материала при лазерной обработке, системы автоматического контроля температуры и анализ эксплуатационных возможностей и перспективы применения.

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы широкое развитие получила лазерная обработка материалов, область применения которой резка, сварка, нанесение покрытий и изготовление методом послойного или прямого наплавления порошка на подложку деталей сложных форм. Однако, если при воздействии на материал с уже заранее сформированной кристаллической решёткой, например при резке, термическое влияние не велико, или относительно легко компенсируется последующей термической обработкой, то при формировании объёма изделия

путём сплавления, высокие температурные градиенты вносят неоднородности в строение кристаллической решётки металла, и, тем самым, снижают качество изделия, вплоть до полного его разрушения при остывании.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Возникает актуальная проблема контроля термического распределения в процессах лазерной наплавки. Такие факторы как температура в ванне расплава, скорость остывания и нагрева, величина температурного градиента вносят значительное влияние в процесс. Но, если для простого нанесения покрытия на поверхность эти параметры могут быть подобраны практически и установлены перед запуском комплекса, то для более сложных операций, в процессе которых обрабатываемая поверхность изменяет свои параметры, требуется динамически подстраиваемая система, отслеживающая и поддерживающая оптимальные термические параметры в рабочей области. Современные оптические методы регистрации позволяют обеспечить дистанционное отслеживание температурных параметров в различных участках рабочей области, что делает возможным разработку такой автоматической системы.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Данная работа посвящена параметрическому анализу спектрометрических и тепловизионных измерений различных операций лазерной термической обработки материала, а так же разработке и апробации автоматической системы контроля термических параметров. Как наименее плазмообразующий процесс лазерной обработки была выбрана лазерная наплавка. Производилась съёмка на скоростную камеру и тепловизор. Был проведён эксперимент по определению температурных распределений при сверхзвуковой наплавке. Собранный стенд из проточного нагревателя, форкамеры и сверхзвукового сопла Лавалья идентичен по температурным характеристикам и расходу газа установке по сверхзвуковой лазерной наплавке. Был собран и испытан пирометр спектрального отношения на базе цифровых волоконных спектрометров «Ocean Optics NIR Quest» и «Ocean Optics HR4000». Для обработки данных поступающих со спектрометра была написана программа в среде разработки Lab-View. Программа выполняется на процессоре реального времени Compact RIO, и взаимодействует с модулем ПЛИС, через который производится управление выходным ЦАП. Для генерации сигнала ЦАП задействован программный модуль ПИД регулятора (пропорционально интегрально дифференциальный) для поддержки заданной температуры в области видимости пирометра. На основе данного пирометра спектрального отношения, тепловизионной камеры и станка по сверхзвуковой лазерной наплавке был собран стенд по отладке и проверке данного способа регистрации и контроля. Температура в зоне действия лазера определённая тепловизором с учётом коэффициента излучения 0,18 и угла обзора и составила 900–1100 °С и заметно изменяется в процессе вращения, что вызвано колебаниями в качестве поверхности. В дальнейшем, при повторном прохождении луча лазера по поверхности неоднородности становились меньше, так как из-за термического воздействия металл покрывался равномерной оксидной плёнкой. При подаче материала возникает дополнительное шумовое излучение, при общем увеличении интенсивности спектра. Однако, при наложении спектра излучения ванны расплава и излучения нагретых частиц порошка наклон коротковолновой части спектра искажается и требуется коррекция. Так как искажённый фронт является суперпозицией нескольких сдвинутых фронтов с разным наклоном, увеличение расстояния между точками замера увеличит погрешность, следовательно точки замера необходимо располагать максимально близко, пока выполняется необходимая точность измерения, в то же время надо учитывать соотношение сигнала и шума на принимающем приборе. Практически подобрано значение 30–80 нм для диапазона волн 700–950 нм при измерении спектрометром HR4000.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. А. Н. Магунов. Спектральная пирометрия. М.: Физматлит, 2012. 248 с.

2. Свет Д. Я. Оптические методы измерения истинных температур. — М.: Наука, 19823.
3. Григорьянц А. Г. Основы лазерной обработки материалов. М.: Машиностроение, 1989. — 304 с.
4. Benedetti L. R., Guignot N., Farber D. L. // J. Appl. Phys. 2007. V. 101, № 1. 013109.
5. Development and qualification of a novel laser-cladding head with integrated sensors Guijun Bia, Bert Schurmannb, Andres Gasserc, Konrad Wissenbachc, Reinhart Poprawec.
6. E. Schubert, T. Seefeld, A. Rinn, G. Sepold, Laser beam cladding: a flexible tool for local surface treatment and repair, Journal of Thermal Spray Technology 8 (4) (1999) 590–596.

SUMMARY OF THE PROJECT

Analysis of existing solutions and create a system of automatic detection and control of temperature of the material in the laser treatment.

KEYWORDS

Laser Technology, Pyrometer, Automation.

ДОКЛАДЧИК

Малафеев Константин
Вадимович

Malafeev Konstantin

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Разработка и исследование композиционных мононитей из полилактида для медицинского применения

ОРГАНИЗАЦИЯ

Санкт-Петербургский
политехнический университет
Петра Великого

СОАВТОР(Ы) ДОКЛАДА

Москалюк О. А.

Юдин В. Е.

РЕЗЮМЕ

Работа посвящена созданию композиционного материала на основе полилактида с добавлением биосовместимых нанодобавок. В течение работы решаются проблемы подбора технологических параметров переработки полимера с наполнителем. Нахождение оптимальной степени ориентационной вытяжки, проведение механических испытаний и на основе этого влияние наночастиц биосовместимых нанодобавок на механические свойства волокон из полилактида.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Полилактид, мононити, расплавный метод, хирургия, биодеструкция.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Целью данного проекта является разработка лабораторных образцов композиционных мононитей на основе ПЛА и биосовместимых нанодобавок, которые в дальнейшем могут быть использованы в качестве хирургических изделий с регулируемым сроком биорезорбции.

Задачи проекта:

1. Подбор технологических параметров переработки по расплавной методике ПЛА и композитов на его основе в виде мононитей
2. Создание лабораторных образцов мононитей из чистого ПЛА и композитов на его основе по расплавной технологии.
3. Изучение особенностей структуры создаваемых композиционных мононитей на основе ПЛА и биосовместимых нанодобавок.
4. Исследование механических свойств полученных лабораторных образцов композиционных мононитей.

ВВЕДЕНИЕ

Одной из проблем биodeградируемых шовных материалов остается долгое время деструкции нитей, после выполнения их функции. Одним из используемых полимеров в данной области является полилактид, мономером которого является молочная кислота (естественный продукт обмена организма человека). Полилактид относится к материалам с долгим сроком рассасывания, который может достигать до 1,5 лет. На данный момент эта задача регулирования уровня деструкции решается за счет создания шовных материалов из смесей биополимеров. Такой способ не позволил до сих пор добиться быстрых сроков деструкции нитей. Поэтому решение данной проблемы в моей работе будет достигаться за счет введения в структуру полимера биосовместимых и биodeградируемых нанодобавок.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Материалы: Полилактид Sinobiom (Китай) PL50

Методы:

1. Термогравиметрический анализ (ТГ) с использованием прибора TG 209 F1 Iris, фирма NETZSCH (Германия), совмещенного с квадрупольным масс-спектрометром QMS 403C Aeolos, фирма NETZSCH (Германия).
2. Дифференциальная сканирующая калориметрия (ДСК), прибор: калориметр DSC 204 F1 Phoenix, фирма NETZSCH (Германия).
3. Реологический анализ, прибор: реометр «Physica MCR-301», фирма «Anton Paar» (Австрия).
4. Исследование особенностей механических свойств композиционных мононитей на основе ПЛА и биосовместимых нанодобавок будет проводиться на основе одноосного растяжения. С помощью разрывной машины Instron 5943 будут получены диаграммы растяжения и определены прочность, жесткость и удлинение до разрыва. Также будут проводиться испытания в простом узле на соответствие деформационно-прочностных свойств нормативам ГОСТ 31620–2012.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Планируемые результаты

- Установление оптимальных параметров переработки ПЛА по расплавной технологии
- Получение серии лабораторных образцов мононитей из ПЛА и композитов на его основе.
- Выявление особенностей надмолекулярной структуры композиционных мононитей содержащих биосовместимые нанодобавки
- Установление влияния наноразмерных биосовместимых частиц на механические свойства мононитей с различной степенью ориентационной вытяжки.
- Определение типов образцов соответствующих по уровню деформационно-прочностных свойств ГОСТ, которые в дальнейшем будут использованы для тестов in vivo и in vitro.

ОБЛАСТИ ВОЗМОЖНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОЕКТА

Результаты данной НИР будут использованы в дальнейшем для исследования:

- Особенности процессов резорбции мононитей из ПЛА и композитов на его основе с применением тестов in vivo и in vitro.

- Установление возможности использования создания шовных хирургических нитей с регулируемым сроком деструкции на основе композитов из ПЛА и биосовместимых частиц.

Кроме того, при получении положительных результатов лабораторных работ предполагается провести поиск предприятий для внедрения разрабатываемой технологии. Возможно, результатами работы заинтересуются Российские производители шовных нитей «Волоть», «ПолитехМед», «Научно-Производственное предприятие «МедИнж» и предприятие «Линтекс»(Санкт-Петербург).

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Pathiraja, A. Biodegradable synthetic polymers for tissue engineering [Текст]/A. Pathiraja//European Cells and Materials. — 2003. — Vol. 5. — P. 1–16.
2. Zilberman, M. Dexamethasone loaded bioresorbable films used in medical support devices: Structure, degradation, crystallinity and drug release [Текст]/M. Zilberman//Acta Biomaterial. — 2005. — Nov 1 (6). — P. 615–624.
3. Hirenkumar K. Poly Lactic-co-Glycolic Acid (PLGA) as Biodegradable Controlled Drug Delivery Carrier [Текст]/ K. Hirenkumar//Polymers. — 2011. — 3 (3). — P. 1377–1397
4. Oksman K. Natural fibres as reinforcement in polylactic acid (PLA) composites [Текст]/ K. Oksman // Composites Science and Technology 632003. — P. 1317–1324.

SUMMARY OF THE PROJECT

This study dedicate to creation new suture materials based on Poly (lactic acid) with addition biocompatible nanoparricles. In this research problem with processing modes by melt spinning will be decide. Also we will study mechanical properties filaments with different draw ratio and will find optimal draw ratio. We will reveal influence addition biocompatible nanoparticles to mechanical properties of filaments.

KEYWORDS

Poly lactide, melt spinning, surgery, monofilaments, biodestruction.

ДОКЛАДЧИК

Медведев Денис Андреевич
Medvedev Denis

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Технологические возможности диффузионной сварки (ДС) в условиях горячего изостатического прессования (ГИП) и исследование диффузионных соединений разнородных металлов, полученных этим методом

ОРГАНИЗАЦИЯ

Московский технологический университет

РЕЗЮМЕ

В настоящей работе рассмотрены технологические возможности ГИП для осуществления ДС деталей из разнородных материалов на примере теплообменников сложной сварной конструкции, изготовленных из БрХЦр, сталей и Cu, и узлов дивертора из сталей 316L и ХМ16 с площадью соединения одной заготовки ~ 540 см² и массой заготовок около 1 тонны применительно для ИТЭР. Показана возможность получения биметаллов ВТ6с — 12Х18Н10Т через прослойки меди (0,5 мм) и ниобия (0,3 мм) для РКТ; с помощью микрорентгеноспектрального анализа показан характер распределения химических элементов в трех диффузионных зонах: ВТ6с — Nb, Nb — Cu, Cu — 12Х18Н10Т. Исследованы прочностные свойства всех полученных соединений.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Диффузионная сварка; сварка в твердом состоянии; горячее изостатическое прессование; сварочное давление; диффузионная зона; разнородные материалы; промежуточные прослойки.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Целью настоящей работы является:

- изучение и опробование технологических возможностей горячего изостатического прессования (ГИП) для диффузионной сварки (ДС) различных пар разнородных металлических материалов применительно к некоторым деталям и узлам интернационального термоядерного экспериментального реактора (ИТЭР) и Ракетно-космической технике (РКТ);
- исследование диффузионных соединений разнородных материалов, полученных ДС в условиях ГИП.

ВВЕДЕНИЕ

Создание новых сварных узлов из разнородных металлов и сплавов является актуальной задачей, необходимой для развития новых технологий, позволяющих изготавливать не только принципиально новые конструкции и детали, но и удешевлять конструкции, применяя дорогостоящие материалы, отличающиеся высокой прочностью, жаропрочностью и/или жаростойкостью, только в ответственных и особо нагруженных местах, в узлах, работающих в условиях повышенных температур, ударных нагрузок, под огромными растягивающими или сжимающими напряжениями и т.д. Настоящая работа относится к области сварки в твердом состоянии однородных и разнородных металлических материалов, не поддающихся сварке плавлением напрямую.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

При классической ДС сварочное усилие, например пресса, обеспечивает создание физического контакта между соединяемыми поверхностями, но в большинстве случаев давления и времени выдержки недостаточно для получения качественного соединения. Реализовать более высокое сварочное усилие можно в газостате посредством воздействия высокого давления всестороннего сжатия инертного газа на свариваемые материалы в процессе ГИП (до 200 МПа), обеспечивающего основные технологические эффекты и преимущества:

- одинаковое сварочное усилие в любой точке зоны соединения, независимо от ее геометрии и размеров;
- сохранение исходных геометрических размеров и формы обрабатываемого объекта;
- создание абсолютного физического контакта соединяемых поверхностей.

Использование данной разновидности ДС позволяет получать материалы с наилучшими свойствами, высокую степень однородности структуры по всему соединению при диффузионной сварке; детали получаемые диффузионной сваркой в условиях ГИП обладают максимальным значением прочности, соизмеримой с прочностью основного металла, изотропией свойств, и не имеют в зоне соединения пор и трещин. Кроме того возможные поры и микротрещины соединяемых материалов залечиваются при ГИП, тем самым улучшаются их механические характеристики и устраняется возможный брак.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Методика выполненных экспериментов разрабатывалась с учетом особенностей технологий ГИП и традиционной ДС. В результате этого были разработаны и опробованы новые технологические приемы получения сложных сварных конструкций способом ДС в условиях ГИП. Этим методом были получены различные пары разнородных металлов, а полученные соединения исследовались с помощью оптической и электронной микроскопии, подвергались механическим испытаниям. Были испытаны биметаллические образцы бронза БрХЦр — сталь 12Х18Н10Т, БрХЦр — сталь 316L, сталь 316L — сталь ХМ19 и титан ВТ6с — сталь 12Х18Н10Т через промежуточные прослойки меди (0,5мм) и ниобия (0,3мм). Установлено, что максимальная величина временного сопротивления растяжению соединения БрХЦр — 12Х18Н10Т, полученного ДС в условиях ГИП составляет при 20 °С —

457 МПа, при 250 °С — 370 МПа (разрушение по зонам соединения); величина временного сопротивления растяжению соединения сталь 316L — сталь XM19, полученного ДС в условиях ГИП составляет при 20 °С — 600 МПа, что соответствует прочности стали 316L (разрушение произошло по стали 316L); максимальная величина временного сопротивления растяжению ВТ6с — 12Х18Н10Т через промежуточные прослойки меди и ниобия составила 493 МПа.

Показаны технологические возможности ДС в условиях ГИП на примере теплообменников сложной сварной конструкции для ИТЭР, изготовленных из бронзы БрХЦр, стали 12Х18Н10Т и меди, и крупногабаритных узлов дивертора ИТЭР из сталей 316L и XM16 с площадью соединения одной заготовки ~ 540 см² и массой заготовок около 1 тонны.

Одна из технологических особенностей ДС в условиях ГИП состоит в необходимости герметизации зоны сварки, что обеспечивает трансформацию давления газа в сварочное усилие. Для этого в классическом варианте свариваемые детали помещают в герметичную металлическую капсулу, которую перед ГИП вакуумируют. На примере теплообменника со сквозным каналом охлаждения для ИТЭР, состоящий из бронзы и стали, была опробована технология изготовления без наружного контейнера, с промежуточной пайкой бронзовых составляющих.

Было опробовано получение соединения ВТ6с — 12Х18Н10Т через промежуточные прослойки меди и ниобия методом сварки взрывом, и результат оказался неудовлетворительным. Сравнительный анализ соединений ВТ6с — 12Х18Н10Т, полученных сваркой взрывом и ДС в условиях ГИП показал, что ДС в условиях ГИП отличается стабильностью механических свойств по всей зоне соединений, отсутствием макродеформаций и растрескивания соединяемых материалов и получением надежных работоспособных сварных конструкций для ответственных изделий.

Показано, что применение технологии ГИП позволяет осуществлять диффузионную сварку различных разнородных металлических материалов в виде конструкций сложной формы, любых размеров и массы, ограниченных рабочим пространством газостата, с формированием надежных соединений высокого качества.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Диффузионная сварка разнородных материалов/ А. В. Люшинский//М.: Издательский центр «Академия», 2006. — 208 с.
2. Диффузионная сварка материалов: Справочник/ под редакцией Д50 Н. Ф. Казакова — М: Машиностроение, 1981. — 271 с.
3. Конюшков Г. В., Мусин Р. А. Специальные методы сварки давлением. Учебное пособие. — Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2009. — 632 с.
4. Диффузионная сварка титана. Каракозов Э. С., Орлова Л. М., Пешков В. В., Григорьевский В. И. М., «Металлургия», 1977. — 272 с.

SUMMARY OF THE PROJECT

The present study examined the technological capabilities of the hot isostatic pressing for diffusion welding parts of dissimilar materials on the example heat exchangers complex welded construction made of bronze, steel, and copper and diverter assemblies of steel 316L and XM16 with a connections area of one specimen ~ 540sm² and specimen the weigh of 1 ton as applied for International Thermonuclear Experimental Reactor (ITER). Tried out obtaining bimetal titanium alloy — steel through a layer of copper and niobium for; with the help of electron microprobe analysis (EMPA) shows the distribution of chemical elements in the three areas of diffusion: titanium alloy — niobium, niobium — copper, copper — steel. Investigated the strength properties of the produced bonding.

KEYWORDS

Diffusion welding; hot isostatic pressing; welding pressure; a diffusion joint; dissimilar metals; intermediate layers.

ДОКЛАДЧИК

Москвина Валентина
Александровна
Moskvina Valentina

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Влияние низкотемпературного ионного азотирования на закономерности пластической деформации и разрушения аустенитной нержавеющей стали с разным размером зерна

ОРГАНИЗАЦИЯ

Национальный
исследовательский Томский
политехнический университет

СОАВТОР(Ы) ДОКЛАДА

Рамазанов Камиль Нурулаевич

РЕЗЮМЕ

Изучали механические свойства и механизм разрушения аустенитной нержавеющей стали 01X17H13M3 после термомеханической обработки по разным режимам и последующего низкотемпературного ионного азотирования. В результате исследований было выявлено влияние исходной термомеханической обработки аустенитной стали 01X17H13M3 и последующего низкотемпературного ионного азотирования при различных давлениях насыщающего газа на механические, пластические свойства и механизм разрушения данной стали.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Аустенитная нержавеющая сталь, механические свойства, пластичность, разрушение, деформация, ионное азотирование, термомеханическая обработка.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Цель проекта — установить влияние исходной термомеханической обработки на структуру, механические, пластические свойства и механизм разрушения аустенитной нержавеющей стали 01X17H13M3 после различных режимов ионного азотирования.

Для достижения поставленной цели в работе были сформулированы следующие задачи исследования:

1. Установить влияние исходного структурного состояния аустенитной стали 01X17H13M3 (субмикроструктурное, мелко- и крупнокристаллическое) на параметры формирования азотированного слоя и его структурно-фазовые характеристики.
2. Выявить влияние давления насыщающего газа на закономерности формирования упрочненного слоя в стали 01X17H13M3 с разным размером зерна.
3. Исследовать механические свойства, параметры упрочнения и разрушения стали 01X17H13M3 при растяжении образцов, подвергнутых ионному азотированию, в зависимости от исходной обработки стали.

ВВЕДЕНИЕ

Ионное азотирование аустенитных нержавеющих сталей проводят с целью придания повышенной прочности поверхностному слою и для повышения устойчивости к коррозии. Одной из фундаментальных научных проблем в данной области является установление закономерностей диффузионных процессов и механизмов формирования сверхтвердых фаз при ионном азотировании аустенитных сталей и поиск путей улучшения характеристик модифицированных слоев при вариации параметров ионного азотирования. В этой связи разработка новых методов ионного азотирования и исследование механизмов формирования материалов с модифицированными слоями, которые будут обладать улучшенными свойствами, по сравнению с традиционными методами азотирования, является актуальной.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Объект исследования аустенитная сталь Fe-17Cr-13Ni-1.7Mn-2.7Mo-0.5Si-0.01C мас. % (01X17H13M3). Сталь была подвергнута термомеханической обработке по режимам: режим 1 — прокатка до степени осадки 80%, режим 2 — прокатка до 80% и отжиг при температуре 600 °С (2 ч.), режим 3 — прокатка до 80% и отжиг при 900 °С (2 мин.), режим 4 — прокатка до 80% и отжиг

при 1000 °С (7 мин.) и режим 5 — прокатка до 40% и отжиг при 1050 °С (5 ч.). После термической обработки образцы закаливали в воду.

После обработок из заготовок вырезали образцы в форме двойных лопаток с размерами рабочей части 1.7–2.7–18 мм. Образцы подвергали ионному азотированию при температуре 540 °С (12 ч.). Рабочий газ — смесь аргона, азота и ацетилена (Ar 70%, N₂ 25%, C₂H₂ 5%). Помимо традиционного ионного азотирования (ТИА) при давлении рабочего газа P= 300 Па, проводили обработку методом ионного азотирования с эффектом полого катода (ЭПК) при P= 60 Па.

После азотирования образцы растягивали с относительной скоростью деформации 4.6·10⁻⁴ с⁻¹. Одноосное растяжение проводили на электромеханической измерительной системе Instron 3369.

Морфологию поверхности разрушенных образцов исследовали с использованием растрового электронного микроскопа LEO EVO 50. Электронно-микроскопические исследования проводили с использованием просвечивающего электронного микроскопа (ПЭМ) JEM 2100.

Рентгеновские исследования выполнены на дифрактометре ДРОН-7 в CoK_α излучении.

Микротвердость образцов измеряли по методу Виккерса на приборе ПМТ-3М при нагрузке 10 г.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Во всех исходных состояниях сталь имела структуру аустенита с параметром решетки 0,36 нм. Обработка по режиму 1 обеспечила формирование в стали высоконеравновесной зеренно-субзеренной структуры со средним размером элементов 220±50 нм и высокой плотностью дислокаций 5×10¹⁴ м⁻². Формированию СМК структуры с размером (суб) зерна 150±40 нм способствовали прокатка и отжиг при температуре 600 °С (режим 2). Обработки по режимам 3–5 обеспечили формирование равновесной зеренной структуры с разным размером зерна: 3 мкм (режим 3), 7 мкм (режим 4) и 70 мкм (режим 5).

Прокатка способствовала формированию высокопрочного состояния с низкой пластичностью. Отжиг при температуре 600 °С способствует релаксации структуры после прокатки, приводит к уменьшению прочностных свойств. Прочностные свойства стали возрастают после ионного азотирования. Применение ЭПК способствует меньшему упрочнению образцов стали по сравнению с ТИА. Наиболее ярко это проявляется в образцах, подвергнутых обработке по режиму 1, с высокодефектной структурой после прокатки. Образцы, обработанные по режимам 1 и 2, деформируются локализовано.

Анализ кривых течения в исходных состояниях показывает, что с увеличением размера зерна (обработки 3–5) происходит уменьшение пределов текучести и прочности, а также увеличение пластичности образцов стали. В отличие от образцов, обработанных по режимам 1 и 2, деформация в них как до, так и после азотирования, реализуется однородно. ТИА способствует большему эффекту упрочения и вызывает большее охрупчивание образцов по сравнению с ЭПК.

В результате ионного азотирования происходит поверхностное упрочнение образцов, на поверхности стальных лопаток образуется хрупких слой. В поперечном сечении образцов формируются 3 зоны: зона I — соответствует азотированному слою, II — переходная зона с твердорастворным упрочнением аустенита азотом, III — аустенитная матрица. Микротвердость азотированного слоя 11–12 ГПа, а матрицы 1,5–2,0 ГПа. Анализ электронно-микроскопических изображений поверхностей излома свидетельствует о том, что толщина азотированного слоя составила 10–25 мкм и последовательно уменьшается при переходе от образцов, обработанных по режиму 1 к режиму 5. Толщина переходной зоны различна для деформированных (режимы 1 и 2), мелкокристаллических (обработки 3,4) и крупнокристаллических (режим 5) образцов. Она составляет десятки микрометров для деформированных состояний (режимы 1 и 2), а для образцов, подготовленных по режимам 3–5,

толщина этой зоны увеличивается до ≈ 100 мкм. В присутствии азотированного слоя матрица разрушается вязко, а поверхностный азотированный слой разрушается хрупко — сколом.

На рентгенограммах присутствуют рефлексы от аустенитной фазы и легированного азотом аустенита. Основными фазами в поверхностных слоях азотированной стали являются нитриды Cr_2N , FeN , $\text{Fe}_{(2,3)}\text{N}$ и феррит.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Филиппов М.А., Косицына И.И., Гервасьев М.А. Упрочнение и защита поверхности металлов. — Е.: УрО РАН, 2012. — 225 с.
2. Pong W.P., Tao N.R., Wang Z.B., et. al. // Science. — 2003. — V. 299. — P. 686–688.
3. Tong W.P., et. al. // Surf. and Coat. Tech. — 2008. — V. 202. — P. 4957–4963.
4. Escalada L., Lutz J., Bruhl S.P., at. al. // Surf. and Coat. Tech. — 2013. — V. 223. — P. 41–46.
5. Farokhzadeh K., Qian J., Edrisy A. // Mater. Sci. Eng. A. — 2014. — V. 589. — P. 199–208.
6. Budilov V., Agzamov R., Ramazanov K. // Metal Science and Heat Treatment. — 2007. — V. 49. — Issue 7–8 — P. 358–361.
7. Manova D., Mandl S., Neumann H., at. al. // Surf. and Coat. Tech. — 2014. — V. 256. — P. 64–72.
8. Manova D., Mandl S., Neumann H., at. al. // Surf. and Coat. Tech. — 2007. — V. 201. — P. 6689–6689.

SUMMARY OF THE PROJECT

Mechanical properties and fracture mechanism of austenitic stainless steel after thermomechanical processing and low-temperature ion nitriding were investigated. As a result of investigations: the influence of initial thermo-mechanical treatment of austenite stainless steel following by low-temperature ion nitriding at different gas pressures on mechanical, plastic properties, and fracture mechanism of stable austenitic stainless steel was revealed.

KEYWORDS

Austenitic stainless steel, mechanical properties, plasticity, fracture, deformation, ion nitriding, thermo-mechanical treatment.

ДОКЛАДЧИК

Никулина Юлия Сергеевна
Julia S. Nikulina

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Разработка линзового коллиматора из экструдированного пенополистирола повышенной плотности

ОРГАНИЗАЦИЯ

Новосибирский государственный
технический университет

РЕЗЮМЕ

Реализован сравнительный анализ диэлектриков с точки зрения возможности изготовления из них линзовых коллиматоров, выявлен новый перспективный материал с этой точки зрения — экструдированный пенополистирол. Проведен расчёт величины и оценка характера искажений амплитудно-фазового распределения, возникающих при расфокусировке облучателя. Разработан алгоритм для расчёта фазового распределения в раскрыве коллиматора, составлены справочные таблицы, позволяющие оценить допустимые диапазоны перемещения облучателя для различных материалов. Изготовлен реальный линзовый коллиматор из экструдированного пенополистирола.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Линзовые коллиматоры, измерения антенн, безэховая камера, экструдированный пенополистирол.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Большое значение имеет материал, используемый для изготовления линзовых коллиматоров. Традиционно для изготовления радиолинз использовались материалы с высоким значением относительной диэлектрической проницаемости. Однако данные материалы имеют большую массу, малые допуски на точность изготовления поверхности коллиматора. Последнее весьма сказывается на стоимости коллиматора, так как создает необходимость в использовании для изготовления коллиматоров высокоточных приборов, станков. Какие-либо работы, справочные данные об использовании материалов с низким значением относительной диэлектрической проницаемости для изготовления линзовых коллиматоров отсутствуют. Поэтому одной из решаемых задач станет сравнительный анализ традиционно используемых материалов и материалов с низким значением относительной диэлектрической проницаемости с точки зрения возможности изготовления из них линзовых коллиматоров. При исследовании работы радиотехнических устройств в безэховых камерах источник электромагнитных колебаний (облучатель) может изменять свои координаты. Например, может осуществляться моделирование перемещения излучающего объекта или проверяться возможность пространственной селекции диаграммы направленности (ДН) антенны. Очевидно, что при этом будут наблюдаться искажения амплитудно-фазового фронта в раскрыве коллиматора. В литературе этот вопрос не исследован.

Цель работы: оценить величину и характер искажений амплитудно-фазового распределения, возникающих при его расфокусировке, для одноповерхностного линзового коллиматора, изготовленного из экструдированного пенополистирола.

Для достижения цели, были решены следующие основные задачи:

1. Сравнительный анализ диэлектриков с точки зрения их пригодности для изготовления коллиматоров.
2. Разработка алгоритма расчёта методами геометрической оптики фазового распределения (ФР) в раскрыве радиолинзы для произвольного положения облучателя.
3. Расчёт амплитудного распределения (АР) с учётом коэффициента прохождения.
4. Определение ДН коллиматора по известному амплитудно-фазовому распределению.
5. Оценка величины допустимых отклонений облучателя от положения фокуса в зависимости от материала коллиматора.
6. Разработка по результатам исследований реального линзового коллиматора.

ВВЕДЕНИЕ

Измерения антенн в безэховых камерах отличаются высокой точностью, обеспечивают требование секретности и защиту от радиопомех. Платой за это является их высокая стоимость, которая пропорциональна размерам камеры и может достигать десятков миллионов рублей. Для снижения материальных расходов используют коллиматоры, преобразующие сферический фазовый фронт облучателя в плоский. Область применения коллиматоров является весьма обширной: измерения параметров антенн в радиотехнике, радиолокации, радиосвязи, радиоастрономии и т.д. *Они позволяют сократить расходы на изготовление безэховых камер, стоимость которых может достигать десятков миллионов рублей, в зависимости от требований заказчика, в 4–20 раз!*

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Традиционно для изготовления коллиматоров используются материалы с высоким значением относительной диэлектрической проницаемости: стекло, фторопласт, керамика, полистирол и т.д. Это связано, прежде всего, с тем, что такие материалы (в особенности стекло различных видов) применяются в оптике для изготовления оптических линз.

Весьма новым и перспективным решением является использование для изготовления коллиматоров газонаполненные материалы с низким значением относительной диэлектрической проницаемости.

В качестве примера такого материала в работе рассмотрен экструдированный пенополистирол. Этот материал доступен, имеет низкую стоимость, используется в строительстве в качестве утеплителя.

При расчёте диэлектрических радилинз используют методы геометрической оптики, которые являются приближёнными. При этом предполагается, что размеры раскрыва велики по сравнению с длиной волны, поэтому результаты расчётов не являются абсолютно точными. Поскольку методы геометрической оптики обладают высокой наглядностью, не сложны и обеспечивают хорошее приближение, они нашли широкое применение в радиооптике.

Кроме того, при выполнении проекта использовались методы и подходы: математического моделирования, законы геометрической оптики, геометрической теории дифракции, радиофизики и электродинамики, моделирования в САПР.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Материалы с низким коэффициентом преломления, в частности, экструдированный пенополистирол, обладают высокими допусками на точность изготовления. Это позволяет изготавливать линзовые коллиматоры с меньшей точностью, не используя в производстве специальные высокоточные станки, что снижает себестоимость разработки коллиматора. Использование таких материалов обеспечивает минимальные потери на отражение, что положительно влияет на точность измерений.

Расфокусировка облучателя приводит к следующим искажениям формы фазового фронта. При выносе облучателя из фокуса вдоль главной оптической оси форма фронта искажается, возникают квадратичные фазовые ошибки. При равной абсолютной величине смещения облучателя от положения фокуса в случае приближения облучателя к радилинзе фазовая ошибка возрастает быстрее. При отклонении облучателя от точки фокуса в направлении поперечном главной оптической оси возникают несимметричные искажения фазового фронта. Форма фазового фронта ожидаемо слабо меняется при перемещении облучателя. Искажения наиболее сильны в области линзы, противоположной направлению выноса облучателя. Фазовый фронт в пределах апертуры линзы представляет собой сложную фигуру далекую как от сферы, так и от плоскости. Наблюдается рост как квадратичных, так и кубических фазовых ошибок.

При отклонении облучателя от положения фокуса вдоль главной оптической оси главный лепесток диаграммы направленности (ДН) расширяется, уровень боковых лепестков растёт, происходит замывание нулей ДН. Это объясняется ростом квадратичной фазовой ошибки по раскрытию линзы. По мере отклонения облучателя от положения фокуса в направлении поперечном главной оптической оси, ДН становится не симметричной. Уровень боковых лепестков снижается для углов больших угла выноса и возрастает для углов меньших угла выноса облучателя. Незначительно смещается главный лепесток ДН в направлении облучателя.

Материалы с высоким значением относительной диэлектрической проницаемости обеспечивают более равномерное амплитудное распределение в раскрыве коллиматора.

Были получены справочные таблицы для экструдированного пенополистирола, фторопласта и стекла, позволяющие оценить максимально возможную

величину расфокусировки при различных геометрических размерах коллиматора и фокусного расстояния.

Степень внедрения — в НГТУ в рамках выполнения хозяйственных работ был разработан и изготовлен реальный линзовый коллиматор из экструдированного пенополистирола.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Антенны с электрическим сканированием (Введение в теорию) / О.Г. Вендик, М.Д. Парнес // под ред. Л.Д. Бахраха, М.: САЙНС-ПРЕСС, 2002. — 232 с.
2. Бахрах Л.Д., Кременецкий С.Д., Курочкин А.П., Усин В.А., Шифрин Я.С. Методы измерений параметров излучающих систем в ближней зоне — Л.: Наука, 1985. 272 с.
3. Фрадин А.З., Рыжков Е.В. Измерения параметров антенно-фидерных устройств. Изд. 2-е, доп. М.: Связь, 1972. 352 с.
4. Майзельс Е.Н., Торгованов В.А. Измерение характеристик радиолокационных целей. М.: Советское радио, 1972. — 232 с.
5. Жук М.С., Молочков Ю.Б. Проектирование линзовых, сканирующих, широкодиапазонных антенн и фидерных устройств. М.: Энергия, 1973. 440 с.
6. Зелкин Е.Г., Петрова Р.А. Линзовые антенны — М.: Сов. Радио — 1974. — 280 с.
7. Бахрах Л.Д., Бенинсон Л.С., Зелкин Е.Г. Справочник по антенной технике: Справ. в 5 т. — М. ИПРЖР, 1997.

SUMMARY OF THE PROJECT

Implemented a comparative analysis of dielectrics с point of view, the possibility of manufacturing of these lens collimators, identified a promising new material from this point of view-extruded polystyrene. Spend the calculation of the size and nature of the assessment of distortion of amplitude-phase distribution arising from the irradiator defocusing. The algorithm for calculating the phase distribution in the aperture collimator, compiled reference tables to assess the permissible ranges of movement of feed for different materials. It made a real collimator lens made of extruded polystyrene foam.

KEYWORDS

Lens collimators, measuring antennas, anechoic chamber, extruded polystyrene.

ДОКЛАДЧИК

Панкин Илья Андреевич
Pankin Iliа

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Исследование твердотельных систем хранения водорода in-situ экспериментальными методами с использованием синхротронного излучения и методами многомасштабного компьютерного моделирования

ОРГАНИЗАЦИЯ

Южный федеральный университет

СОАВТОР(Ы) ДОКЛАДА

Гуда Александр Александрович
Солдатов Александр Владимирович

РЕЗЮМЕ

В работе исследуется реакция разложения борогидрида марганца Mn (BH₄)₂ при нагревание образца. Исследуемый образец способен выделить до 10 масс. % при температуре до 150 °С, что делает его перспективным материалом для хранения водорода в твердотельной фазе. Обильное выделение водорода из каркасной структуры приводит к аморфизации материала и нарушению цикличности реакции. Проведено исследование динамики локальной атомной структуры материала в процессе нагревания, определены наиболее вероятные продукты реакции разложения Mn (BH₄)₂ методами спектроскопии рентгеновского поглощения XANES, а также с помощью компьютерного моделирования на основе теории функционала плотности DFT.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Материаловедение, десорбция водорода, твердотельные системы хранения водорода, локальная атомная структура, аморфизация, синхротронное излучение, рентгеновская спектроскопия поглощения XANES, порошковая дифракция XRPD, компьютерное моделирование, теория функционала плотности.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Исследование динамики локальной атомной структуры борогидрида марганца $Mn(BH_4)_2$ в процессе десорбции водорода, методами рентгеновской порошковой дифракции, спектроскопии рентгеновского поглощения XANES, методами многомасштабного компьютерного моделирования на основе теории функционала плотности (DFT — density functional theory):

1. Анализ совокупности экспериментальных данных: порошковой рентгеновской дифракции XRPD, спектров рентгеновского поглощения XANES, термogravиметрического анализа TGA.
2. Использование спектроскопии рентгеновского поглощения XANES, для анализа динамики локальной атомной структуры материала в ближайшем окружении поглощающих атомов Mn. Оценка изменения атомной и электронной конфигурации системы.
3. Моделирование процесса десорбции водорода для исследуемого материала путем «первопринципных» DFT расчетов по оптимизации локальной атомной структуры для моделей с различным содержанием атомов водорода в ячейке. Анализ изменения структуры материала по мере уменьшения концентрации водорода.
4. Определение возможных структурных моделей для плотной фазы системы Mn-B со стехиометрией 1:2 методами эволюционного алгоритма, реализованного в программном комплексе USPEX.
5. Моделирование спектров поглощения для теоретически полученных структурных моделей $Mn(BH_4)_2$ в результате десорбции водорода.

Верификация параметров атомной структуры для полученных моделей: межатомные расстояний и углы связей, объем и форма ячейки. Оценка применения используемых теоретических методов в совокупности с экспериментальными данными XANES спектроскопии и рентгеновской порошковой дифракции для анализа структуры аморфных материалов на примере борогидрида марганца $Mn(BH_4)_2$ в реальных технологических условиях.

ВВЕДЕНИЕ

Пористые материалы со структурой типа цеолита представляют перспективный класс материалов для хранения водорода в твердотельной фазе. Твердотельные системы способны обеспечить безопасный и, что немаловажно для мобильных приложений, компактный способ хранения водорода, минуя создание специфических технологических условий, таких как криогенные температуры и высокие давления (для сжиженной и сжатой фазы). Совместное использование водородных топливных ячеек и твердотельных систем хранения водорода позволяет получить экологически чистые источники энергии. Исследуемый материал $Mn(BH_4)_2$ обладая высокой гравиметрической плотностью H_2 (до 10% масс.) и низкой температуры десорбции водорода демонстрирует плохую цикличность реакции.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Объектом исследования является борогидрид марганца $Mn(BH_4)_2$. При комнатной температуре материал имеет структуру типа цеолита. Атомы марганца расположены в двух кристаллографически неэквивалентных позициях и координированы $[BH_4^-]$ группами. Материал обладает ярко выраженной пористой структурой — каналные поры кардиодной формы расположены вдоль кристаллографической оси C и достигают поперечного размера до 6.5 Å, что позволяет сорбировать водород и небольшие молекулы других газов. Наличие водорода в каркасной структуре увеличивает гравиметрическую плотность

хранения водорода. Для анализа динамики локальной атомной структуры исследуемого материала в настоящей работе были использованы как экспериментальные с использованием синхротронного излучения, так и теоретические методы. Для анализа фазы вероятных продуктов реакции разложения в результате десорбции водорода были измерены рентгеновские порошковые дифрактограммы. Уширение дифракционных максимумов свидетельствует об аморфизации материала. В связи с чем для анализа локальной атомной использовалась спектроскопия рентгеновского поглощения XANES — методика чувствительная как к изменению в локальном окружении поглощающих атомов, так и к изменению электронной структуры материала. В качестве комплементарных методов были использованы методы теоретического моделирования спектров XANES, а также квантово-химический пакет VASP 5.3 для моделирования структурных моделей возможных продуктов реакции разложения.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Проведено исследование процесса десорбции водорода для борогидрида марганца $Mn(BH_4)_2$, индуцированного нагреванием образца. В Европейском Центре Синхротронных Исследований ESRF, на линии SNBL-01b проведены измерения порошковых дифрактограмм XRPD, а также спектров рентгеновского поглощения XANES за K-краем Mn в in-situ режиме в атмосфере вакуума в температурном интервале, соответствующем температуре десорбции водорода. При температуре порядка 120 °C дифракционные максимумы претерпевают существенное уширение и образуют широкое гало, соответствующее аморфной фазе. Существенные изменения наблюдаются также в спектрах поглощения XANES в интервале 120–150 °C. Термогравиметрический анализ TGA указывает на скачкообразное уменьшение массы образца до 10 масс. % в аналогичном температурном интервале. Совокупность экспериментальных данных свидетельствует, что при нагревании образца наблюдается фазовый переход, сопровождающийся обильным выделением водорода, что приводит к деградации исходного материала: снижению цикличности реакции заряда/разряда или полностью необратимому термическому разложению борогидрида марганца. В ходе анализа экспериментальных данных была дана оценка области когерентного рассеяния по уширению пиков рентгеновских дифрактограмм. Анализ спектров поглощения XANES, согласно полуэмпирическому правилу Наттоли, позволяет предсказать уменьшение межатомных расстояний в локальном окружении атомов марганца на 15–20% в результате нагрева образца и десорбции водорода. Теоретическое моделирование спектров поглощения XANES за K краем Mn для различных борогидридов марганца, а также их дальнейший фитинг с учетом металлической фазы, позволяют заключить, что наиболее вероятными продуктами реакции термического разложения $Mn(BH_4)_2$ являются металлический марганец наряду с марганцем в аморфной форме: Mn_2B , MnB и MnB_4 . При этом по результатам фитинга весовых коэффициентов спектров установлено, что концентрация металлической фазы не превышает 30%. С целью исследования динамики локальной атомной структуры материала в процессе десорбции водорода, в программном комплексе VASP 5.3 проведены «первопринципные» расчеты по оптимизации атомной структуры для структурных моделей с различным содержанием атомов водорода в ячейке. По результатам моделирования, установлено, что с уменьшением концентрации водорода наблюдается существенное уменьшение объема ячейки, сопровождающееся коллапсом пористой структуры. Методом эволюционного алгоритма реализованного в программном пакете USPEX получены структурные модели плотной фазы системы MnB со стехиометрией 1:2. Для полученных теоретически структурных моделей проведены расчеты XANES спектров за K-краем Mn. По результатам сравнения с экспериментальными данными проведена верификация структурных параметров: длин и углов связей (Mn-Mn, Mn-B), а также объема и формы ячейки.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. L. S. A. Züttel†, NATURE 414 (2001)
2. R. A. Varin, L. Zbroniec, M. Polanski, Y. Filinchuk, and R. Černý, International Journal of Hydrogen Energy 37 (2012) 16056.

3. V. Ban, A.V. Soloninin, A.V. Skripov, J. Hadermann, A. Abakumov, and Y. Filinchuk, *The Journal of Physical Chemistry C* 118 (2014) 23402.
4. H.H. Godwin Severa, *,‡ Moïse Longhini,‡ Jakub W. Kaminski,‡ and a. C.M. J. Tomasz A. Wesolowski, †, *J. Phys. Chem.* 114 (2010) 15516.
5. D.M. F. Santos and C.A. C. Sequeira, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 15 (2011) 3980.
6. A.В. Солдатов, *Соросовский образовательный журнал* (1998) 101.
7. Y. Liu, Y. Zhang, H. [7] H. Kou, G. Sang, Z. Huang, W. Luo, L. Chen, X. Xiao, C. Hu, and Y. Zhou, *International Journal of Hydrogen Energy* 39 (2014) 7050.
8. K. Burke, J. Werschnik, and E.K. U. Gross, *The Journal of Chemical Physics* 123 (2005) 062206.

SUMMARY OF THE PROJECT

The material under study is borohydride of manganese Mn (BH₄)₂. The unique thermodynamics and kinetic properties in combination with high volumetric and gravimetric hydrogen densities make this compound a very promising candidate to solid state hydrogen storage. Gravimetric capacity, temperature of desorption and cycling ability are the main requirements for hydrogen storage material. Mn (BH₄)₂ among all other transition complex borohydrides is stable at room temperature. The hydrogen release process is observed at low temperature and pressure and up to 10 mass % of hydrogen can be released at the temperature range from 120 °C to 160 °C. The main obstacles is reversibility problem. The aim of the study is determination of possible decomposition reaction products using both experimental and theoretical techniques. X-ray diffraction, TGA and XANES Mn K-edge data obtained at the temperature range from 120 to 160 C clearly reveal that phase transition which is accompanied abundant hydrogen release as well as amorphisation process were observed. Ab-initio structural optimization for the model of unit cell with a different hydrogen concentration showed a collapse of porous structure during hydrogen desorption. From the other hand the most stable structural models for dense Mn-B system were obtained using evolutionary algorithm implemented in USPEX code. For the low-energy models obtained by both methods XANES Mn K-edge simulation were done. Theoretical spectra in a good agreement with experimental curve at 140 °C. Thus the formation of dense amorphous phase of manganese borane was proved. Averaged Mn-Mn, Mn-B distance, volume and shape of the unit cell were determined. Described technique can be used for other kinds of porous materials, for example to study active sites of functionalized metal-organic frameworks (MOFs).

KEYWORDS

Hydrogen storage, hydrogen desorption, material science, power engineering, synchrotron radiation, X-ray absorption, X-ray powder diffraction, density functional theory, computer modeling.

ДОКЛАДЧИК

Пономарев Виктор Андреевич
Ponomarev Viktor

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Использование бора в качестве легирующего компонента для придания антибактериальных свойств биоактивным покрытиям TiCaPCON

ОРГАНИЗАЦИЯ

Национальный
исследовательский
технологический университет
МИСиС

РЕЗЮМЕ

Для замены поврежденной ткани в современной медицине используются разнообразные имплантаты. В зависимости от предъявляемых требований материал имплантата может быть биосовместимыми, как в работах, биоактивными и биорезорбируемыми. Основная часть применяемых на данный момент имплантатов изготавливается из титана и его сплавов. Для повышения био-

активности существующих титановых сплавов применяются различные покрытия, такие как TiCaPCON. Придание покрытиям биосовместимых свойств, а в дальнейшем и антибактериальных является современным направлением развития имплантологии и материаловедения.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Материаловедение, наноматериалы, покрытия, антибактериальность, биоактивность.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Цель заключается в придании покрытиям для имплантатов антибактериальных свойств без ущерба их биоактивности. Задача состоит в подборе легирующего компонента обладающего антибактериальной активностью.

ВВЕДЕНИЕ

Для повышения механических и биологических свойств поверхности имплантатов были разработаны покрытия TiCaPCON. Основа покрытий — нанокристаллическая фаза Ti(CN). За счёт легирования P и Ca данные материалы стимулируют рост остеобластов на поверхности. Развитие данных покрытий заключается в придании им ограниченных во времени антибактериальных свойств. Для этого покрытия TiCaPCON ранее легировали антибактериальным компонентом Ag. Однако при осаждении покрытий TiCaPCON+Ag возникают неравномерное распределение серебра в приповерхностных слоях. Новизна данной работы — использование бора в качестве антибактериального компонента, который в определенных концентрациях демонстрирует антибактериальный эффект.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Покрытия наносились методом магнетронного распыления мишеней TiC–CaO–Ti₃PO (x) и TiB₂, полученных методом СВС. Осаждение покрытия осуществлялось на титан VT1-0 и пластину кремния (100). Подложки были установлены на расстоянии 80 мм от мишеней, напыление происходило в среде Ar с 10% N в течение 40 минут. Ток на мишени TiC–CaO–Ti₃PO (x) составлял 2 А, а ток на мишени TiB₂ изменялся в диапазоне 1–1,4 А. При этом содержание бора составляло от 8 до 15%. Полученные покрытия были исследованы методами XRD, SEM-EDS, TEM, GDOES и FTIR, была измерена твердость и износостойкость.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Показано, что покрытие TiCaPCON+B обладает нанокристаллической двухфазной структурой на основе Ti(C,N) и TiB₂ с размером кристаллитов 5–20 нм. В физиологическом растворе первые 3 дня наблюдается антибактериальный эффект, убывающий во времени. Методом FTIR определено наличие оксидов и гидроксидов бора, которые, вероятно, обеспечивают антибактериальные свойства. В то же время, пролиферация остеобластов соответствовала уровню характерному для TiCaPCON. На основе полученных результатов можно заключить, что легирование бором придает антибактериальные свойства покрытиям, сохраняя механические и биологические показатели на высоком уровне.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Update on human health effects of boron
2. Enhanced hydrophilicity and in vitro bioactivity of porous TiO₂ film through the incorporation of boron
3. Boron regulates mineralized tissue-associated pro-teins in osteoblasts (MC3T3-E1)
4. Influences of glycerol as an efficient doping agent on crystal structure and antibacterial activity of B-TiO₂ nano-materials

5. Preparation and characterization of boron-doped titania nano-materials with antibacterial activity
6. Trends in non-metal doping of anatase TiO₂: B, C, N and F
7. Study on photocatalytic activity of boron doped TiO₂ Catalyst (TiO_{2-x}B_x)
8. Characterization of titanium — boron binary oxides and their photocatalytic activity for stoichiometric decomposition of water.

SUMMARY OF THE PROJECT

To improve the mechanical and biological properties of the implant surface TiCaPCON coatings have been developed. Base coatings — phase nanocrystalline Ti(C,N). Due to the doping of P and Ca these materials stimulate the growth of osteoblasts on the surface. The development of these coatings consists in giving them time-limited antibacterial properties. For this cover TiCaPCON previously doped with antibacterial components Ag. However, in the deposition of coatings TiCaPCON + Ag having an uneven distribution of silver in the surface layers. The novelty of this work — the use of boron as an antibacterial component, which in certain concentrations exhibits an antibacterial effect. The coatings were deposited by magnetron sputtering targets TiC-CaO-Ti₃PO (x) and TiB₂, obtained by SHS method. Deposition of the coating occurred at VT1-0 titanium and silicon plate (100). Substrates were mounted on a distance of 80 mm from the target in the sputtering occurred Ar medium with 10% N for 40 minutes. Current on TiC-CaO-Ti₃PO (x) target was 2 A, and the current on the target TiB₂ changed in the range 1–1.4 A. Thus the boron content is from 8 to 15%. The coatings were investigated by XRD, SEM-EDS, TEM, GDOES and FTIR, was measured hardness and wear resistance. It is shown that the coating TiCaPCON + B has the nanocrystalline structure on the basis of two-phase Ti (C, N) and TiB₂ with grain size of 5–20 nm. The saline first 3 days observed antibacterial effect, decreasing in time. FTIR method determined the presence of boron oxides and hydroxides, which are likely to provide antibacterial properties. At the same time, the proliferation of osteoblasts corresponded to the level characteristic of TiCaPCON. It can be concluded on the basis of the results that doping with boron gives the antibacterial properties of the coating, while maintaining mechanical and biological indicators at a high level.

KEYWORDS

Materials science, nanomaterials, coatings, antibacterial activity, bioactivity.

ДОКЛАДЧИК

Попов Евгений Сергеевич
Popov Evgeny

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Изучение влияния термической обработки на структуру и твердость покрытий, полученных методом сверхзвукового напыления с интенсификацией процесса лазерным излучением

ОРГАНИЗАЦИЯ

Казанский национальный
исследовательский технический
университет
им. А. Н. Туполева-КАИ

РЕЗЮМЕ

Изучено влияние термообработки в муфельной печи на покрытия, созданные с помощью сверхзвукового напыления с интенсификацией процесса лазерным излучением. Установлено, что термообработка при 400 °С снижает остаточные напряжения и выравнивает среднее значение микротвердости покрытия. Термообработка при 800 °С уменьшает среднее значение микротвердости, тем самым увеличивает пластичность покрытия и снижает влияние наклепа.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Наплавка, напыление, лазер, микротвердость, прочность.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Изучить структуру и свойства покрытий нержавеющей стали марки 316L, получаемых с помощью сверхзвукового напыления с интенсификацией процесса лазерным излучением. Изучить влияние термообработки с разными режимами на данные покрытия с дальнейшим внедрением данного метода в различные сферы производства.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время прогресс в машиностроении и медицине набирает все большие обороты. Становятся востребованными и методы аддитивного производства как в российском, так и зарубежном производствах.

Одним из таких методов является сверхзвуковое напыление с интенсификацией процесса лазерным излучением. Данный метод позволяет получать за считанные секунды многослойные покрытия, наносимые на подложку металлическим порошком с одновременным воздействием лазерного излучения.

Наряду с этим повышенный интерес проявляется к нержавеющей стали марки 316L. Данный материал хорошо себя зарекомендовал и в медицине, и в машиностроении.

Данный метод малоизучен, и вопросы, связанные с формированием покрытия, их структуры и свойств остаются открытыми.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

С помощью системы сверхзвукового напыления с интенсификацией процесса лазерным излучением были получены образцы с покрытиями из нержавеющей стали марки 316L и средним размером фракции ~45мкм на подложку из среднеуглеродистой стали. Данные образцы были подвержены термической обработке при разных температурах: 400, 800, 1000 °C в течении одного часа. Затем проводились замеры микротвердости и после травления была просмотрена микроструктура.

Нанесение покрытия производилось методом сверхзвукового лазерного напыления. Установка, используемая в данном исследовании состоит из системы подачи нагретого газа под высоким давлением, системы подачи порошка, блоком управления движением, лазерного модуля и пирометра, как изображено на рис. 1.

Процесс нанесения покрытия данной установкой заключается в подаче газа под высоким давлением из баллонов в нагревательный элемент, после чего происходит смешивание газа и порошка, который подается отдельно из соответствующего модуля, в смесительной камере. В результате чего, весь поток газопорошковой смеси выходит из сопла Лавалю со сверхзвуковой скоростью и направляется к поверхности подложки. Сверхзвуковой поток, одновременно с лазерным излучением, длина волны луча которого составляет 1070 нм и мощность ~3 кВт, воздействуют на поверхность подложки, в следствии чего образуется покрытие из нужного материала.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Основываясь на диаграммах, построенных по данным, полученным после замера микротвердости, можно видеть, что, относительно исходного образца, термообработка в муфельной печи при 400 °C приводит к снижению остаточных напряжений по площади сечения покрытия, тем самым сводя к минимуму образование резких перепадов значений твердости от максимума к минимуму.

Так же видно на рис. 2, что термообработка при 800 °C приводит к значительному снижению среднего значения микротвердости. Такое снижение может свидетельствовать о закономерном повышении пластичности покрытия при одновременном падении расчетного предела прочности. Однако, адгезионная прочность, предположительно, понижается из-за образования крупных зерен в микроструктуре подложки (рис. 3).

При 1000 °С можно видеть повышение микротвердости относительно 800 °С, что в свою очередь говорит о небольшом понижении пластичности всего покрытия, но при этом повышается расчетный предел прочности. Тем самым, можно сказать, что термообработка в муфельной печи при 1000 °С является предельной, и в этом случае, предположительно, происходит выделение карбидных фаз по границам аустенитных зерен, что может привести к образованию охрупчивания и межкристаллитной коррозии.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Горунов А.И., Попов Е.С., Гильмутдинов А.Х. Формирование покрытий из нержавеющей сталей аддитивным методом сверхзвуковой лазерной наплавки // В сборнике: Аддитивные технологии: настоящее и будущее материалы II Международной конференции. ФГУП «ВИАМ» ГНЦ РФ. 2016. С. 34.
2. Горунов А.И., Гильмутдинов А.Х. Упрочнение и наплавка волоконным лазером как способы целенаправленного формирования структуры и свойств титанового сплава ВТ6 // Известия вузов. Порошковая металлургия и функциональные покрытия. — 2015 No. 4. — С. 40–44. DOI:10.17073/1997-308X-2015-4-40-44.
3. Amend P., Hentschel O., Scheitler K, Gorunov A. I., Schmidt M. Effect of additive manufactured metallic structures on laser-based thermal joining of thermoplastic metal hybrids // Key Engineering Materials Vols. 651–653 (2015) pp 777–782.

SUMMARY OF THE PROJECT

The effect of heat treatment in a muffle furnace in the coating by using a supersonic spraying with the intensification of the process of laser radiation. It is found that the heat treatment at 400 °S reduces residual stresses and levels average microhardness of the coating. Heat treatment at 800 °S reduces the average value of the microhardness, thereby increasing the ductility of the coating and reduces the effect of hardening.

KEYWORDS

Cladding, sputtering, laser, micro-hardness, toughness.

ДОКЛАДЧИК

Разумов Михаил Игоревич
Razumov Mikhail

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Методы получения порфрин-фталоциан содержащих материалов для электронных устройств

ОРГАНИЗАЦИЯ

Ивановский государственный
химико-технологический
университет

РЕЗЮМЕ

В данной работе получен следующий ряд гетеропорфиринов по методике конденсации прекурсора (тиофен-2,5-диилбис(фенилметанол)а и фуран-2,5-диилбис(фенилметанол)а) с пирролом и соответствующим бензальдегидом: тетрафенилтиапорфирин и тетрафенилоксапорфирин соответственно. Также по реакции сульфирования по пара-положениям фенильных колец получены их сульфированные производные. В качестве побочных продуктов получены тетрафенилдитиапорфирин и тетрафенилдиоксопорфирин. Их структура подтверждена методом ¹H-ЯМР спектроскопии.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Макрогетероциклы, синтез, гетеропорфирины, микроэлектроника.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Синтез ряда соединений с заданной структурой, подтверждение их структуры, исследование спектральных свойств полученных макрогетероциклов.

ВВЕДЕНИЕ

Современные материалы микроэлектроники представляют собой результат многолетнего сотрудничества технологии и науки. Всё больше внимания уделяется использованию высокотехнологичных процессов для достижения максимальной эффективности. Стремительно развиваются междисциплинарные отношения, научные направления перестают быть обособленными и происходит пересечение на стыке нескольких наук, что в результате даёт иные результаты. Микроэлектроника движется навстречу органической химии, привлекая к использованию новые электропроводящие материалы на основе макрогетероциклов. Порфириноподобные макроциклы наиболее перспективны среди множества гетероциклических соединений за счет легкости химической модификации их структуры.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Мезо-Тетрафенилтиапорфирин (STPP) был синтезирован по известной методике. Для получения прекурсора Тетрагидрофуран (ТГФ) охлаждали до $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$, затем Тиофен соединяли с ТГФ, раствор Бутиллития по капле добавляли к смеси, нагревали и добавляли охлажденный до $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ Бензальдегид, добавляли Хлорид Аммония для обрыва реакции. Промывали и разделяли продукты методом Колоночной хроматографии. Выход: 42,4%.

Для синтеза макроцикла в трёхгорлой круглодонной колбе, подключённой к вакуумной линии откачки, в Дихлорметане растворяли Пиррол, Бензальдегид, трифторид брома и прекурсор, добавляли Хлоранил. Добавляли Хлорид меди (II) и нагревали. Разделяли продукты методом Колоночной хроматографии. Производили декомплексацию. Выход: 15,7%.

В качестве побочного продукта был выделен дитиапорфирин. Выход: 3,2%.

мезо-Тетрафенилоксопорфирин (OTPP) был синтезирован по известной методике, схожей с методикой получения STPP. Выход прекурсора: 26,7%. Выход макроцикла: 8,3%.

мезо-тетра(п-сульфофенил) тиапорфирин (T(SO₃HP)SP) был синтезирован по известной методике. Для этого Тиапорфирин растворяли в хлороформе, затем медленно добавляли Хлорсульфовую кислоту. Смесь нагревали при перемешивании до выделения зеленоватого газа. Добавляли ледяную воду для разложения остатков кислоты, смесь охлаждали до $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Осадок промывали ледяной водой. Выход: 98,3%.

мезо-тетра(п-сульфофенил) оксопорфирин (T(SO₃HP)OP) был синтезирован по аналогии с методикой, предложенной для T(SO₃HP)SP. Выход: 94,1%.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Анализ литературных данных показал, что введение объёмных заместителей в *мезо*- и *b*-пиррольные положения порфиринового макроцикла нарушает плоскостное строение молекулы. Физико-химические исследования целого ряда стерически искажённых порфиринов выявили прямую корреляцию между степенью непланарности порфиринового макроцикла и свойствами этих соединений. Еще большего эффекта искажения можно добиться путем изменения строения координационного узла макроцикла.

Замена одного внутрициклического на атом кислорода будет способствовать не только геометрическому искажению координационного узла порфиринового макроцикла, но и изменению его реакционной способности, за счет отсутствия одного атома водорода.

На первом этапе работы был осуществлен синтез OTPP. В отличие от синтеза тетрафенил порфирина для конденсации с пирролом кроме бензальдегида необходим источник фурановых фрагментов. Для этого на первом этапе по схеме 3.1 путем конденсации бензальдегида и фурана в присутствии бутиллития синтезирован фуран-2,5-диилбис(фенилметанол)

Выход конечного продукта после очистки от реакционной массы составляет 26–27%. Достаточно высокий выход конечного альдегида обусловлен контро-

лированием процесса реакции, что не позволяет ей обрываться на стадии образования фуран-2-ил(фенил) метанола.

Выход порфирина составил 8–9%, что отражает низкую селективность процесса. При этом следует обратить внимание, что реакционная активность фуран-2,5-диилбис(фенилметанол) а достигается введением в систему трифторида бора для образования промежуточного интермедиата.

Строение полученного макроцикла доказано с помощью спектроскопии ЯМР. На рисунке 3.1 в ^1H ЯМР спектре зарегистрированы сигналы: δ_{H} 7.67 м. д., характерный для протонов в мета- и пара-положениях фенильного кольца; 8.09т м. д., характерный для протонов в орто-положениях фенильного кольца; 8.46d м. д. (JAB=4.12 MHz) и 8.52d (JAB=4.12MHz), характерные для протонов в β -положениях пирролиинового кольца; 8.80s м. д., характерный для протона в β -положении пиррольного кольца; 9.10s м. д., характерный для протона в β -положении фуранового кольца.

Очевидно, что конденсация может проходить с участием двух молекул фуран-2,5-диилбис(фенилметанол)а.

В данном случае процессом конденсации является симметричный дикосотетрафенилпорфирин.

Увеличение размера гетероатома путем перехода от фуранового к тиофеновому гетероциклу повышает реакционную способность альдегида в процессе конденсации, что приводит к повышению выхода целевого продукта.

При конденсация тиофен-2,5-диилбис(фенилметанол)а с пирролом и бензойной кислотой образуется STPP с выходом 15–17%.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Pandian, P. Spectroscopic studies on monomers and dimers of thiaporphyrins / R. P. Pandian, D. Reddy, N. Chidambaram, T.K. Chandrashekar // S.-Chem. Sci. — 1990. — V. 102, №.3. — P. 307–318.
2. Chmielewski, P. Studies of the reduction of the nickel (II) complex of 5,10,15,20-tetraphenyl-21-thiaporphyrin to form corresponding nickel (I) complexes / Piotr Chmielewski, Maria Grzeszczuk, Lechoslaw Latos-Grazynski, Jerzy Lisowski // Inorg. Chem. — 1989. — V. 28, №.18. — P. 3546–3552.
3. Martynov, A. G. Crown-Substituted Phthalocyanines-Components of Molecular Ionoelectronic Materials and Devices / A.G. Martynov, Yu.G. Gorbunova, A. Yu. Tsivadze // Russian Journal of Inorganic Chemistry. — 2014. — V. 59, №.14. — P. 1635.
4. Smith, M. Kevin Development of porphyrin syntheses // New J. Chem. — 2016. — Advance article.

SUMMARY OF THE PROJECT

In this work the following series of heteroporphyrines was obtained by the method of condensation of the precursor (thiophene-2,5-diilbis (phenylmethanol) and furan-2,5-diilbis (phenylmethanol)) with pyrrole and the corresponding benzaldehyde: tetraphenylthiaporphyrin and tetraphenyloxaporphyrin respectively. Also their sulfonated derivatives were obtained by the sulfonation reaction in the para position of the phenyl ring. Tetraphenyldithiaporphyrin and tetraphenyldioxaporphyrin were obtained as a by-product. Their structure was confirmed by ^1H -NMR spectroscopy.

KEYWORDS

Macroheterocycles, synthesis, heteroporphyrins, microelectronics.

ДОКЛАДЧИК

Сафаева Диана Радиковна
Safaeva

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Получение нанопорошка нитрида бора методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза с использованием неорганических азидов

ОРГАНИЗАЦИЯ

Самарский государственный
технический университет

СОАВТОР(Ы) ДОКЛАДА

Титова Юлия Владимировна

РЕЗЮМЕ

С 1970 года в СамГТУ разрабатывается азидная технология самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС-Аз), которая позволяет получать микро- и нанопорошки нитридов и композиций на их основе при использовании порошка азиды натрия NaN_3 в качестве азотирующего реагента и галоидных солей. В данной работе в качестве исходных компонентов вместо порошка чистого элемента бора использованы комплексные галоидные соли азотируемого элемента и твердого азотирующего компонента азиды натрия, которые в совокупности позволяют проводить реакции в газовой фазе и синтезировать нановолокна и нанопорошки нитрида бора.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Нанопорошок, нитрид бора, самораспространяющийся высокотемпературный синтез (СВС), азидная технология.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Цель: исследование возможности получения и определение условий синтеза нанопорошка нитрида бора методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза в условиях лабораторного реактора с применением галоидных солей и неорганических азидов.

Задачи:

- установление некоторых основных закономерностей горения азидных систем СВС для синтеза нитрида бора;
- исследование зависимости чистоты конечных продуктов при проведении химического анализа от количественного соотношения компонентов в исходной шихте;
- нахождение оптимальной системы для синтеза нитрида бора.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время известно несколько способов получения порошка нитрида бора: печной синтез, плазмохимический синтез, химическое осаждение из газовой фазы и др. Но эти способы связаны с большим потреблением электроэнергии, получаемые порошки имеют дефектную структуру. От таких недостатков свободен метод самораспространяющегося высокотемпературного синтеза тугоплавких соединений, для которого характерны низкие затраты электроэнергии, малая продолжительность процесса, высокая чистота продуктов, возможность получения новых соединений, которые трудно синтезировать с использованием других методов, широкие возможности регулирования дисперсной структуры порошков: от монокристаллических зерен до наноразмерных частиц.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Для синтеза нитрида бора в режиме СВС-Аз были составлены следующие уравнения химических реакций:

1. $\text{NH}_4\text{BF}_4 + 4\text{NaN}_3 = \text{BN} + 4\text{NaF} + 2\text{H}_2 + 6\text{N}_2$
2. $2\text{NH}_4\text{BF}_4 + 4\text{NaN}_3 = 2\text{BN} + 4\text{NaF} + 4\text{HF} + 6\text{N}_2 + 2\text{H}_2$
3. $3\text{NH}_4\text{BF}_4 + 4\text{NaN}_3 = 3\text{BN} + 4\text{NaF} + 8\text{HF} + 2\text{H}_2 + 6\text{N}_2$

4. $4\text{NH}_4\text{BF}_4 + 4\text{NaN}_3 = 4\text{BN} + 4\text{NaF} + 12\text{HF} + 6\text{N}_2 + 2\text{H}_2$
5. $5\text{NH}_4\text{BF}_4 + 4\text{NaN}_3 = 5\text{BN} + 4\text{NaF} + 16\text{HF} + 6\text{N}_2 + 2\text{H}_2$
6. $\text{KBF}_4 + 3\text{NaN}_3 = \text{BN} + 3\text{NaF} + \text{KF} + 4\text{N}_2$
7. $2\text{KBF}_4 + 3\text{NaN}_3 = 2\text{BN} + 3\text{NaF} + 2\text{KF} + 3,5\text{N}_2 + 3\text{F}$
8. $3\text{KBF}_4 + 3\text{NaN}_3 = 3\text{BN} + 3\text{NaF} + 3\text{KF} + 3\text{N}_2 + 6\text{F}$
9. $4\text{KBF}_4 + 3\text{NaN}_3 = 4\text{BN} + 3\text{NaF} + 4\text{KF} + 2,5\text{N}_2 + 9\text{F}$
10. $5\text{KBF}_4 + 3\text{NaN}_3 = 5\text{BN} + 3\text{NaF} + 5\text{KF} + 2\text{N}_2 + 12\text{F}$
11. $\text{B} + \text{NH}_4\text{BF}_4 + 4\text{NaN}_3 = 2\text{BN} + 4\text{NaF} + 2\text{H}_2 + 5,5\text{N}_2$
12. $1,5\text{B} + \text{NH}_4\text{BF}_4 + 4\text{NaN}_3 = 2,5\text{BN} + 4\text{NaF} + 2\text{H}_2 + 5,25\text{N}_2$
13. $3\text{B} + \text{NH}_4\text{BF}_4 + 4\text{NaN}_3 = 4\text{BN} + 4\text{NaF} + 2\text{H}_2 + 4,5\text{N}_2$
14. $6\text{B} + \text{NH}_4\text{BF}_4 + 4\text{NaN}_3 = 7\text{BN} + 4\text{NaF} + 2\text{H}_2 + 3\text{N}_2$
15. $\text{NH}_4\text{BF}_4 + 4\text{NaN}_3 + 12\text{B} = 13\text{BN} + 4\text{NaF} + 2\text{H}_2$

Для определения возможности горения азидных СВС-систем для получения нитрида бора, максимальных адиабатических температур горения использован термодинамический анализ с помощью компьютерной программы «Thermo». Расчёт компонентов исходных шихт для синтеза по уравнениям химических реакций произведён с помощью компьютерной программы «Stehio». Изучение процесса синтеза порошка нитрида бора в режиме СВС-Аз, измерение линейных скоростей и максимальных температур горения произведено в лабораторном реакторе СВС-Аз постоянного давления с рабочим объемом 4,5 литра. Анализ синтезируемых веществ произведен при помощи рентгенофазового (порошковый рентгеновский дифрактометр ARL E'trA-138) и микроструктурного (растровый электронный микроскоп «Jeol») анализа.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

На основании проведенных исследований по настоящей работе можно сделать следующие выводы:

1. Рассмотрены основные способы получения нитрида бора. Подробно описана классическая технология самораспространяющегося высокотемпературного синтеза и азидная технология СВС, как основной способ, на котором базируются исследования настоящей работы. Указывается актуальность использования в процессах горения неорганических азидов (NaN_3) и галоидных солей азотируемого элемента (NH_4BF_4 , KBF_4).
2. Выбраны системы «тетрафторборат аммония — азид натрия», «тетрафторборат калия — азид натрия» и «бор — азид натрия — тетрафторборат аммония» для исследования процесса получения порошка нитрида бора по азидной технологии СВС. Рассмотрены основные характеристики исходного сырья, предназначенного для получения порошка нитрида бора. Выбраны методики проведения синтеза с использованием азидов натрия и галоидных солей, измерения линейных скоростей и максимальных температур горения, изучения синтезированного целевого нитрида.
3. На основании проведенных термодинамических расчетов сделан вывод о том, что практически все выбранные системы СВС-Аз способны к самостоятельному горению. Наличие атомарного азота, активного бора, образовавшегося в результате разложения азидов натрия и галоидных солей, является предпосылкой положительного результата синтеза нитрида бора по азидной технологии СВС. При этом реакция образования нитрида бора предположительно протекает в парогазовой фазе.
4. Использование системы «тетрафторборат аммония — азид натрия» в процессе СВС-Аз позволило получить наноструктурированный порошок нитрида бора с диаметром частиц 100–200 нм.

5. Использование системы «бор — азид натрия — тетрафторборат аммония» в процессе СВС-Аз позволило получить микропорошок нитрида бора с диаметром частиц от 400 нм до 1,5 мкм.

Полученные результаты работы, равно как и предлагаемые системы, ранее не изучались и являются новыми. Результаты работы на XL самарской областной студенческой научной конференции в подсекции «Физика твердого тела» областной студенческой научной конференции в секции «Физика твердого тела», завоевав I место; на VI Международной научно-инновационной молодежной конференции «Современные твердофазные технологии: теория, практика и инновационный менеджмент», завоевав I место; на VI межрегиональной научно-технической конференции молодых специалистов, студентов и школьников «Будущее города — в профессионализме молодых».

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Амосов, А. П. Азидная технология самораспространяющегося высокотемпературного синтеза микро- и нанопорошков нитридов. [Текст] / А. П. Амосов, Г. В. Бичуров М.: Машиностроение — 1, 2007. — 526 с.
2. Бичуров, Г. В. Азидная технология самораспространяющегося высокотемпературного синтеза микро- и нанопорошков нитридных композиций [Текст]: Монография / Г. В. Бичуров, Л. А. Шиганова, Ю. В. Титова. — М.: Машиностроение, 2012. — 519 с. — ISBN — 978-5-94275-658-1.
3. Мержанов, А. Г. Проблемы горения в химической технологии и металлургии. — Успехи химии [Текст] / А. Г. Мержанов. 1976. — № 45. — Вып. 5. — С. 827–848.
4. Самсонов Г. В., Лютая М. Д., Гончарук А. Б. Физика и химия нитридов. — Киев: Наукова думка, 1968. — 180 с.

SUMMARY OF THE PROJECT

The nano-sized powders of boron nitride (BN) are of great interest for use in heavy engineering, ferrous and nonferrous metallurgy, automotive, mining, microelectronics and computer technology. However, currently available methods of obtaining nanopowders boron nitride which would be characterized by a high purity and relatively low cost. Azide SHS Technology (SHS-Az) allows the combustion mode to obtain a microfine powder and ultra-BN. An urgent task is to study the possibilities of using SHS-Az technology for nano boron nitride. Very attractive that nanopowder BN brand SHS-Az can be 2 times cheaper than similar nanopowder plasma chemical synthesis. The paper as the starting powder components instead of pure element complex boron halides used nitriding element and solid sodium azide component, which together will conduct a gas phase reaction, and synthesizing nanopowders and nanofibers of boron nitride. To determine the possibility of combustion of azide SHS systems for boron nitride, maximum adiabatic combustion temperatures, the thermodynamic analysis used by a computer program «Thermo». Calculation of the components of the initial feedstock for the synthesis according to the equations of chemical reactions promoted by a computer program «Stehio». Study of boron nitride powder synthesis process in the SHS-Az mode, the measurement of linear velocity and the maximum temperature of combustion produced in a laboratory reactor SHS-Az constant pressure with a displacement of 4.5 liters. Analysis of the synthesized substances produced with the help of X-ray (powder X-ray diffractometer ARL E'trA-138) and microstructure (scanning electron microscope «Jeol») analysis.

KEYWORDS

Nanopowder, boron nitride, self-propagation hightemperature synthesis method, sodium azide.

ДОКЛАДЧИК

Сидельникова Юлия
Александровна
Sidelnikova Julia

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Повышение качества штамповой оснастки при изготовлении деталей самолёта

ОРГАНИЗАЦИЯ

Воронежский государственный
технический университет

РЕЗЮМЕ

Рассмотрен процесс формообразования деталей кабины самолёта с предварительным нагревом заготовки. Выявлены браковочные признаки, возникающие при формообразовании деталей с нагревом. Разработан способ повышения стойкости штамповой оснастки методом борирования, обеспечивающий повышение твёрдости до 1500HV и стойкости штамповой оснастки в 4–10 раз.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Борирование, штамп, стойкость.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Цель работы: является изучение влияния борирования и способа его нанесения на поверхность штампа, определение марки стали, изучение процесса формообразования деталей самолёта с предварительным нагревом заготовки, выявление браковочных признаков, возникающих при формообразовании деталей с нагревом. Задачи для достижения заданной цели: проведение экспериментальных исследований на образцах по режиму соответствующему нанесению бора на поверхность матрицы, определение твёрдости поверхности испытываемых образцов методом Роквелла.

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность: повышение стойкости матрицы и пуансона методом борирования, что обеспечивает снижение трудоёмкости изготовления за счёт уменьшения количества штамповой оснастки, при этом при формообразовании деталей по новой технологии улучшается качество поверхности деталей.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Метод борирования, рассматриваемый материал 5XNM.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Способ повышения стойкости штамповой оснастки методом борирования, обеспечивающий повышение твёрдости до 1500HV и стойкости штамповой оснастки в 4–10 раз. Актуально для внедрения в авиационное производство.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Технология изготовления окантовок фонаря кабины среднемагистрального самолёта АН-148 [Текст] / В. И. Максименков, М. В. Молод, А. А. Коротков, В. И. Федосеев, А. С. Джибилов, // Вестник Воронежского государственного университета. — 2012. — Т. 8. — № 12.2. — С. 97–99.
2. Ворошнин Л. Г. Борирование промышленных сталей и чугунов: (Справочное пособие), // 1981. — С. 205. Воронежский государственный технический университет.
3. Верховский Л. Н. Совершенствование технологии листовой штамповки в прессовом производстве / Верховский Л. Н. — 1982, № 9, — 3–8с.
4. Трахтенберг Б. Ф. Стойкость штампов и пути её повышения, Куйбышев / Трахтенберг Б. Ф. — 1964, — 280с.

SUMMARY OF THE PROJECT

Describes the process of shaping parts of the cockpit with preliminary heating of the work piece. Revealed signs of rejection that occurs when shaping parts with heating. Developed method of increasing the resistance die of snap method of boring providing the increase of hardness up to 2000HV and durability die 4–10 fold.

KEYWORDS

Baronacasino, stamp, vitality.

ДОКЛАДЧИК

Третьякова Валентина
Сергеевна

Tretyakova Valentina

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Безобжиговая технология получения керамических трубчатых изделий

ОРГАНИЗАЦИЯ

Башкирский государственный
университет

РЕЗЮМЕ

Разработка безобжиговой технологии производства керамических трубчатых изделий с температурой применения до 2000°C путем изучения физико-химических процессов, кинетики твердения, происходящих в композициях при нагреве, определяющих их структуру и эксплуатационные характеристики.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Безобжиговая технология, керамические трубчатые изделия.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Цель работы — разработка безобжиговой технологии производства керамических трубчатых изделий с температурой применения до 2000°C путем изучения физико-химических процессов, кинетики твердения, происходящих в композициях при нагреве, определяющих их структуру и эксплуатационные характеристики.

Задачи:

- исследована кинетика твердения;
- последовательность физико-химических процессов и фазовый состав продуктов взаимодействия наполнителей с ФС при нагреве;
- разработаны варианты изготовления пресс инструментов для получения особо сложных профилированных изделий по безобжиговой технологии;
- разработан технологический процесс изготовления (формования) трубчатых изделий;
- определены физико-технические характеристики и изучена деформация при нагреве и ползучести под стандартной нагрузкой при высоких температурах;
- определены технологические способы получения конкретных изделий из разработанных и исследованных КМ для использования их в различных производствах.

ВВЕДЕНИЕ

Существует большая потребность промышленности в высокотемпературных керамических трубчатых (профилированных) изделиях. Известна технология их производство из оксидов, карбидов, нитридов путем спекания или горячего прессования. Однако, изделия, получаемые по такой технологии, не всегда имеют высокую термостойкость. Созданы безобжиговые технологии (при 700–800°C) керамических штучных изделий с высокими эксплуатацион-

ными характеристиками и относительно низкой температурой применения (10–15%), чем получаемые спеканием, которые нашли широкое применение в технике. Производство так же керамических трубчатых изделий по безобжиговой технологии является актуальной задачей.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Материалы. Для изготовления трубчатых изделий из керамических масс выбрана алюмофосфатная композиция состава- $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-H}_3\text{PO}_4$ (67%- Al_2O_3 , 33% H_3PO_4 (85%-я))

В работе использованы:

1. Тонкомолотый оксид алюминия -модификация) марки по ТУ-6-09-426-75, с удельной поверхностью $2\text{ м}^2/\text{г}$; максимальной температурой его обжига 1600; химический состав: $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-}99,62\%$, $\text{SiO}_2\text{-}0,09\%$, $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-}0,01\%$, $\text{MgO}\text{-}0,007\%$, $\text{Cr}_2\text{O}_3\text{-}0,013\%$, $\text{Na}_2\text{O}\text{-}0,24\%$;
2. 85%-я ортофосфорная кислота марки по ГОСТ 10678–76;
3. Алюмохромфосфатное связующее (АХФС) в жидком и сухом виде по ТУ 6-18-166-83 и ТУ 2148-002-33813273-01;
4. В качестве наполнителей электрокорунд белый табулярный, муллитокорунд (синтезированный), алюмосиликат (шамот) по ТУ 14-8-58-72.

При решении некоторых технологических задач были использованы молотая огнеупорная глина марки ПГБ по ТУ 1522-009-00190495-99 и каолин сухого обогащения марки КЕ-2 по ТУ 5729-070-00284530-96.

Стандартные методы. Определили плотность и кажущую пористость образцов, размер и форму частиц исходных компонентов, прочность при сжатии материала трубчатых изделий.

Нестандартные методы. Изучены термические превращения в композиции и фазовый состав. Провели рентгенофазовый и ик-спектральный анализы исходных составов и композиций, дилатометрический анализ с максимальной температурой 1600°C , высокотемпературную дефракцию при нагреве и ползучесть образцов трубчатого материала.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

В работе приведены результаты создания технологии получения корундовых, муллитокорундовых и алюмосиликатных трубчатых изделий. Получена эффективная технология изготовления длинномерных керамических труб и трубчатых изделий из безобжиговой композиционной керамики. Полученные по данной технологии изделия обладают такими эксплуатационными свойствами, как высокая термическая стойкость и огнеупорность. Предел прочности при сжатии составляет не менее 30 МПа, дополнительная линейная усадка при 1400°C — не более 1,0%, термостойкость — не менее 30 воздушных теплосмен, максимальная температура применения 1600°C .

Она основана на результатах исследований физико-химических процессов в композициях с зернистым наполнителем на основе корунда, муллитокорунда и алюмосиликатного сырья и фосфатного связующего. Изучены кинетика твердения массы, структурообразования и создана безобжиговая технология получения трубчатых (профилированных) изделий различных тип- размеров для применения в термических агрегатах. Установлены технологические параметры приготовления вакуумированной массы, формования изделий и температурных режимов их обработки. Определены составы масс для производства трех видов трубчатых изделий.

Опытная партия трубчатых изделий изготовлены в ООО «Керам» (г. Уфа) по разработанной технологии и внедрены в различные производства (ОАО «ДААЗ», г. Дмитриевград, ООО «БельЗАН», г. Белебей, ООО ПФГК «Страт-Такт», г. Воронеж, завод им. Дегтерева, г. Ковров; ООО «БЗАК» г. Белебей; ООО «ОсколПромСнаб», г. Старый Оскол, ООО ПД «Татнефть-Алабуга Стекловолокно», ОАО «Низковольт-

ник», г. Октябрьск, (ООО «БиоПромИнвест», г. Уфа, ООО «Оптимум Оптим», г. Воронеж, ОАО «ОгнеупорГарант», г. Воронеж, ООО «НИТИ «Прогресс», г. Ижевск.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Америков А.В., Пирогов Ю.А. Производство корундовых трубок на опытном заводе УНИИО. Огнеупоры № 11, 1960. 530с.
2. W. D. Kingery. Journ. Amer. Cer. Soc., 1952, №3, 61–63.
3. Голынкин-Вольфсон С.Л., Сычев М.М. и др. Химические основы технологии и применения фосфатных связок и покрытий. Л.: Химия, 1968. 200 с.
4. Extrusion in ceramics / Ed. F. Händle. Berlin: Springer, 2009.
5. Химическая технология керамики / Под ред. И.Я. Гузмана. М.: Стройматериалы, 2012. 496 с.
6. Копейкин В.А., Кудряшова А.И., Кузьминская Л.Н. Образование аморфной фазы при цементации материалов на основе алюмофосфатного связующего.-Изв. АН СССР, серия Неорганические материалы, 1967, т. 3, №4, с. 737–739.
7. Технология экструзии наноструктурированных керамических масс на вакуумном поршень-прессе / У.Ш. Шаяхметов // Вестник Башкирского университета. — 2014. — Т. 19, № 1. — С. 348–352.

SUMMARY OF THE PROJECT

Development of chemically bonded technology of production of ceramic tubular products, with application temperature up to 2000°C by studying the physico-chemical processes, kinetics of hardening occurring in the compositions by heating, to define their structure and operational characteristics.

KEYWORDS

Non-fired technology for producing ceramic tubular products.

ДОКЛАДЧИК

Ульрих Андрей Сергеевич
Ulrikh Andrey

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Разработка износостойкого сплава на основе карбида титана и стали для обработки нетвердых материалов

ОРГАНИЗАЦИЯ

Курганский государственный университет

РЕЗЮМЕ

Цель проекта: разработка и исследование нового сплава, который получают методом порошковой металлургии и который найдет применение для обработки отожженных сталей, а также материалов аналогичных дереву. Данный сплав может быть применен на машиностроительных предприятиях, а также на предприятиях строительной индустрии. Технология изготовления сплава будет состоять из технологии изготовления деталей, получаемых методом порошковой металлургии. Научная новизна заключается в том, что полученный сплав не имеет аналогов. В настоящее время получены опытные образцы, позволяющие судить о получении конкретных результатов, позволяющих рекомендовать данный сплав в производство.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Карбид титана, порошковая металлургия, сплав.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Разработать и исследовать новый сплав, который получают методом порошковой металлургии и который найдет применение для обработки отожженных сталей, а также материалов аналогичных дереву.

ВВЕДЕНИЕ

В строительной индустрии при обработке металлов и других материалов существует необходимость иметь твердый сплав с высокой твердостью и высокой износостойкостью. При этом с достаточно низкой себестоимостью. В данном исследовании предложен материал получаемый пропиткой карбидного каркаса отходами стали. Целью проекта является получение сплава с высокой твердостью и красностойкостью не уступающей красностойкости быстрорежущей стали (Р6М5), при этом не подвергаясь отпуску. Необходимо было найти пропитывающий материал, который хорошо смачивал пористый карбидный каркас и при этом химически взаимодействовал с карбидами титана.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Целью проекта является разработка и исследование нового сплава, который получают методом порошковой металлургии с применением стальных отходов и который найдет применение для обработки сталей, а также других материалов аналогичных дереву. Данный сплав может быть применен на машиностроительных предприятиях, и на предприятиях стройиндустрии для правильно-отрезных станков. Технология изготовления сплава (инструмента) будет состоять из технологии изготовления деталей, получаемых методом порошковой металлургии. Научная новизна будет заключаться в том, что полученный сплав не имеет аналогов. Известные ранее способы получения таких материалов или аналогичных заключались в том, что применялось спекание в защитной атмосфере (водород) или вакууме. При использовании стальной составляющей в виде порошка, что существенно удорожает производство. Разрабатываемый сплав будет иметь твердость уступающую твердому сплаву, но выше, чем у инструментальных сталей. Достоинство будет в том, что он не подвергается отпуску. Кроме того, для его изготовления будет применяться и отходы производства. Технология изготовления сплава (инструмента) будет состоять из технологии изготовления деталей, получаемых методом порошковой металлургии. Научная новизна будет заключаться в том, что полученный сплав не имеет аналогов.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

В настоящее время получены опытные образцы, которые позволяют судить о получении конкретных результатов, позволяющих рекомендовать данный сплав в производство. Полученные данные позволяют получать при необходимости различные механические свойства по высоте изделия, а соответствующая термическая обработка позволяет получать такую структуру, которая становится удобной для последующей абразивной обработки. По окончании проекта будет создан конкретный сплав, а также разработана технология этого сплава. Результатом будет конкретное изготовление инструмента для машиностроительных предприятий, деревообрабатывающих предприятий и строительной индустрии для изготовления втулок и правильно-отрезных станков.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

Ермаков С. С. Порошковая металлургия., Ленинград 1986.

SUMMARY OF THE PROJECT

The purpose of the project is development and study of the new alloy, which is produced by the method of powder metallurgy and which will be used for treatment of annealed steels, as well as materials, which are similar to wood. Such alloy can be used at machine-building enterprises, as well as at construction industry enterprises. Technology of the alloy production will be composed of parts manufacturing techniques, produced by way of powder metallurgy. The scientific novelty will be that the produced alloy has no analogues. Currently prototypes have been produced, which allow to judge about how to obtain specific results allowing recommending the alloy for production.

KEYWORDS

Titanium carbide, alloy, powder metallurgy.

ДОКЛАДЧИК

Хафизов Виталий Андреевич
Khafizov Vitaliy

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Разработка составов пленочных связующих для получения деталей методом RFI (Resin Film Infusion)

ОРГАНИЗАЦИЯ

Казанский национальный
исследовательский технический
университет
им. А. Н. Туполева-КАИ

СОАВТОР(Ы) ДОКЛАДА

Петрунина Елена Сергеевна

РЕЗЮМЕ

В представленной работе рассмотрены технологические этапы разработки смесевых высоковязких эпоксидных составов, на основе которых получены пленочные связующие. Описаны результаты исследований их реологических, теплофизических, физико-химических свойств, а также изучение свойств липкости высоковязких композиций. Для пленочных связующих на основе аминного отвердителя приведены данные по исследованию их жизнеспособности на динамическом механическом анализаторе.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Пленочные связующие, высоковязкие эпоксидные составы, смесевые композиции, эпоксидные олигомеры, полимерные пленки.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Цель:

- разработка композиции для пленочных связующих с комплексом регулируемых технологических свойств на основе высоковязких смол.

Задачи:

- выбор высоковязких эпоксидных смол для получения пленкообразующей основы с целью разработки композиции для пленочных связующих;
- выбор оптимальной концентрации каждого из компонентов в смесевой композиции и получение образцов в виде пленок на основе высоковязкой смесевой композиции;
- исследование реологических свойств смесевой композиции;
- исследование теплофизических свойств смесевой композиции;
- исследование липкости пленочной основы;
- выбор отвердителя для пленочной основы;
- исследование жизнеспособности связующего в виде пленки.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в авиационной промышленности всё большее распространение получают безавтоклавные методы формования. Это связано с тем, что приобретение и эксплуатация автоклава связаны со значительными финансовыми затратами. Автоклавное формование имеет ряд особенностей: дает возможность получать высокопрочные, крупногабаритные изделия равномерной толщины, низким уровнем пористости и высоким качеством поверхности. Но существует альтернативная технология RFI (Resin Film Infusion), позволяющая получать изделия из полимерных композиционных материалов (ПКМ) с таким же уровнем качества, но при этом дает возможность обходиться без автоклава. Главной особенностью этой технологии является использование связующего в виде пленки.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Исследования теплофизических свойств смесей показали, что составы имеют величины температуры стеклования, $T_{ст}$: ЭХД-ЭД10 (50%-50%) $T_{ст}=8,9^{\circ}\text{C}$, ЭХД-ЭД8 (50%-50%) $T_{ст}=18,6^{\circ}\text{C}$, D. E. N. 438-ЭД10 (50%-50%) $T_{ст}=13,88^{\circ}\text{C}$,

значит при температуре хранения в холодильных камерах ($T=4-6^{\circ}\text{C}$) они будут находиться в стеклообразном состоянии, что может вызвать их охрупчивание, для того чтобы исключить последнее и перевести пленки в эластичное состояние, необходимо после извлечения их из холодильной камеры выдержать при $T=25-30^{\circ}\text{C}$ некоторое время (в зависимости от рулона). Изучение липкости показали, что полученные пленочные составы способны хорошо удерживаться на поверхности оснастки или армирующего материала и отделяться от них без потери композиции. Следующим этапом данной работы был подбор отверждающего агента. Как показал литературный обзор, для пленочных связующих наиболее востребованными оказались порошковые отвердители. Такой выбор исследователей-технологов вполне объясним: использование жидкого отвердителя может привести к существенному изменению вязкости связующего при комнатной температуре. Еще одним критерием выбора отвердителя является то, что процесс отверждения пленочного связующего должен происходить при более высоких температурах, чем процесс высокотемпературной пропитки. При этом величина температуры пропитки должна быть достаточной для растворения частиц отвердителя и образования однородной композиции. По данным, полученных методом ДСК, а также по агрегатному состоянию составов при комнатной температуре и по результатам определения их липкости был сделан выбор в пользу одного из изученных аминных порошкообразных отвердителей. Исследования жизнеспособности пленочных связующих, полученные на динамическом механическом анализаторе DMA 242 фирмы NETZSCH показывают, что процесс гелеобразования при заданных параметрах (скорость динамического нагрева $5\text{K}/\text{мин}$, динамическая нагрузка 4H с амплитудой в 30 мкм) начинается от температуры 140°C , а полное отверждение наступает при достижении $T=207^{\circ}\text{C}$. Таким образом, предлагаемые смесевые композиции могут быть использованы в качестве пленочных связующих.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Тимошков П. Н. Пропитка пленочным связующим (RFI) как перспективная безавтоклавная технология получения изделий из ПКМ // П. Н. Тимошков, А. А. Платонов // Труды ВИАМ. 2015. № 5. 10с.
2. Чурсова Л. В. Пленочные связующие для RFI-технологии/ Л. В. Чурсова, М. И. Душин, Д. И. Коган // Российский химический журнал. 2010. Т. LIV, № 1. С. 63–67.
3. Мухаметов Р. Р. Новые полимерные связующие для перспективных методов изготовления конструкционных ВПКМ // Р. Р. Мухаметов, К. Р. Ахмадиева, Л. В. Чурсова, Д. И. Коган // Авиационные материалы и технологии. 2011. № 2. С. 38–42.

SUMMARY OF THE PROJECT

In the present study considered technological development steps mixed high-viscosity epoxy compounds, from which obtained film binders. We describe the results of their research of rheological, thermal, physical and chemical properties, as well as the study of the properties of high-tack compositions. For film binders based on amine hardener provides data Research viability on a dynamic mechanical analyzer.

KEYWORDS

Film resin, high-viscosity epoxy compositions, blend compositions, epoxy oligomers, polymeric film.

ДОКЛАДЧИК

Чернов Алексей Николаевич
Cherenov Alexey

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Разработка составов полимерных покрытий для повышения химической стойкости и долговечности строительных конструкций

ОРГАНИЗАЦИЯ

Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва

РЕЗЮМЕ

Приведены результаты исследований влияние активного разбавителя, вводимого в состав эпоксидного связующего, на реологические и прочностные характеристики полимерных композитов. Изучено изменение щелочестойкости исследуемых полимерных составов в зависимости от концентрации разбавителя; выявлены наиболее оптимальные концентрации модифицирующей добавки. Проведены исследования влияния сезонности и климатических факторов на изменение свойств защитно-декоративных покрытий на основе эпоксидных смол. Произведена оценка изменения декоративных характеристик в процессе натурального экспонирования различных составов полимерных связующих.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Композиционные материалы, защитно-декоративные покрытия, связующее, отвердитель, активный разбавитель, вязкость, прочность, щелочестойкость, сезонность, цветовое различие.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Цель проекта заключалась в изучении упруго-прочностных характеристик, химической и климатической стойкости модифицированных составов эпоксидных смол на основе новых видов связующих, модифицирующих добавок и отверждающих систем.

Задачи проекта:

- определить влияние разбавителя, вводимого в различном количестве в состав связующего на прочностные характеристики готового композита;
- изучить щелочестойкость полимерных композитов с различным содержанием разбавителя;
- провести исследования влияния сезонности и климатических факторов на изменение свойств защитно-декоративных покрытий на основе эпоксидных смол;
- оценить изменение декоративных характеристик в процессе натурального экспонирования различных составов полимерных связующих.

ВВЕДЕНИЕ

Самым распространенным на сегодняшний день строительным материалом, по праву, является бетон. Однако, как показывает практика, на сегодняшний день большая часть бетонных и железобетонных конструкций эксплуатируется в условиях действия агрессивных факторов, приводящих ежегодно к миллиардным убыткам. Использование защитно-декоративных покрытий для снижения негативного действия агрессивных сред и климатических факторов позволяет значительно повысить долговечность как возводимых, так и существующих зданий, и сооружений. Именно поэтому разработка, исследование и внедрение новых эффективных полимерных защитно-декоративных покрытий, несомненно, является актуальной задачей.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

В ходе реализации проекта были использованы следующие материалы: эпоксидная смола ЭД-20, модифицированная эпоксидная смола Этал-247, активный разбавитель эпоксидных смол — алифатическая смола Этал-1, отвердители Этал-45М и Этал-2МК, эпоксидный компаунд для устройства

промышленных полимерных напольных покрытий ДенсТоп ЭП 500, эпоксидные компаунды Этал-143 (Б, М, Т).

Методы исследования:

1. Определение прочности на растяжение образцов полимерных композитов (ГОСТ 11262–80 «Пластмассы. Метод испытания на растяжение»);
2. Определение условной вязкости (ГОСТ 8420–74 «Материалы лакокрасочные. Методы определения условной вязкости»);
3. Определение щелочестойкости полимерных композитов (ГОСТ 12020–72 «Пластмассы. Методы определения стойкости к действию химических сред»);
4. Определение изменения декоративных характеристик полимерных композитов под действием климатических факторов (ГОСТ Р 52489–2005, ГОСТ 52662–2006, ГОСТ Р 52490–2005, метод прямого сканирования).

Используемое испытательное оборудование:

1. Автоматическая станция контроля метеорологических параметров и загрязнения атмосферного воздуха;
2. Электромеханическая испытательная машина Shimadzu серии AGS-X;
3. Спектрофотометр со встроенным блескометром CD-6834 spectro-guide sphere gloss;
4. Весы лабораторные электронные;
5. Сканер Canon 9000F MarkII и другое оборудование.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Изучено изменение свойств эпоксидных композитов на основе смолы ЭД-20 и аминного отвердителя Этал-45М при введении в состав разбавителя Этал-1 до 50% от массы связующего. Установлено снижение вязкости смесей до 8 раз, причем достаточно резкое падение (примерно на 25%) наблюдается при введении 5% Этал-1. Добавление в состав 10% разбавителя снижает реологические характеристики смолы практически в 2 раза, а 25% — уже в 4 раза.

Установлено, что снижение вязкости смесей сопровождается ухудшением упруго-прочностных показателей полимерных композитов. Однако введение до 25% Этал-1 приводит лишь к 25% снижению предела прочности при растяжении, что значительно меньше при использовании других (менее эффективных растворителей, например, дибутилфталата). Повышение доли разбавителя до 50% приводит к снижению предела прочности и модуля упругости в 2,5–3 раза.

Установлено, что наименьшее снижение прочностных характеристик после экспонирования в щелочной среде с pH 12,5 наблюдается при 0 и 5%-ном содержании Этал-1 и составляет порядка 5%. Для составов, содержащих от 10 до 25% разбавителя, снижение прочности находится в пределах от 10 до 20%. Максимальное снижение прочности зафиксировано для состава с 50% Этал-1 — порядка 40%.

Из анализа воздействия климатических факторов установлено, что наибольшее изменение свойств происходит при экспонировании образцов в весенне-летний период, что, очевидно, связано с агрессивным влиянием ультрафиолетового облучения, оказывающего, как известно, наиболее агрессивное воздействие на полимерные композиты. Наиболее резкое снижение свойств уже через 90 суток наблюдается для составов на основе ЭД-20. При использовании в качестве связующего низковязкой смолы Этал-247, несмотря на более низкую прочность контрольных составов, наблюдается менее интенсивный процесс деградации.

Проведены исследования изменения декоративных характеристик. Наибольшее изменение цвета уже к 60 суткам экспонирования зафиксировано для композита на основе смолы Этал-247 и отвердителя Этал-2МК, а так же

компаунда Этал143Т. Для состава на основе Этал-247 и отвердителя Этал-45М зафиксировано резкое изменение цвета после 90 суток экспонирования.

При проведении исследований использовались новые виды модифицированных эпоксидных связующих и отверждающих систем, стойкость которых исследована не в полной мере. Полученные данные будут использованы в дальнейших исследованиях полимерных композитов, а также для оценки долговечности материалов, в том числе в условиях воздействия природных климатических факторов.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Новиков В.У. Полимерные материалы для строительства. — М.: Высш. шк., 1995. 448 с.
2. Сафрончик В.И. Защита от коррозии строительных конструкций и технологического оборудования. Л.: Стройиздат, 1988. 253 с.
3. Трегуб В.Д. Проектирование антикоррозионной защиты строительных конструкций. Киев: Будивельник, 1984. 72 с.
4. Бабушкин В.И. Защита строительных конструкций от коррозии, старения и износа. Харьков: Выща шк., 1989. 168 с.
5. Павлов И.Н. Старение пластмасс в естественных и искусственных условиях. М.: Химия, 1982. 220 с.
6. Грасси Н., Скотт Дж. Деструкция и стабилизация полимеров: пер. с англ. М.: Мир, 1988. 446 с.
7. Эммануэль Н.М., Бучаченко А.Л. Химическая физика старения и стабилизации полимеров. М.: Наука, 1982. 360 с.
8. Низина Т.А. Защитно-декоративные покрытия на основе эпоксидных и акриловых связующих. Саранск: Изд-во Мордов. Ун-та, 2007. 260 с.

SUMMARY OF THE PROJECT

We present the results of research of the active diluent effect on the rheological and strength properties of polymer composites. Polymer composites alkali resistance change was investigated as a function of the concentration of the diluent; revealed the optimal concentration of modifying agent. We studied the effect of seasonality and climatic factors on the change in properties of protective and decorative coatings based on epoxy resins. Evaluation of decorative characteristics changes in the conditions of natural exposure was performed for the different formulations of polymeric binders.

KEYWORDS

Composite materials, protective and decorative coatings, binder, hardener, active diluents, viscosity, strength, alkali resistance, seasonality, color difference.

ДОКЛАДЧИК

Черных Елена Михайловна
Chernykh Elena

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Переработка отходов микробиологических производств с получением пенообразующих препаратов для строительной индустрии

ОРГАНИЗАЦИЯ

Белгородский государственный
технологический университет
им. В.Г. Шухова

РЕЗЮМЕ

Получен белковый пенообразователь на основе протеинсодержащего шламового отхода производства лимонной кислоты — отработанного мицелия гриба *Aspergillus niger* путем щелочного гидролиза в условиях СВЧ-поля. Применение СВЧ-поля позволяет сократить длительность гидролиза в 6 раз, а, следовательно, и энергоемкость получения при сохранении высоких свойств пенообразователя. При повышенных значениях мощности СВЧ-поля происхо-

дит нарушение равновесия разрушенных и не разрушенных форм белка и, соответственно, ухудшение свойств получаемого пенообразователя. Оптимальные условия: мощность 700 Вт и длительность 20 минут, ККМ — 1,5–2,0%, кратность — 15–20, стабильность — до 50 минут.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Белковый пенообразователь, мицелиальный отход, щелочной гидролиз, СВЧ-обработка, щелочной компонент, цементная пыль, критическая концентрация мицеллообразования.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Целью данной работы является получение белковых пенообразователей для производства теплоизоляционных строительных материалов путем гидролиза мицелиальных отходов производства лимонной кислоты в условиях СВЧ-поля. В соответствии с поставленной целью решались следующие задачи исследования:

- установление оптимальных условий осуществления щелочного гидролиза мицелиальных отходов производства лимонной кислоты в условиях СВЧ-обработки;
- определение основных свойств получаемых амфолитных пенообразующих препаратов;
- снижение себестоимости получаемого продукта за счет использования цементной пыли в составе щелочного компонента;
- использование солей тяжелых металлов в качестве стабилизирующих добавок белковых пленкообразующих препаратов;
- влияние разработанных белковых пенообразователей на сроки схватывания гипсовых и цементных вяжущих.

ВВЕДЕНИЕ

Из всех пенообразователей для получения ячеистых бетонов особое место занимают белковые. Хотя им свойственно непостоянство химического состава и ограниченные сроки хранения, но они являются дешевыми и экологически чистыми препаратами. А также дают устойчивую пеноцементную массу, что обеспечивает высокие физико-механические свойства ячеистым бетонам пониженной плотности. Нехватка сырья и энергоёмкость процессов получения сдерживают их широкое производство. Поэтому поиск новых технологических решений позволит расширить производство пенообразователей и пенобетонов на их основе. Мицелиальные отходы микробиологических производств пищевой и фармацевтической промышленности, содержащие до 50% белка, являются перспективным сырьем.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

В качестве протеинсодержащего сырьевого компонента в работе использовали мицелий — отработанную биомассу гриба *Aspergillus niger* производства лимонной кислоты ЗАО «Цитробел» относительной влажностью 70% и плотностью 900 кг/м³. Массовая доля сырого протеина составляет 7%. Объем образования данного отхода — до 6 тысяч тонн в год.

В качестве щелочного компонента использовали Ca(OH)₂ и пыль, образующуюся при очистке отходящих газов обжиговых печей цементного производства.

В качестве стабилизирующих добавок использовали растворы CuSO₄ и FeSO₄.

Соотношение основных сырьевых компонентов щелочного гидролиза — вода: мицелий: Ca(OH)₂ = 500 : 100 : 28 по массе.

Кратность пены определяли как отношение объема пены к объему водного раствора пенообразователя. Стабильность определяли как время существо-

вания пены до начала истечения жидкости. Пену готовили с помощью скоростного смесителя при скорости вращения вала 2000 мин⁻¹.

Поверхностное натяжение водных растворов пенообразователей определяли по методу наибольшего давления пузырька воздуха через 15 минут после приготовления растворов (время, необходимое для установления равновесия на границе жидкость — воздух).

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

В основе процесса получения белковых пенообразующих препаратов лежит длительный высокотемпературный щелочной гидролиз — длительность более 2 часов при температуре 95–97°C. С целью уменьшения длительности обработки сырьевой смеси, а, следовательно, и снижения энергоемкости процесса предложен новый способ обработки — в электромагнитном поле сверхвысокой частоты (СВЧ).

Но для материалов, обрабатываемых в СВЧ-поле, подбор режима обработки проводится индивидуально, поэтому на первом этапе работы проводили исследование по установлению оптимальных режимов СВЧ-обработки — мощности и длительности процесса. Параметрами оптимизации были кратность и стабильность пены.

Исследовали мощность СВЧ-обработки 700 и 900 Вт, длительность изменяли от 5 до 25 минут. Полученные результаты показали, что в качестве оптимального режима можно принять мощность 700 Вт и длительность 20 мин. При увеличении мощности обработки до 900 Вт и длительности процесса стабильность пены снижается при высокой ее кратности. Этот эффект объясняется с позиции пептидной теории Э. Фишера, согласно которой в процессе кислотного или щелочного гидролиза белка образуются стехиометрические количества титруемых COOH- и NH₂-групп, что свидетельствует о распаде определенного числа пептидных связей.

Как известно, оптимальные свойства многих ПАВ наблюдаются в области критической концентрации мицеллообразования (ККМ). В связи с этим было определено значение ККМ пенообразователя по зависимости поверхностного натяжения и удельной электропроводности раствора от его концентрации. Готовили серии растворов пенообразователей с концентрациями от 0,5 до 3,0%, которые получали упариванием и разбавлением исходных растворов. Согласно экспериментальным данным для белкового пенообразователя, полученного на основе мицелиальных отходов производства лимонной кислоты в условиях СВЧ-поля, значение ККМ находится в интервале 1,5–2,0%. При этом значении ККМ пена характеризуется как очень жесткая, сухая с кратностью — 15 и устойчивостью — 5 мин, полидисперсная с преобладанием крупных пузырьков диаметром 0,25–0,45 мм, также фиксируются мелкие сферы с размером 0,05–0,15 мм.

Дальнейшие исследования проводили по использованию цементной пыли в составе щелочного компонента. Содержание пыли варьировали в интервале от 5 до 15%. Оптимальное количество цементной пыли, обеспечивающее сохранение кратности и стабильности получаемой технической пены — 5%.

С целью увеличения продолжительности существования пены в состав пенообразователя вводили растворы солей тяжелых металлов — сульфаты меди и железа. Наиболее перспективным является использование в качестве стабилизатора раствора сульфата меди, что обеспечивает увеличение стабильности пены до 50 мин.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Василенко М.И., Старостина И.В. Отходы микробиологических производств — потенциальное сырье для получения пенообразователей, использующихся в строительной индустрии //Фундаментальные исследования: мат-лы научных конфер., 2004. №3. С. 99–101.

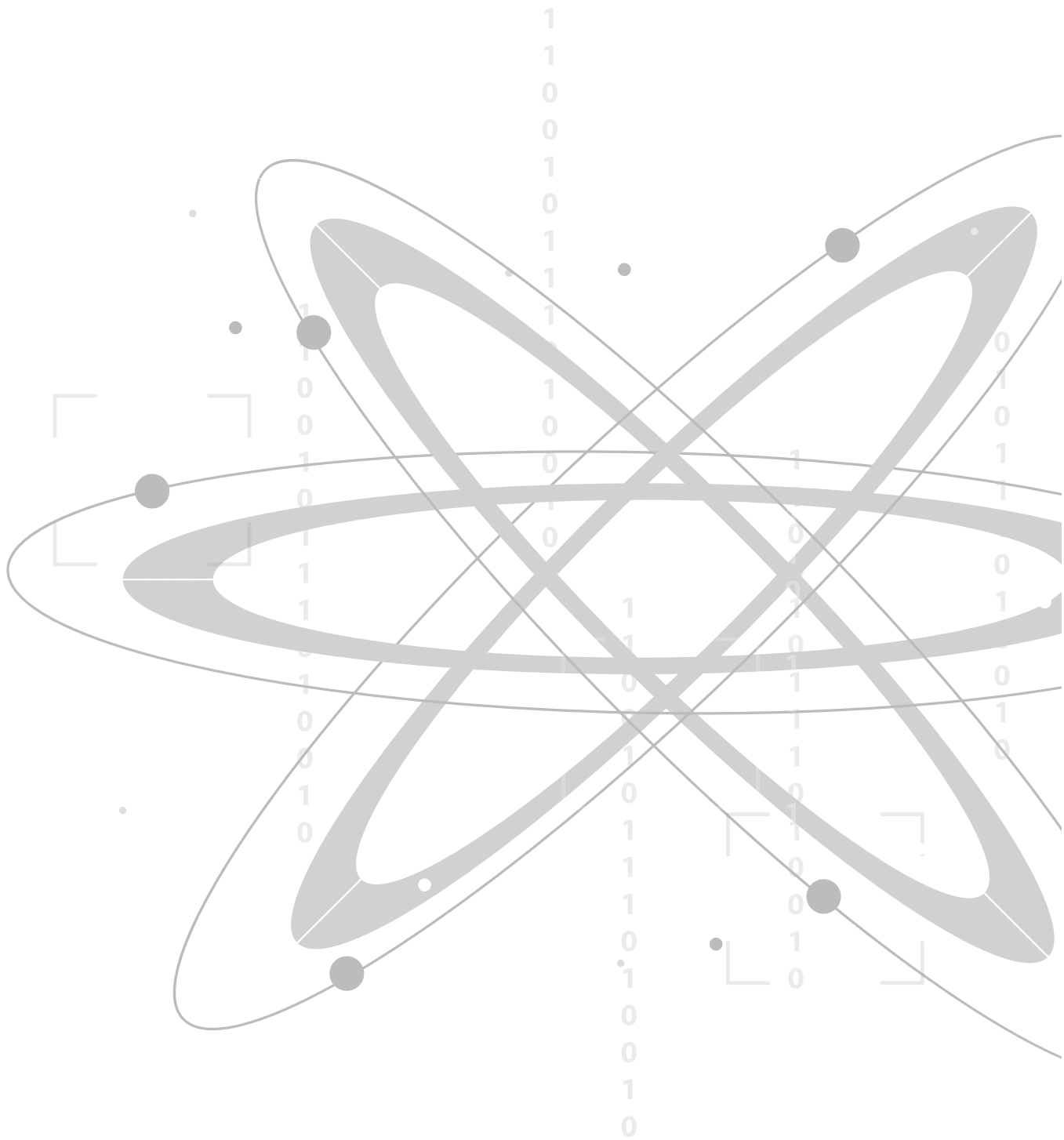
2. Кучкин Е.Г. Особенности производства пенобетона и современное оборудование // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2003. №4. С. 115.
3. Сахаров Г.П., Курнышев Р.А. Потенциальные возможности неавтоклавных поробетонов в повышении эффективности энергосберегающих конструкций // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2005. №4. С. 22–24.
4. Строкова В.В., Череватова А.В., Павленко Н.В., Мирошников Е.В., Шаповалов Н.А. Оценка эффективности применения наноструктурированного вяжущего при получении легковесных ячеистых композитов // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2011. №4. С. 48–51.

SUMMARY OF THE PROJECT

Studies were conducted on obtaining protein-based foam sludge waste containing protein production of citric acid by alkaline hydrolysis in microwave processing. The feedstock used mycelium — waste biomass fungus *Aspergillus niger*. The use of high-frequency electromagnetic field can reduce the duration of hydrolysis of 6, and hence the energy getting foam at constant properties. It is shown that the increased value of the power of the microwave field leads to the destruction of excess protein molecules, which is accompanied by an imbalance of the destroyed or damaged forms of the protein and, therefore, the resulting deterioration of the foam formulation. For optimal conditions adopted: power 700 W and 20 minutes duration. The critical micelle concentration — 2–1.5%, frequency — 15, and stability — 50 minutes.

KEYWORDS

Protein foam, mycelial waste, alkaline hydrolysis, microwave treatment, alkaline component, cement dust, the critical micelle concentration.



ФИЗИКА И АСТРОНОМИЯ

ДОКЛАДЧИК:

Андреев Степан Николаевич
 Andreev Stepan Nikolaevich
 Член экспертной группы

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА:

Нелинейное тушение радиоактивности цезия-137
 Nonlinear Quenching of Cs-137 Radioactivity

ОРГАНИЗАЦИЯ

Институт общей физики им.
 А. М. Прохорова РАН

РЕЗЮМЕ

Экспериментально исследован новый эффект — тушение радиоактивности цезия-137. Эффект состоит в монотонном уменьшении радиоактивности водного раствора соли этого нуклида (энергия гамма-кванта — 662 кэВ) при облучении импульсным лазерным излучением наночастиц золота, находящихся в растворе. Результаты обсуждаются с точки зрения усиления лазерного поля на наночастицах и взаимодействия его с плазмой пробоя жидкости.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Наночастица, лазерная абляция, цезий

ТЕЗИСЫ***Нелинейное тушение радиоактивности ¹³⁷Cs***

С. Н. Андреев¹, Е. В. Бармина¹, В. Г. Калинин², А. В. Симакин¹, А. А. Смирнов², В. И. Стегайлов², С. И. Тютюнников², Г. А. Шафеев^{1,3*}, И. А. Щербаков¹

¹ Институт общей физики им. А. М. Прохорова РАН, 119991, Москва, Российская федерация

² Объединенный институт ядерных исследований, 141980 Дубна, Московская область, Российская федерация

³ Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», 115409, Москва, Российская федерация

*shafeev@kapella.gpi.ru

PACS: 42.62.-b; 61.46.-w; 78.66.-w

АННОТАЦИЯ

Экспериментально исследован новый эффект — тушение радиоактивности цезия-137. Эффект состоит в монотонном уменьшении радиоактивности водного раствора соли этого нуклида (энергия гамма-кванта — 662 кэВ) при облучении импульсным лазерным излучением наночастиц золота, находящихся в растворе. Результаты обсуждаются с точки зрения усиления лазерного поля на наночастицах и взаимодействия его с плазмой пробоя жидкости.

PACS: 42.62.-b; 61.46.-w; 78.66.-w

В целом ряде работ сообщалось о наблюдении воздействий разного рода излучений относительно малых интенсивностей (10^{10} – 10^{12} Вт/см²) на распад радиоактивного вещества. В частности, в [1] было обнаружено уменьшение активности радиоактивного цезия в водном растворе после воздействия на него лазерным излучением. Измерения гамма-активности водного раствора цезия проводились с временной задержкой до и после облучения. Регистрация гамма-спектра раствора непосредственно во время лазерного облучения с необходимыми спектральным и временным разрешениями не проводилась. В пользу существования обнаруженного эффекта говорила достаточно большая статистика результатов измерений.

В настоящем сообщении представлены результаты экспериментов с радиоактивным ¹³⁷Cs, в которых регистрация спектров гамма-излучения осуществлялась непрерывно до, во время и после лазерного облучения с необходимым спектральным, временным и пространственным разрешением и фиксированной геометрии эксперимента.

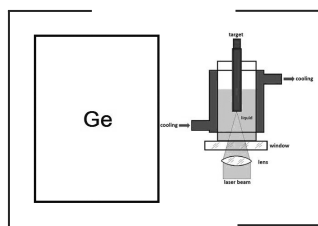


Рис. 1 Схема эксперимента (пояснения в тексте)

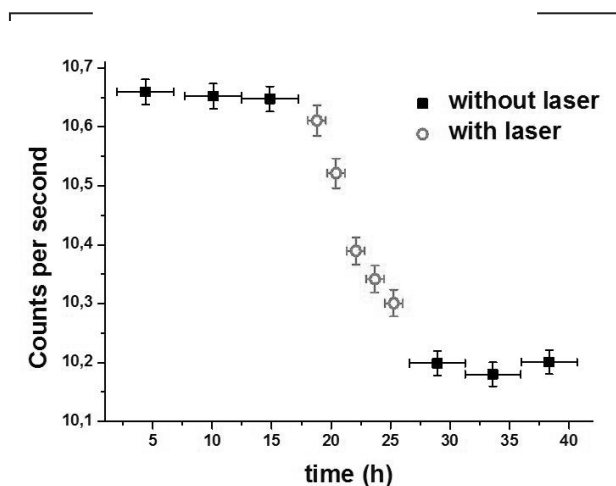


Рис. 2 Временной ход активности образца в отсчетах в секунду раствора ^{137}Cs на линии 662 кэВ. Сплошные квадраты — без лазерного облучения, пустые кружки — при лазерном облучении.

Схема эксперимента представлена на рис. 1. В работе использовался импульсный Nd: YAG лазер с длиной волны излучения 1064 нм, длительностью импульса по полувысоте 10 нс, и частотой повторения импульсов 10 кГц. Энергия в импульсе составляла 2 мДж. Лазерное излучение фокусировалось с помощью асферической линзы сквозь прозрачное для него окно стеклянной кюветы на золотую мишень, помещенную в водный раствор соли хлорида цезия ^{137}Cs с активностью 330 Бк. Типичный объем раствора ^{137}Cs составлял 2 мл. Осуществлялось сканирование лазерного луча по поверхности мишени, приводящее к образованию наночастиц золота, концентрация которых в растворе определялась временем лазерного облучения и расстоянием от перетяжки лазерного пучка до поверхности мишени.

На поверхности наночастиц, попавших в перетяжку лазерного пучка, происходил пробой и инициировался плазменный разряд. Время существования плазменного разряда совпадало по порядку величины с длительностью лазерного импульса и составляло около 10–20 нс. Излучение плазмы имело сплошной спектр.

Кювета охлаждалась проточной водой, поэтому нагрев всего объема раствора во время лазерной экспозиции не превышал несколько градусов. Кювета фиксировалась на расстоянии нескольких миллиметров от чувствительной части детектора гамма-излучения на основе сверхчистого германия (Canberra) с охлаждением жидким азотом относительной эффективностью 30%, но без механического контакта с ней. Объем раствора много меньше, чем объем кристалла, поэтому раствор можно считать источником, близким точечному. Ядро ^{137}Cs распадается по двум основным каналам с вероятностью 95% и 5%, соответственно: это распад

в возбужденное состояние ядра бария ^{137m}Ba , релаксация которого в основное состояние ^{137}Ba сопровождается излучением гамма-кванта с энергией 662 кэВ, и прямой распад в основное состояние ядра ^{137}Ba без излучения гамма-квантов. Активность пробы ^{137}Cs измерялась по площади под спектральным пиком гамма-кванта с энергией 662 кэВ с помощью специальной программы. Значения активности сохранялись в памяти компьютера с частотой 1 раз в секунду, причем время накопления сигнала выбиралось таким, чтобы ошибка измерений не превышала 0,5%. Контраст пика по отношению к фону составлял 120:1.

Неизменность геометрии измерений, постоянное нахождение пробы в одной и той же кювете, непрерывность измерений активности пробы непосредственно до, во время и после облучения с высоким временным, спектральным и пространственным разрешением, гарантируют отсутствие методических ошибок в эксперименте.

На рис. 2 приводятся результаты измерений активности пробы до, во время и после лазерного облучения. Естественно предположить, что ход кривой на первом участке — до включения лазера — описывается зависимостью, соответствующей бета-распаду ядра ^{137}Cs с периодом полураспада 30 лет. В относительно малом временном интервале наблюдения она воспринимается, как константа. Второй участок — временной интервал лазерного облучения — характеризуется включением нового механизма, индуцированного в условиях нашего эксперимента лазерным излучением и его взаимодействием с облучаемой средой. Временной ход кривой на третьем участке — после выключения лазера — аналогичен ходу на первом участке.

Измеренная зависимость активности качественно совпадает с предыдущими наблюдениями по лазерному воздействию на раствор ^{137}Cs [1]. Принципиально важным результатом, полученным в настоящей работе, является отсутствие превышения уровня гамма-излучения над начальным уровнем активности во всем временном интервале, т.е. уменьшение концентрации

радиоактивного цезия не сопровождается избыточным излучением гамма — квантов с энергией 662 кэВ. Это позволяет сделать вывод о том, что основной канал распада никак не затрагивается, а стимулирование бета-распада осуществляется по новому механизму.

По аналогии с тушением люминесценции мы назвали этот механизм нелинейным тушением радиоактивности. Можно предположить, что он связан с увеличением вероятности прямого перехода в основное состояние ^{137}Ba без излучения гамма-кванта с энергией 662 кэВ. Такая ситуация становится возможной в случае ионизации атома цезия с последующим его бета-распадом в связанное состояние, при котором бета-электрон занимает вакантную позицию в электронной оболочке атома.

Вероятность бета-распада в связанное состояние может очень сильно зависеть от степени ионизации бета-активных атомов. Например, в экспериментальной работе [2] было получено, что период полураспада полностью ионизованного атома рения ^{187}Re оказался в 109 раз меньшим по сравнению с периодом полураспада нейтрального атома ^{187}Re .

Условия нашего эксперимента позволяют предположить, что во время лазерного воздействия происходит частичная ионизация атомов ^{137}Cs , которая так же может привести к существенному уменьшению его периода полураспада, и, как следствие, к падению концентрации радиоактивного цезия в облучаемом растворе.

В пользу такого предположения говорит то обстоятельство, что электромагнитное поле лазера локально усиливается вблизи взвешенных в жидкости металлических наночастиц [3]. Численное моделирование, проведенное в работе [4], показывает, что коэффициент усиления амплитуды электромагнитного поля вблизи металлической наночастицы составляет 102 и более. Электроны, эмитируемые с поверхности наночастиц, набирают в этом поле энергию, достаточную для ионизации окружающих атомов и последующего плазмообразования. Если концентрация наночастиц в перетяжке лазерного импульса достаточно велика, то отдельные плазменные области могут перекрываться, образуя единый плазменный канал, в котором происходит поглощение до 90% энергии лазерного импульса, что и наблюдается в нашем эксперименте. Простые оценки показывают, что температура электронов в плазменном канале может достигать величины порядка 10 эВ. Попадая в область перетяжки лазерного импульса, атомы цезия могут быть частично (двух- или трехкратно) ионизованы электронами плазмы. Нельзя исключить также ионизацию средних и нижних электронных оболочек атома цезия электронами, приобретающими необходимую для этого кинетическую энергию в результате совместного действия различных механизмов усиления электромагнитного поля вблизи наночастиц и коллективных эффектов ускорения электронов в плазменном канале. Вопрос о том, насколько существенно период полураспада атома ^{137}Cs может зависеть от его степени ионизации, предполагается изучить в последующих работах.

В заключение отметим, что аналог эффекта нелинейного тушения радиоактивности наблюдался в недавней работе [5], в которой сообщалось об изменении активности ^{152}Eu под действием мощного микроволнового излучения.

БЛАГОДАРНОСТИ

Выражаем благодарность С. А. Карамяну за подготовку экспериментов и участие в них. Работа частично поддержана грантами РФФИ 15-02-04510_а, 15-32-20926_мол_а_вед, 16-02-01054_а, грантом Президента РФ МК-4194.2015.2 и грантом Президиума РАН I. 25П.

ЛИТЕРАТУРА

1. E. V. Barmina, A. V. Simakin, G. A. Shafeev, Laser-induced caesium-137 decay, *Quantum Electronics* 44 (8) 791–792 (2014).
2. Bosch, F.; et al. «Observation of bound-state beta minus decay of fully ionized ^{187}Re : $^{187}\text{Re} \rightarrow ^{187}\text{Os}$ Cosmochronometry». *Phys. Rev. Letters* 77 (26), 5190–5193 (1996).

3. E.V. Barmina, S. Lau Truong, F. Bozon-Verduraz, G. Levi, A.V. Simakin, G.A. Shafeev, Nanostructures generation on nickel under its laser ablation in liquids and their activity in Surface Enhanced Raman Scattering, Quantum Electronics, 40 (2010) 346–348.
4. Encai Hao and George C. Schatz, Electromagnetic fields around silver nanoparticles and dimers, Journal of Chemical Physics, 120 (1), (2004) 357–366.
5. Z. Gonz, V.G. Kalinnikov, A.K. Kaminsky, S.N. Sedykh, A.A. Smirnov, V.I. Stegailov, A.V. Sushkov, and S.I. Tyutyunnikov, Influence of high-power pulse RF irradiation on several types of beta-decay, Proceedings of the 9th International workshop Strong Microwaves and Terahertz Waves: Sources and Applications, Nizhny Novgorod, July 24–30, 2014.

SUMMARY OF THE PROJECT

Experimentally investigated a new effect — quenching of radioactivity of cesium-137. The effect is monotonic decrease of radioactivity of the aqueous solution of the salt of the nuclide (gamma energy — 662 keV) by irradiating a pulsed laser beam of gold nanoparticles in solution. The results are discussed in terms of increasing the laser field on nanoparticles and of its interaction with plasma from laser breakdown of the fluid.

KEYWORDS

Nanoparticle, laser ablation, cesium

ДОКЛАДЧИК:

Воронова Нина Сергеевна

Voronova Nina

Член экспертной группы

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА:

Динамика внутренних осцилляций в бозе-конденсате экситонных поляритонов

Internal Oscillatory Dynamics of an Exciton-polariton Bose Condensate

ОРГАНИЗАЦИЯ

Национальный
исследовательский ядерный
университет «МИФИ»

РЕЗЮМЕ

Анализируются эффекты отстройки, накачки и утечки на поляритонных Раби-осцилляциях в полупроводниковых микрополостях с постоянной нерезонансной накачкой через экситонный резервуар. Показано существование нетривиальных нелинейных режимов, схожих с внутренним эффектом Джоузефсона, колебаниями Ван дер Поля с затуханием, зависящим от амплитуды, а также «перевернутого» стационарного состояния, в котором поляритоны накапливаются на верхней поляритонной ветви, тогда как нижнее поляритонное состояние становится нестабильным.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Физика конденсированного состояния, наноструктуры, экситонные поляритоны, микрорезонаторы, динамические системы

ТЕЗИСЫ

Экситонные поляритоны — это квазичастицы, появляющиеся в результате сильной связи фотонного состояния в плоской полупроводниковой микрополости и экситонного состояния в квантовой яме. Экситон-поляритонные Раби-осцилляции — это биения в системе двух связанных осцилляторов, один из которых нелинеен: отталкивательное экситон-экситонное взаимодействие приводит к зависящему от времени голубому смещению энергии экситона. Важным свойством поляритонной системы является ее нестационарный характер. Из-за неидеальности реальных микрополостей, фотоны могут покидать резонатор. Экситоны так же уходят из системы за счет рассеяния на акустических фононах и других экситонах. Из-за этой утечки фотонов и экситонов, популяцию постоянно приходится поддерживать при помощи лазерной накачки.

В представленной работе теоретически изучается влияние экситон-фотонной энергетической расстройки, постоянной экситонной нерезонансной накачки через экситонный «резервуар» и нелинейных потерь на временную динамику поляритонных Раби-осцилляций. Проводится аналогия между внутренними осцилляциями в системе и классическим маятником: при описании системы посредством введения переменных полной плотности $n(t) = n_c(t) + n_x(t)$, дисбаланса плотностей подсистем $\rho(t) = n_c(t) - n_x(t)$ и относительной фазы $\varphi(t) = \varphi_c(t) - \varphi_x(t)$ (где индексы «С» и «Х» отвечают фотонной и экситонной подсистемам, соответственно), относительная фаза φ оказывается аналогом угла отклонения для маятника, дисбаланс плотностей ρ — аналогом его момента импульса. При этом сила тяжести такого маятника действует «в сторону» конденсата нижних поляритонов (что соответствует $\varphi = \pi$).

Задача решается в приближении среднего поля. Для описания двухкомпонентного конденсата записывается система обобщенных комплексных уравнений Гинзбурга-Ландау для макроскопических волновых функций фотонного ψ_c и экситонного ψ_x конденсатов.

Для консервативного случая в отсутствии накачки и утечки частиц, аналитически показано, что система, в зависимости от энергии (или, что аналогично, начальных условий), может осциллировать вокруг точек равновесия или переходить в режим монотонно нарастающей относительной фазы, аналогичный внутреннему эффекту Джозефсона для двух пространственно-разделенных конденсатов.

Когда присутствуют накачка и потери, осцилляции плотностей обнаруживают коэффициент затухания, зависящий от амплитуды (от полной плотности частиц), что аналогично генератору Ван дер Поля. Показано, что кроме простого затухания к равновесным точкам, найденным в предыдущем случае, возможна раскачка в сторону предельного цикла. Однако в трехмерном фазовом пространстве (n, ρ, φ) этот предельный цикл является неустойчивым, седловым предельным циклом, так что, после притяжения к нему и колебаний с нулевым затуханием и большой амплитудой, все траектории рано или поздно притягиваются к одной из устойчивых точек, отвечающих конденсатам нижних и верхних поляритонов.

При помощи теории нелинейных систем в работе показывается, что кроме затухания к нижнему поляритонному состоянию с $\varphi \approx \pi$, осцилляции полной плотности могут приводить к стабилизации системы в новом, «перевернутом» стационарном состоянии $\varphi \approx 2\pi k$ (где k — целое число), когда поляритоны будут накапливаться на верхней поляритонной ветви, в то время как нижнее поляритонное состояние будет неустойчивым, и конденсат нижних поляритонов исчезнет.

В аналогии с маятником, этот эффект напоминает знаменитый маятник Капицы, стабилизирующийся в верхнем положении за счет быстрых осцилляций точки подвеса. Обнаруженный в работе эффект является нелинейным, и зависит от баланса между нелинейными экситонными потерями и константой экситон-экситонного взаимодействия. Небезынтересно отметить, что переход от нижней устойчивой точки к верхней происходит через режим роста относительной фазы, т. е. через режим внутреннего эффекта Джозефсона.

SUMMARY OF THE PROJECT

We analyze the effects of detuning, gain, and dissipation on Rabi oscillations in semiconductor microcavities, assuming a cw pumping via excitonic reservoir. We show the existence of non-trivial regimes reminiscent of internal Josephson effect, Van de Pol oscillations with amplitude-dependent damping, and the «inverted» stationary state with polaritons accumulating at the upper polariton branch while the lower branch becomes unstable.

KEYWORDS

Bose condensation, nanostructures, microcavities, exciton-polaritons, internal oscillations

ДОКЛАДЧИК:

Звездин Константин
Анатолевич

Zvezdin Konstantin

Член экспертной группы

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА:

Спинтронная система технического зрения для роботизированной платформы автономного вождения

Spintronic Machine Vision System for Autonomous Driving Platform

ОРГАНИЗАЦИЯ

Институт общей физики им.
А. М. Прохорова РАН

Московский физико-технический
институт

Российский квантовый центр

РЕЗЮМЕ

В докладе обсуждается разработка высокоэффективных, малогабаритных и дешевых методов обнаружения и классификации препятствий для систем автономного вождения, основанных на спинтронной технологии спиновых диодов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Спинтроника, наномagnetизм, машинное зрение, автономное вождение

ТЕЗИСЫ

Спинтронная система технического зрения для роботизированной платформы автономного вождения

Звездин К.А.^{1,2,3,4}, Лещинер Д.Р.¹, Медников А.М.¹, Кузьмичев А.Н.^{1,3}, Чепков Г.Н.¹, Скирдков П.Н.^{1,2,3}, Лобачев А.В.¹, Perlo P.P.⁴, Попков А.Ф.¹

¹Московский физико-технический институт

141701, Московская область, г. Долгопрудный, Институтский переулок, д. 9.

²Институт общей физики им. А. М. Прохорова РАН

119991, Московская область, г. Долгопрудный, Институтский переулок, д. 9.

³Российский квантовый центр

Московская область, дер. Сколково, улица Новая дом 100, БЦ «Урал»

⁴Torino e-district

10098, Via Simioli, 23, Rivoli (TO), Italy

В автомобилестроении сейчас происходят изменения, наиболее кардинальные за всю историю отрасли. Основные тренды происходящей технической революции — переход к автомобилям на электрической тяге и внедрение роботизированных систем автономного вождения. Ведущие автомобильные OEM, а также такие гиганты, как Google, Siemens, Continental, Bosch ведут активные работы по разработке и внедрению систем автономного управления автомобилем, которые постепенно берут на себя все больше водительских функций. Масштабный проект в этой области реализуется и в РФ, на базе КА-МАЗ. Одной из наиболее серьезных трудностей на этом пути является задача

надежного и безошибочного обнаружения препятствий для движения. Сегодня неотъемлемым техническим компонентом ее решения является лидар (активный дальномер оптического диапазона). Однако высокая стоимость таких устройств (в настоящее время она варьируется от \$6000 до \$60000, в зависимости от модели и требуемых параметров) препятствует их широкому использованию в автомобилях массового потребительского класса. В то же время точность опознавания объектов с помощью лидара зачастую невысока, в связи с высоким уровнем помех и невозможностью полного сканирования объекта — возможности лидара ограничены измерением дальности до поверхностей в зоне его прямой видимости. Также

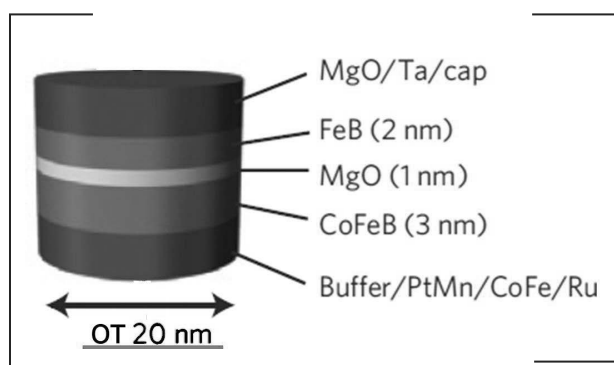


Рис.1. Конструкция спинного диода [1]

большим недостатком лидаров являются серьезные ограничения эффективности их применения в условиях сильных осадков. Все это диктует необходимость разработки надежных, компактных и экономически эффективных устройств для динамического обнаружения и распознавания объектов, окружающих ав-



Рис.2 Электромобиль потребительского класса Туринского исследовательского центра Torino e-district

тономно управляемое транспортное средство в различных дорожных сценариях и погодных условиях.

Большими перспективами для решения этой проблемы обладает технология спиновых диодов (рис. 1). Принцип работы этих устройств основан на возбуждении динамики намагниченности системы микроволновым спин-поляризованным токовым сигналом и выпрямлении входного сигнала за счет эффекта туннельного магнетосопротивления. В работе [1] было показано, что спиновые диоды могут превзойти по чувствительности полупроводниковые аналоги (диоды Шоттки), а отношение сигнал/шум для них ограничивается фактически термодинамическим пределом. Недавно была предложена [2] принципиально новая технология обнаружения препятствий на основе спиновых

диодов, позволяющая обнаруживать, в том числе скрытые (не находящиеся в зоне прямой видимости) объекты с помощью техники голографического микроволнового зондирования (microwave holographic imaging). Таким образом, не только поверхность объекта, но также и свойства материалов, из которых состоит объект, как находящихся на его поверхности, так и скрытых под ней, становятся доступными для наблюдения. Это открывает совершенно новые возможности в детектировании и классификации препятствий, в частности в распознавании людей и животных (что представляет собой одну из наиболее проблемных областей в безопасности автономного вождения). Преимуществом данного подхода является то, что микроволновое излучение может распространяться на значительные расстояния и обладает лишь незначительным затуханием при прохождении через такие среды, как одежда, пластик, почва, песок и скалы. Таким образом, дистанционное зондирование скрытых от прямого наблюдения объектов может оказаться доступным. Другим привлекательным свойством этого метода является его всепогодность, что является важным преимуществом по сравнению с традиционными технологиями, основанными на использовании лидаров и телекамер.

В докладе обсуждаются работы по созданию прототипа устройства голографического восстановления изображений и алгоритмов машинного зрения и машинного обучения с возможностью интеграции в современные автомобильные системы автономного вождения. В качестве платформы для опробования и тестирования системы обнаружения предлагается использовать активно развивающуюся платформу электромобиля потребительского класса Туринского исследовательского центра Torino e-district (рис. 2).

Для успешного выполнения этой задачи требуется решение двух основных проблем:

1. Разработка и адаптация алгоритмов голографического восстановления изображений (microwave holographic imaging) и алгоритмов машинного зрения и машинного обучения для их анализа, применительно как к задаче автономного вождения, так и к конкретной используемой технике получения изображений.
2. Адаптация спиновых диодов на базе многослойных туннельных структур (MTJ) для голографического восстановления изображений. В Российском квантовом центре разработана уникальная технология спиновых диодов, позволяющая оптимизировать частотные и резонансные свойства этих структур для использования в различных приложениях.

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда (Проект 16-19-00181)

1. S. Miwa, S. Ishibashi, H. Tomita, T. Nozaki, E. Tamura, K. Ando, N. Mizuochi, T. Saruya, H. Kubota, K. Yakushiji, T. Taniguchi, H. Imamura, A. Fukushima, S. Yuasa & Y. Suzuki, *Nature Materials* 13, 50–56 (2014).
2. L. Fu, Y.S. Gui, L.H. Bai, H. Guo, H. Abou-Rachid, and C.-M. Hu, *Microwave holography using a magnetic tunnel junction based spintronic microwave sensor*, *Journal of Applied Physics* 117, 213902 (2015); doi: 10.1063/1.4921887

SUMMARY OF THE PROJECT

The report discusses the development of high-performance, small-sized and low-cost methods for the detection and classification of obstacles for autonomous driving systems based on spintronic technology of spin diodes.

KEYWORDS

Nanomagnetism, spintronics, machine vision, autonomous driving

ДОКЛАДЧИК

Кутровская Стелла
Владимировна
Kutrovskaya Stella

Член экспертной группы

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Зондовая литографии для создания упорядоченных наномассивов
The Methods of Probe Lithography for the Creation of Ordered Nanoarrays

ОРГАНИЗАЦИЯ

Владимирский
государственный университет
им. А. Г. и Н. Г. Столетовых

РЕЗЮМЕ

В работе проведено формирование периодических наноструктур с рельефом, повторяющим траекторию движения зонда АСМ и исследованы параметры, влияющие на их геометрические размеры: высоту ширину, однородность в слое и т.д. Впервые был разработан способ индуцированного осаждения кластеров серебра на поверхность кремниевой пластины р-типа в присутствии внешнего поля. Обсуждается возможность использования подобных структур в качестве гибридных схем с применением фотоэлектронных преобразователей.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Наноструктуры, атомно-силовая микроскопия, зондовая литография

ТЕЗИСЫ

Благородные металлы, такие как наночастицы серебра, золота хорошо известны поверхностной плазмонной резонансной локализацией на оптических частотах. Такое нелинейное усиление оптических эффектов находит широкое применение наночастиц в биологическом и химическом зондировании, поверхности повышенного комбинационного или фотоэлектрического рассеяния. Их спектральный отклик сильно зависит от природы металла, размера, формы и пространственного расположения наночастиц и их диэлектрической среды. Во многих приложениях, точный контроль этих параметров является главным видом для настройки оптических свойств.

В рамках данной работы получены периодические массивы наноструктур методом литографии на атомно-силовом микроскопе при иницировании протекания химических реакций между зондом и подложкой, определены параметры влияющие на рост кластеров на поверхности. При этом процессы отображение топологии поверхности и модификация происходят независимо друг от друга.

В настоящее время анодно-окислительная литография является популярным методом создания на поверхности образца структур по заранее подготовленному шаблону с нанометровым уровнем пространственного разрешения с помощью атомно-силового микроскопа. Это обусловлено, прежде всего, относительно недорогим инструментом, с помощью которого можно создать рисунок с характерными размерами и эффективностью, а также не требующий высокоточных операций совмещения, травления, экспонирования и др. Данным методом создаются резистивные маски для селективного травления, диэлектрические барьеры и шаблоны различной формы, совмещая которые можно формировать различного рода электронные и механические элементы наноэлектроники. К этим элементам относятся запоминающие устройства с высокой плотностью записи информации, нанопроводники, одноэлектронные транзисторы полупроводниковые наноструктуры с квантоворазмерными

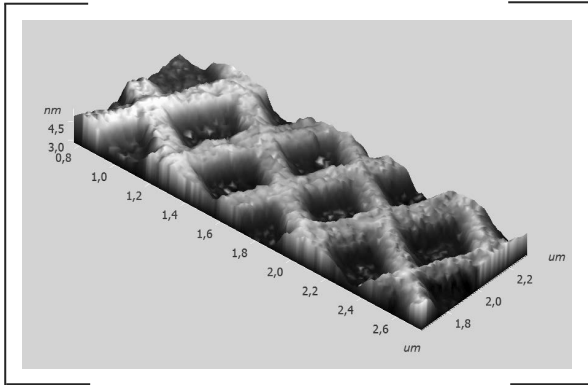


Рис. 1 АСМ-изображение полученного периодического массива за счет локальной электроиндуцированной диссоциации соли серебра на кремнии

эффектами на основе двумерного электронного газа, квантовые точки, наномантенны и т. д.

Однако предложен метод, когда локальный рельеф формируется за счет локальной электроиндуцированной диссоциацией соли серебра в насыщенном слое кремниевой пластины, при движении проводящей иглы АСМ в заданной области. Между иглой и поверхностью образца подается напряжение смещения. Параметры толщины и однородности нанолитографического рисунка определяются длительностью импульсов напряжения, прикладываемого к зонду и напряженностью электрического поля, которая зависит от амплитуды импульса напряжения, а также расстояние зонд-подложка, что влияет на кинетику процесса.

Получение подобных структур открывает новые возможности в использовании нелинейно-оптических свойства кремниевых частиц в ближнем поле [1–3]. В случае формирования структур кремний-металл наблюдается за счет развития эффекта направленного распространения света [4]. В этом случае особый интерес представляет нанесение на поверхность кремния кластерных пленок серебра с контролируемым рельефом [5]. Поскольку высота рельефа составляет единицы нанометров, то такая структура в вертикальной плоскости будет прозрачна для излучения накачки, тогда как в плоскости возможно нелинейное взаимодействие света за счет совпадения периода решетки, частоты плазмонного резонанса серебра и возбуждения волн на границе кремний-металл.

ЛИТЕРАТУРА

1. Zywiets U., Evlyukhin A. B., Reinhardt C., Chichkov B. N. Laser printing of silicon nanoparticles with resonant optical electric and magnetic responses // NATURE COMMUNICATIONS, DOI: 10.1038/ncomms4402.
2. Arseniy I. Kuznetsov¹, Andrey E. Miroshnichenko², Yuan Hsing Fu¹, JingBo Zhang¹ & Boris Luk'yanchuk¹ Magnetic light// Scientific reports, 2: 492, DOI: 10.1038/srep00492.
3. Evlyukhin A. B., Novikov S. M., Zywiets U. et al. Demonstration of magnetic dipole resonances of dielectric nanospheres in the visible region // Nano Letters. 2012. № 12, P. 3749–3755.
4. Andrey B. Evlyukhin and Sergey I. Bozhevolnyi Resonant unidirectional and elastic scattering of surface plasmon polaritons by high refractive index dielectric nanoparticles//PHYSICAL REVIEW B 92, 245419 (2015).
5. В. М. Самсонов, Ю. В. Кузнецова, Е. В. Дьякова О фрактальных свойствах агрегатов металлических нанокластеров на твердой поверхности// Журнал технической физики, 2016, том 86, вып. с. 71.

SUMMARY OF THE PROJECT

The results of the formation of planar nanostructures with relief, repeating the trajectory of movement of an AFM probe were presented. The parameters affecting their geometric dimensions: height, width, uniformity in the layer, etc. were investigated. The method of induced deposition of silver clusters on the silicon wafer surface p-type in the presence of an external electric field was developed. The possibility of using such structures as hybrid circuits using photoelectronic transducers was discussed.

KEYWORDS

Nanostructures, the atomic force microscopy, the probe lithography

ДОКЛАДЧИК:

Перин Антон Сергеевич

Perin Anton

Член экспертной группы

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА:

Фоторефрактивные волноводные и интерферометрические элементы для нелинейного преобразования световых полей

Photorefractive Waveguide and Interferometric Elements for Non-Linear Conversion of Light Fields

ОРГАНИЗАЦИЯ

Томский государственный
университет систем управления
и радиоэлектроники

РЕЗЮМЕ

В работе представлены результаты экспериментального исследования оптического индуцирования фотонных дифракционных структур в фоторефрактивном интерферометре Фабри-Перо (ИФП) на основе кристалла ниобата лития. Экспериментально продемонстрировано самоиндуцирование одномерных периодических дифракционных структур в кристалле. Изучены некоторые особенности пространственного самовоздействия лазерных пучков в фоторефрактивных ИФП на основе легированных фоторефрактивными примесями пластин ниобата лития. Экспериментально продемонстрирована компенсация нелинейной дифракции узких лазерных пучков с длиной волны 532 нм и 633 нм, а также формирование фотонных волноводов и волноводных схем за счет вклада пироэлектрического эффекта в нелинейный отклик кристалла ниобата лития.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Фотоника, ниобат лития, солитон, волновод, интерферометр

ТЕЗИСЫ

Преобразование профилей световых пучков к нужному виду в современной оптике и оптоэлектронике представляет существенный интерес как с точки зрения реализации разного рода нелинейно-оптических экспериментов [1], так и в прикладном плане, при создании лазерных манипуляторов микро- и наночастиц [2], при генерировании, обработке и передаче радио- и оптических сигналов [3–7]. Для изменения профилей используются как пассивные элементы [8–10], так и электрически управляемые пространственные модуляторы [11]. Принципиально пространственный модулятор может быть оптически управляемым, причем для фоторефрактивных материалов мощность управляющих пучков может лежать в микроваттном диапазоне. В последние годы значительно возрос интерес к разработке оптических систем записи, хранения и обработки информации на основе фотосегнетоэлектриков, что делает исследования свойств и характеристик распространения световых полей в фоторефрактивных материалах актуальными. Примером такого материала является сегнетоэлектрический кристалл ниобата лития (LiNbO_3), который получил широкое распространение благодаря набору уникальных электрооптических, пьезоэлектрических и нелинейно-оптических свойств в комбинации с химической стабильностью и прозрачностью в широком диапазоне длин волн света. При введении фоторефрактивных примесей в LiNbO_3 , например, ионов железа (Fe) и меди (Cu) его оптическая однородность может быть нарушена воздействием оптического излучения. Используя данное явление, можно сформировать реконфигурируемые фотонные элементы, которые могут применяться при создании оптически управляемых устройств и приборов для преобразования и управления профилями лазерных световых пучков. Нелинейно-оптические эффекты в интерферометрах Фабри-Перо (ИФП) привлекали ранее повышенный интерес в связи с возможностью реализации на их основе полностью оптических бистабильных и мультистабильных элементов для оптических компьютеров [12]. ИФП на основе фоторефрактивных материалов не обладают требуемым для целей оптических вычислений быстрым действием, однако позволяют реализовать эффекты обращения волнового фронта, нелинейные невзаимные и адаптивные элементы. Фоторефрактивная нелинейность LiNbO_3 может изменяться в широких пределах при его легировании, например, ионами железа (Fe) и меди (Cu), а использование их комбинации с разным соотношением концентраций позволяет варьировать в широких пределах фоторефрактивные характеристики поверхностной области кри-

сталлического образца, в том числе характерное время нелинейного отклика. Кроме того, благодаря низкой темновой проводимости LiNbO_3 оптически индуцированные фоторефрактивные элементы в подобных образцах могут храниться в течение значительного времени, обладая в то же время способностью оптической реконфигурации. С другой стороны, инерционность фоторефрактивного нелинейного отклика дает возможность детального изучения временной эволюции структуры светового поля в подобном интерферометре, обусловленной эффектами его самовоздействия, без применения сложных экспериментальных методик.

Одним из интереснейших направлений при изучении поведения световых волн в нелинейных средах является изучение пространственно локализованных состояний электромагнитных волн — солитонов и их особенностей при бездифракционном распространении в нелинейных средах. Экспериментальные данные научных групп показывают, что в кристалле ниобата лития также возможна самоканализация световых пучков, ими представлена концепция пространственного пироэлектрического солитона — пиролитона. Основной идеей данной концепции является то, что температурный контроль спонтанной поляризации в кристалле LiNbO_3 может создавать оптическую нелинейность, которая является доминирующей в среде наряду с фоторефрактивным эффектом. Изменение температуры приводит к изменению спонтанной поляризации и к возникновению пироэлектрического поля $E_{\text{пиро}}$ противоположного по направлению для поля пространственного заряда E_{sc} , возникающего вследствие фоторефрактивного эффекта. Идея наших исследований заключается в проведении ряда исследований по изучению особенностей поведения световых пучков при их распространении в кристаллах ниобата лития с учетом вкладов фоторефрактивного и пироэлектрического эффектов. Получены количественные оценки времени хранения волноводных элементов, сформированных в LiNbO_3 , с учетом вклада пироэлектрического эффекта, а также проведены экспериментальные исследования по выявлению особенностей дифракции световых пучков в кристалле ниобата лития и в волноводных структурах, созданных на его основе, в условиях однородного нагрева образца.

Таким образом, изучение закономерностей распространения световых полей в фоторефрактивных волноводных и интерферометрических структурах является актуальным как с точки зрения получения фундаментальных знаний об особенностях взаимодействия оптического излучения с веществом, имеющим пространственно-неоднородное распределение физических параметров, так и в плане практического использования выявленных закономерностей при создании лазерных и оптических приборов и устройств.

ЛИТЕРАТУРА

1. Rodas-Verde M. I. Dynamics of vector solitons and vortices in two-dimensional photonic lattices / María I. Rodas-Verde and Humberto Michinel // *Opt. Lett.* — 2006. — Vol. 31. — P. 607–609.
2. Gahagan K. T. Optical vortex trapping of particles / K. T. Gahagan and G. A. Swartzlander, Jr. // *Opt. Lett.* — 1996. — Vol. 21. — № 11. — P. 827–829.
3. Gribovsky A. V. The elliptic gaussian beam scattering on phased antenna array with rectangular waveguides / A. V. Gribovsky and O. A. Yeliseyev // *Progress In Electromagnetic Research M.* — 2012. — Vol. 22. — P. 109–121.
4. Gribovsky A. V. Spatial modifications of three-dimensional elliptic Gaussian beam scattered by two-dimensional periodic array / A. V. Gribovsky and O. A. Yeliseyev // *Advanced Electromagnetics.* — 2012. — Vol. 1. — № 1 — P. 11–18.
5. Letrou C. A Gaussian beam shooting scheme for fast multidimensional physical simulation of propagation channels in wireless communication systems / *International Conference on Electromagnetic in Advanced Applications (ICEAA «07).* — 2007. — P. 33–36.

6. Shlivinski A. A Phase-Space Beam Summation Formulation for Ultrawide-band Radiation / A. Shlivinski, E. Heyman, A. Boag, C. Letrou // IEEE Trans. on Antennas and Propagation. — 2004. — Vol. 52. — № 8. — P. 2042–2056.
7. Fluerasu A. Gaussian beam based simulations of indoor radio propagation channels / A. Fluerasu, C. Letrou // Antennas and Propagation Society International Symposium. — 2003. — Vol. 2. — P. — 102–105.
8. Davidson N. Diffractive elements for annular laser beam transformation / N. Davidson, A.A. Friesem, E. Hasman // Appl. Phys. Lett. — 2009. — Vol. 61. — № 4. — P. 381–383.
9. Continuous — phase elements can improve laser beam quality / Ram Oron, Nir Davidson, Asher A. Friesem, Erez Hasman // Opt. Lett. — 2000. — Vol. 25. — № 13. — P. 939–941.
10. Conversion of a high — order mode beam into a nearly Gaussian beam by use of a single interferometric element / A.A. Ishaaya, G. Machavariani, N. Davidson, A.A. Friesem, E. Hasman // Opt. Lett. — 2003. — Vol. 28. — № 7. — P. 504–506.
11. Nonlinear Bloch modes in two — dimensional photonic lattices / Denis Trager, Robert Fischer, Dragomir N. Neshev, Andrey A. Sukhorukov, Cornelia Denz, Wieslaw Kr. olikowski and Yuri S. Kivshar // Opt. Express. — 2006. — Vol. 14. — № 5. — P. 1913–1923.
12. Гиббс Х. Оптическая бистабильность. Управление светом с помощью света. — М.: Мир. — 1988. 518 с.

SUMMARY OF THE PROJECT

The results of an experimental study of the optical induction of photonic diffraction structures in a photorefractive Fabry-Perot interferometer (FPI) based on lithium niobate crystal have been presented. A self-induction periodic diffraction structure in the crystal has been demonstrated experimentally. Some features of the spatial self-actions of laser beams in photorefractive Fabry-Perot interferometers based on doped with photorefractive impurities lithium niobate plates have been studied. Formation of two-dimensional channel waveguides within a bulk of undoped lithium niobate has been experimentally demonstrated. Waveguide channels with diameter about 12 μm for the wavelength 532 nm and about 23 microns for a wavelength of 633 nm have been formed by the bright spatial solitons obtained at the compensation of the diffraction divergence of light beams in the crystal due to the contribution of the pyroelectric effect into the medium nonlinear response.

KEYWORDS

Photonics, lithium niobate, soliton, waveguide, interferometer

ДОКЛАДЧИК

Петров Михаил Юрьевич

Petrov Mikhail

Член экспертной группы

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Поляризационные эффекты и фотоиндуцированная гиротропия в Si: GaAs в микрорезонаторах

Polarization Properties and Photo-Induced Gyrotropy in Si: GaAs in a Microcavity

ОРГАНИЗАЦИЯ

Санкт-Петербургский
государственный университет

РЕЗЮМЕ

Работа посвящена исследованию поляризационных свойств света, прошедшего через структуру с полупроводниковым микрорезонатором с активным слоем GaAs, легированным кремнием. Интерес к таким структурам обусловлен возможностью создания спин-поляризованного состояния, адресация которого возможна методом оптической накачки и зондирования по фарадеевскому вращению плоскости поляризации зондирующего импульса света. В работе рассмотрен ряд особенностей, возникающих при исследовании систем с микрорезонаторами методами накачки/зондирования.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Полупроводник, микрорезонатор, спин, спинтроника, фарадеевское вращение

ТЕЗИСЫ

Современная информационная эра сформировалась благодаря исследованиям полупроводниковой электроники и, во многом, благодаря созданию электрического транзистора, отмеченным в 1956 году Нобелевской премией по физике [1]. Транзистор сегодня является ключевым звеном всех компьютерных микросхем, даже спустя более полувека. Тем не менее, также очевидно, что экспоненциальный рост числа транзисторов на одной микросхеме не может продолжаться бесконечно. Миниатюризация электроники подходит сейчас к той точке, когда перенос электрического заряда больше не может быть столь эффективным, как ранее, просто потому что на расстояниях порядка 10 нанометров (это характерное значение техпроцесса современной микроэлектроники) начинают все большую роль играть квантово-механические явления, в частности, явление туннелирования заряда. Логическая ячейка, позволяющая определить булевы состояния 0 и 1 на физическом уровне как присутствие и отсутствие заряда больше не может быть столь же эффективной.

В начале XX века в обиход исследователей входит новое направление электроники, так называемая спиновая электроника или спинтроника [2]. Спинтроника оперирует дополнительным свойством электрона, а именно его собственным механическим моментом — спином. Электронный спин связан с магнитным моментом, который для невзаимодействующего электрона может принимать два значения, спроектированные на ось наблюдения «вверх» и «вниз». Эти состояния также можно использовать в качестве базиса для реализации компьютерных операций и создания ячеек памяти. Наиболее известным устройством, использующим магнитный момент множества спинов в качестве ячейки памяти является хорошо всем известный жесткий диск. В основе его работы лежит эффект гигантского магнитосопротивления, возникающий в слоистых системах, состоящих из чередующихся слоев ферромагнитных материалов с подключенными к ним электродами и слоев немагнитных металлов. Эффект состоит в существенном изменении электрического сопротивления структуры при изменении взаимного направления намагниченностей в соседних ферромагнитных слоях. Открытие эффекта гигантского магнитосопротивления также было отмечено Нобелевской премией по физике в 2007 году [3].

Современные исследования в области спинтроники сосредоточены на попытках создания устройств, оперирующих малым числом спинов, единичными элементарными магнитными моментами. В полупроводниках адресация спина может производиться оптическими методами, благодаря эффекту оптической ориентации, заключающемуся в наличии неодинаковых вероятностей рождения электронов со спинами «вверх» и «вниз» при поглощении полупроводником света циркулярной поляризации [4]. Это позволяет полностью оптическим методом создавать спиновую поляризацию электронов в широком классе парамагнитных полупроводников, среди которых наиболее известным является арсенид галлия. Исследования полупроводниковых наноструктур — квантовых ям и квантовых точек, использующих эффект размерного квантования движения электронов для пространственной локализации электронов в плоскости или по всем трем направлениям — показали возможность не просто создавать макроскопическую спиновую намагниченность в структуре, но также создавать так называемые когерентные суперпозиционные состояния и считывать их по прошествии достаточно длинных промежутков времени. Эти исследования приближают нас к созданию квантовых компьютеров, в основе работы логических ячеек которого будет заложено использование квантово-механически запутанных спиновых состояний. Исследования в этой области проводятся рядом ведущих мировых научных центров в США, ЕС, РФ, Японии, Китае и др. странах.

Доклад посвящен обзору оригинальных исследований, проводимых в лаборатории оптики спина СПбГУ, где был реализован ряд современных экспе-

риментальных методик, позволяющих осуществлять экспериментальные исследования спиновой динамики с высоким поляризационным и временным разрешением. Основными объектами исследований являются полупроводниковые микрорезонаторы, представляющие собой слоистые структуры полупроводниковых материалов, обладающих различными показателями преломления света. Технологии эпитаксиального роста кристаллов позволяют прецизионно (с точностью до одного атомного слоя) напылить один слой полупроводникового материала на подложку из другого полупроводника сколь угодно много раз (при согласовании постоянных кристаллической решетки), благодаря чему можно сделать структуру с брэгговским интерференционным зеркалом, обладающим коэффициентом отражения света, близким к 100%. Микрорезонатором называется структура, состоящая из двух брэгговских отражателей с заключенным между ними межзеркальным промежутком [5]. Помещая наноструктуру или примесные центры внутрь межзеркального промежутка микрорезонатора, можно многократно усилить взаимодействие света со спинами электронов. Добротность современных микрорезонаторов на основе материалов GaAs/AlAs составляет порядка $Q=30000$.

Современные исследования легированных полупроводниковых структур GaAs основаны на наблюдении магнитооптического эффекта Фарадея, приводящего к вращению плоскости поляризации линейно поляризованного света при прохождении через структуру с ориентированными спинами. Сверхчувствительные поляриметрические методики, основанные на методах синхронного детектирования и оптического гетеродинамирования, принцип работы которых будет описан в докладе, позволяют наблюдать углы фарадеевского вращения вплоть до сотых долей миллирадиана, что позволяет наблюдать спиновую динамику малого числа спинов.

Особенностью исследования структур, заключенных в полупроводниковых микрорезонаторах является многократное усиление всех поляризационных эффектов, возникающих при прохождении света через вещество. Это могут быть простое статическое двулучепреломление и фотоиндуцированная гиротропия. В докладе будут рассмотрены физические механизмы, приводящие к существенному усложнению поляризационных свойств микрорезонаторов и усложняющих интерпретацию экспериментальных результатов по наблюдению фарадеевского вращения. Пример динамики ядерной спиновой релаксации, наблюдаемой при изучении фарадеевского вращения, показан на рис. 1. Теоретическая интерпретация результатов, тем не менее, оказывается возможной с использованием формализма матриц переноса, позволяющих описать распространение света в слоистых структурах [6].

Рис. 1. (а) Спектр пропускания света эллиптической поляризации структуры с микрорезонатором GaAlAs/GaAs, обладающим Q -фактором $Q=30000$. Две собственные моды микрорезонатора показаны линиями черного и красного цветов. (б) Динамика фарадеевского вращения в реальном времени, зарегистрированная после продолжительной оптической накачки системы до состояния с положительной (голубая кривая) и отрицательной (красная кривая) спиновой температуры. Спиновая релаксация сопровождается двухэкспоненциальным процессом размагничивания (черные кривые) с характерными временами, указанными на графике. (в) Кривая стационарного фарадеевского вращения как функция поперечного магнитного поля (черная кривая) и ее аппроксимация лоренцевским контуром (серая кривая), характеризующая развал электронной спиновой поляризации (эффект Ханле). Цифрами обозначены характерные точки зависимости, наблюдаемые в динамике фарадеевского вращения, представленной на панели (б).

ЛИТЕРАТУРА

1. «The Nobel Prize in Physics 1956». NobelPrize. org. Nobel Media AB. Retrieved December 7, 2014.
2. S. A. Wolf, D. D. Awschalom, R. A. Buhrman, J. M. Daughton, S. von Molnar, M. L. Roukes, A. Y. Chtchelkanova, and D. M. Treger, «Spintronics: A Spin-Based Electronics Vision for the Future», Science 294, 1488 (2001).

3. «The Nobel Prize in Physics 2007». NobelPrize. org. Nobel Media AB. Retrieved February 27, 2011.
4. «Optical Orientation», Edited by B. P. Zacharchenya and F. Meire (North-Holland, Amsterdam 1984).
5. R. Houdre, C. Weisbuch, R. P. Stanley, U. Oesterle, P. Pellandini, and M. Illegems, «Measurement of Cavity-Polariton Dispersion Curve from Angle-Resolved Photoluminescence Experiments», Physical Review Letters 73, 2043 (1994).
6. Pochi Yeh, «Optical Waves in Layered Media», 2nd Ed. (John Wiley & Sons, New Jersey, 2005).

SUMMARY OF THE PROJECT

The project is aimed at the investigation of the Faraday rotation in a semiconductor microcavity with an active layer of n-doped GaAs.

KEYWORDS

Semiconductor, microcavity, spin, spintronics, Faraday rotation

ДОКЛАДЧИК

Шеремет Александра
Сергеевна

Alexandra Sheremet

Член экспертной группы

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Стохастические процессы в экситон-поляритонном бозе-эйнштейновском конденсате

Stochastic Processes in the Exciton-Polariton Bose-Einstein Condensate

ОРГАНИЗАЦИЯ

Санкт-Петербургский
национальный
исследовательский университет
информационных технологий,
механики и оптики

РЕЗЮМЕ

В настоящей работе мы рассматриваем стохастические процессы, связанные с экситон-фотонными и фотон-экситонными превращениями в экситон-поляритонном бозе-эйнштейновском конденсате. Рассматриваемые стохастические процессы изучаются с помощью двух-цветовых корреляционных функций.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Экситон-поляритоны, осцилляции Раби, стохастические процессы

ТЕЗИСЫ

Взаимодействие света с веществом является ключевым аспектом при построении квантово-информационных приложений, используемых для хранения, обработки и передачи секретной информации. В квантово-информационных приложениях рассматриваются квантовые состояния, полученные с помощью сильного взаимодействия между квантами света и атомными или твердотельными системами. С точки зрения квантовой механики взаимодействие фотона резонатора с экситоном квантовой ямы приводит к получению так называемой гибридной моды, которая называется экситон-поляритоном.

Экситон-поляритоны — это бозонные квазичастицы, существующие внутри полупроводниковых микрорезонаторов. Являясь квазичастицей, экситон-поляритоны могут быть представлены в виде суперпозиции экситона и находящегося внутри резонатора фотона. Такие двумерные квазичастицы представляют большой интерес в квантовой оптике и могут быть использованы для получения неклассического состояния света.

Дуальная природа экситон-поляритонов может быть описана с помощью когерентного процесса осцилляций Раби, которые представляют собой биения между экситонными и фотонными состояниями в полупроводниковом микрорезонаторе в режиме сильной связи. Однако в следствие процессов декогеренции осцилляции Раби быстро исчезают. Механизм процессов декогеренции еще полностью не изучен.

Наряду с когерентным процессом осцилляций Раби дуальная природа экситон-поляритонов может быть описана некогерентными стохастическими процессами, соответствующими экситон-фотонным и фотон-экситонным превращениям с характерным временем τ_{sc} . Такие экситон-фотонные превращения могут быть изучены с помощью двухцветных корреляционных функций второго порядка. Уменьшение двухцветной корреляционной функции света, излученного верхней и нижней ветками, наряду с увеличением одноцветных корреляционных функций света, испущенного каждой веткой в отдельности, может судить о наличии стохастических экситон-фотонных превращениях и о неклассической природе излучаемого света. Экспериментальное наблюдение такого эффекта подтвердит идею о квантово-суперпозиционном состоянии экситон-поляритонной квазичастицы.

SUMMARY OF THE PROJECT

In the present work we consider stochastic exciton-to-photon and photon-to-excitons conversions in the exciton-polariton Bose-Einstein condensate. These stochastic processes are studied by considering of two-color correlation functions.

KEYWORDS

Exciton-polaritons, Rabi oscillations, stochastic processes

ДОКЛАДЧИК

Абдрахманов Рустам
Жамилевич
Abdrakhmanov Rustam

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Двумерные гетерокорреляционные ямр эксперименты и анализ величин остаточного диполь-дипольного взаимодействия в определении структуры бета-амилоида A β 13–23 в растворе

ОРГАНИЗАЦИЯ

Казанский (Приволжский)
федеральный университет

РЕЗЮМЕ

В 1991 году была предложена «амилоидная гипотеза», согласно которой базовой причиной заболевания являются отложения бета-амилоида (A β). Ген, кодирующий белок (APP), из которого образуется бета-амилоид, расположен на 21 хромосоме. Установлено, что болезнь Альцгеймера является протеинопатией — заболеванием, связанным с накоплением в тканях мозга ненормально свёрнутых белков — бета-амилоида и тау-белка. Анализируя данные о наличии кросс-пиков в двумерных 1H-1H TOCSY и 1H-1H COSY спектрах были отнесены сигналы протонов CH, CH₂ и CH₃ групп аминокислот исследуемого бета-амилоида и установлено наличие 11 групп сигналов соответствующих различным аминокислотным остаткам.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Бета-амилоид, ЯМР-спектроскопия, пептид, болезнь Альцгеймера.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

1. Получить данные о химических сдвигах ядер 1H с помощью двумерного гетероядерного корреляционного 1H-13C HSQC эксперимента ЯМР.
2. Провести отнесение сигналов ядер 13C для A β 13–23 в растворе 20 mM фосфатного буфера при pH=7.3 и T=293 K.
3. Освоены методы проведения двумерных гомо- и гетероядерных корреляционных экспериментов ЯМР (1H-1H TOCSY, 1H-13C HSQC).
4. С помощью полученных экспериментальных данных о химических сдвигах 1H и 13C была подтверждена химическая структура бета-амилоида A β 13–23.

ВВЕДЕНИЕ

Болезнь Альцгеймера (также сенильная деменция альцгеймеровского типа) — на данный момент, неизлечимое нейродегенеративное заболевание.

Бляшки образуются из малых пептидов длиной в 39–43 аминокислоты, именуемых бета-амилоидом (A-beta, A β). Бета-амилоид является фрагментом более крупного белка-предшественника — APP. Этот трансмембранный белок играет важную роль в росте нейрона, его выживании и восстановлении после повреждений. Этот трансмембранный белок играет важную роль в росте нейрона, его выживании и восстановлении после повреждений. При болезни Альцгеймера по неизвестным пока причинам APP подвергается протеолизу — разделяется на пептиды под воздействием ферментов.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Изученный в работе бета-амилоид A β 13–23 был синтезирован в лаборатории пептидного синтеза, отделения химии поверхностных явлений, технического университета Лулео под руководством доктора физико-математических наук Филиппова А. В. (Luleå University of Technology, Luleå, SE-91187, Sweden).

Бета-амилоид был растворен в 20 mM фосфатном буфере (90% H₂O + 10% D₂O) при pH = 7.3 и T = 293 °K.

1H и 13C эксперименты ЯМР для бета-амилоида A β 13–23 в растворе 20 mM фосфатного буфера были проведены на ЯМР спектрометре Avance-500 (Bruker) (500 МГц (1H), 125.76 МГц (13C)) при температуре 293 K.

Изученный в работе бета-амилоид $A\beta_{13-23}$ был синтезирован в лаборатории пептидного синтеза, отделения химии поверхностных явлений, технического университета Лулео под руководством доктора физико-математических наук Филиппова А. В. (Luleå University of Technology, Luleå, SE-91187, Sweden).

Бета-амилоид был растворен в 20 мМ фосфатном буфере (90% H_2O + 10% D_2O) при pH = 7.3 и T = 293 °K.

1H и ^{13}C эксперименты ЯМР для бета-амилоида $A\beta_{13-23}$ в растворе 20 мМ фосфатного буфера были проведены на ЯМР спектрометре Avance-500 (Bruker) (500 МГц (1H), 125.76 МГц (^{13}C)) при температуре 293 К.

Отнесение сигналов в спектрах ЯМР на ядрах 1H и ^{13}C проводилось по методике совместного использования TOCSY и HSQC экспериментов.

Таблица 1. Экспериментальные данные ЯМР 1H химических сдвигов бета-амилоида $A\beta_{13-23}$ в растворе 20 мМ фосфатного буфера (90% H_2O + 10% D_2O) при pH = 7.3 и T = 293 К.

	НН	На	Нb	Нg	Прочие
His13		4.67	3.23, 3.11		
His14	8.40	4.60	3.16, 3.06		7.31 (H2), 7.19 (H4)
Gln15		4.32	2.06, 1.99	2.35	
Lys16	8.25	4.58	1.78	1.41	2.99 (e), 1.68 (d)
Leu17	8.33	4.34	1.49	0.83, 0.76	0.92, 0.86
Val18	7.97	4.05	1.92		
Phe (1)	8.25	4.32	3.01, 2.92		6.91(2/6), 7.12 (3/5)
Phe (2)	8.16	4.58	3.11, 2.95		6.90 (2/6), 7.21(3/5)
Ala21	8.27	4.23	1.37		
Glu22	8.48	4.24	2.09, 1.95	2.29	
Asp23	8.34	4.57	2.69		

Таблица 2. Экспериментальные данные ЯМР ^{13}C химических сдвигов бета-амилоида $A\beta_{13-23}$ в растворе 20 мМ фосфатного буфера (90% H_2O + 10% D_2O) при pH = 7.3 и T = 293 К.

	Ca	Cb	Cy	Прочие
His13	50.15	25.82		
His14	52.22	26.2		
Gln15	53.18	26.89	30.79	
Lys16		30.2		26.34, 39.04
Leu17	52.18	21.89	24.16	20.71, 20.92
Val18	59.15	30.2	17.54, 18.37	
Phe(1)	52.94			
Phe(2)		37.14		
Ala21	49.46	16.4		
Glu22	53.67	21.37		
Asp23	54.46	30.31		

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

В спектрах 1H - 1H TOCSY и 1H - 1H COSY экспериментов наблюдалось наличие 11 групп сигналов соответствующих различным аминокислотным остаткам. Таким образом, анализируя данные о наличии кросс-пиков

в двумерных ^1H - ^1H TOCSY и ^1H - ^1H COSY спектрах были отнесены сигналы протонов CH , CH_2 и CH_3 групп аминокислот исследуемого бета-амилоида и установлено наличие 11 групп сигналов соответствующих различным аминокислотным остаткам (таблица 1). Полученные данные ^1H химических сдвигах исследуемого пептида приведены в таблице 1. В спектрах экспериментов ^1H - ^1H TOCSY и ^1H - ^1H COSY было невозможно различить кросс-пики для аминокислотных остатков Phe 19 и Phe 20, поэтому в дальнейшем будем обозначать их Phe(1) (^1H XC амидного протона 8.25 м. д.) и Phe(2) (^1H XC амидного протона 8.16 м. д.).

В ^1H - ^{13}C HSQC спектре ЯМР бета-амилоида $\text{A}\beta_{13-23}$ в растворе 20 мМ фосфатного буфера наблюдались кросс-пики между сигналами ядер ^1H и ^{13}C . Сопоставляя значения XC ядер ^1H полученных из ^1H - ^1H TOCSY и ^1H - ^1H COSY экспериментов (таблица 2) были отнесены соответствующие им сигналы ядер ^{13}C в двумерном ^1H - ^{13}C HSQC спектре ЯМР.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Usachev, K. Klochkov V. Spatial structure of beta-amyloid $\text{A}\beta_{1-40}$ in complex with a biological membrane model
2. Usachev, K. Klochkov V. Solution structures of Alzheimer's amyloid $\text{A}\beta_{13-23}$ peptide: NMR studies in solution and in SDS
3. Coles, M. Solution Structure of Amyloid β -Peptide (1-40) in a Water-Micelle Environment. Is the Membrane-Spanning Domain Where We Think It Is?
4. Selkoe D.J., Presenilins, beta-amyloid precursor protein and the molecular basis of Alzheimer's disease
5. Nistor, M. Alpha- and beta-secretase activity as a function of age and beta-amyloid in Down syndrome and normal brain
6. Lott, I. Alzheimer disease and Down syndrome: factors in pathogenesis
7. Keeler, J. Understanding NMR Spectroscopy
8. Дероум, Э. Современные методы ЯМР для химических исследований
9. Vivekandan, S. A partially folded structure of amyloid-beta in an aqueous environment.

SUMMARY OF THE PROJECT

In 1991 he proposed the «amyloid hypothesis» according to which the basic cause of the disease are deposits of beta-amyloid ($\text{A}\beta$). The gene encoding protein (APP), which formed beta-amyloid, located on chromosome 21. It is established that Alzheimer's disease is proteinopathy is a disease associated with the accumulation in the brain tissue abnormally folded proteins — beta amyloid and Tau protein. Analyzing the data on the presence of cross-peaks in two-dimensional ^1H - ^1H TOCSY and ^1H - ^1H COSY spectra were assigned to the signals of the protons of CH , CH_2 and CH_3 groups of amino acids of the studied beta-amyloid and the presence of 11 groups of signals corresponding to different amino acid residues.

KEYWORDS

Amyloid peptide $\text{A}\beta_{13-23}$, NMR spectroscopy, Alzheimer's disease.

ДОКЛАДЧИК

Андреев Алексей Олегович

Andreev Alexey

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Метод определения центра масс небесных тел относительно фигуры на основе гармонического анализа разложения по сферическим функциям с целью уточнения параметров физической либрации

ОРГАНИЗАЦИЯ

Казанский (Приволжский)
федеральный университет

РЕЗЮМЕ

Настоящее время все данные по селенофизике можно разделить на два типа. Первый тип данных, полученный путем сканирования физической поверхности Луны «бортовыми» спутниками, хорошо описывает физическую поверхность, однако не позволяет определить координаты реперных объектов, расположенных на Луне. Другой тип данных, полученный на основе прямой привязки лунных объектов к звездам, позволяет точно определить координаты опорных объектов, но не описывает с удовлетворяющей точностью лунную поверхность. И все эти системы имеют разные системы отсчета и ориентации осей.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Селенодезия, сферические функции, физическая либрация.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Построение навигационной системы координат. Определение положения центра масс Луны по анализу разложения по сферическим функциям гипсометрической модели Луны. Анализ динамической системы селенографических координат с учетом физической либрации Луны.

ВВЕДЕНИЕ

Современные программы космических исследований используют методы структурного анализа внутреннего строения небесных тел, демонстрируют возможности и преимущества междисциплинарного подхода: астрофизические наблюдения и теоретическое моделирование дополняются геофизическими задачами и методами, уточняются непосредственными реальными экспериментами. Ключевую роль при этом играет анализ физической либрации, и основной проблемой при этом является обнаружение планетного ядра и определение его параметров, в частности, положения центра масс относительно фигуры. Если для Земли решение данной задачи производится на основе большого массива наземных и космических наблюдений, то для небесных тел такие возможности сильно ограничены.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Для анализа поверхностей селенографических данных отсчета было выполнено прямое сравнение гипсометрических данных по независимой селеноцентрической координатной системы «KSC-1162» с гипсометрическими данными, представляющими собой набор высот в рамках миссии «Clementine». Использовались следующие методы и математическое программное обеспечение.

Гипсометрический профиль поверхности может быть получен в результате разложения высот в ряды по сферическим функциям. Из их анализа можно судить о степени близости гипсометрических данных из каталога «KSC-1162» и миссии «Clementine». В итоге была получена модель разложения 40-го порядка, точно описывающая общие особенности фигуры Луны. Оценки параметров получены из решения переопределенной системы 72548 линейных уравнений методом наименьших квадратов (метод Гаусса-Жордана).

Соответствующие внутренние критерии были определены одновременно с гармоническими коэффициентами, характеризующими точность оценки и статистическую значимость как отдельных коэффициентов, так и всей модели в целом. Процедура пошаговой регрессии при уровне значимости $\alpha=0,5$ использовалась для генерации оптимальной структуры модели t-критерия.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

В процессе выполнения работы были получены данные взаимного положения центра масс Луны и центра фигуры как базис для построения численной спин-орбитальной теории Луны. При этом был разработан новый метод прямого корреляционного анализа исследуемых систем. Также был разработан метод для вывода положения центра масс небесных тел на основе радиус-векторов известных реперных точек.

Результаты прямого сравнения гипсометрических данных миссии «Clementine» с каталогом «KSC -1162» показали хорошее согласие. Это относится и к редукции рельефа в северном полушарии, и к поведению рельефа в целом. Это согласие подтверждает достоверность данных сравниваемых систем.

Анализ позиции ЛЦМ относительно ЛЦФ также показывает хорошее согласие для всех вариантов, кроме системы «ULCN 2005». Данное исследование показало, что каталог «ULCN 2005» не является селеноцентрическим. Следовательно, в будущем планируется конвертация данного каталога координат в динамическую систему координат.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Rambaux N., J.G. Williams (2011) The Moon's physical librations and determination of their free modes. *CelestMechDynAstr* (2011) 109:85–100, DOI 10.1007/s10569-010-9314-2
2. Williams J.G., Boggs D., Yoder Ch., Ratcliff J., Dickey J., Lunar rotational dissipation in solid body and molten core. *J. Geoph. Res.*, v. 106, No E11, pp. 27, 933–27, 968, 2001.
3. Nefedyev Y.A. et al. Analysis of data of «Clementine» and «KAGUYA» missions and «ULCN» and «KSC-1162» catalogues // *Advances in Space Research.* — 2012. — Т. 50. — №. 11. — С. 1564–1569.
4. Araki H. et al. Lunar global shape and polar topography derived from Kaguya-LALT laser altimetry // *Science.* — 2009. — Т. 323. — №. 5916. — С. 897–900.

SUMMARY OF THE PROJECT

In this paper an analysis of data coordinate systems from selenographic catalogues and space missions was carried out. The lunar macrorelief models were made on basis of the software package ASNI USTU using method of the spherical harmonic expansion. These models accurately describe the global features of the lunar figure. To construct these models the following sources of topographic information were used: «Clementine» and «KAGUYA» (Selena, Japan mission) missions, «KSC-1162» (Kazan selenocentric catalogue), «Kiev» (selenodesic catalogue), «SAI» (Chuikova (1975)), «Bills, Ferrari», «ULCN» (The Unified Lunar Control Network 2005). Direct comparison hypsometric information «KSC-1162» catalogue data with «Clementine» mission was carried out. These researches confirmed a good agreement of the hypsometric information of compared systems. The normalized coefficients were obtained on basis of the hypsometric information expansion for eight sources. The displacement of the lunar center of mass (LCM) relatively to the lunar center of figure (LCF) was obtained by using topographic data selenodetical catalogues and space missions.

KEYWORDS

Selenodesy; Center of mass; Center of figure; Robust methods; Cosmic missions; Selenocentric catalogues.

ДОКЛАДЧИК

Бабаджан Раиса-Довлета
Александровна
Babadzhan Raisa-Dovleta

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Анализ движения пробной нуль-струны в гравитационном поле двухслойной радиально коллапсирующей мульти-струнной системы

ОРГАНИЗАЦИЯ

Крымский федеральный
университет имени
В. И. Вернадского

РЕЗЮМЕ

В работе проведен анализ движения пробной нуль-струны в гравитационном поле мультиструнной системы состоящей из двух замкнутых нуль-струн, для наиболее интересного случая, когда «зоны взаимодействия» нуль-струн, образующих мультиструнную систему, перекрываются. Наиболее интересным результатом работы можно считать то, что устойчивые во времени и ограниченные в пространстве области, внутри которых происходят колебания нуль-струны (в окрестности фиксированной (неподвижной) точки), можно рассматривать как локализованные в пространстве частицы с эффективной ненулевой массой покоя, что можно рассматривать как возможную альтернативу механизму Хиггса.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Космология, нуль-струна, механизм Хиггса, гравитационное поле.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Провести анализ движения пробной нуль-струны в гравитационном поле мультиструнной системы состоящей из двух замкнутых нуль-струн, для наиболее интересного случая, когда «зоны взаимодействия» нуль-струн, образующих мультиструнную систему, перекрываются.

ВВЕДЕНИЕ

Космические струны являются одномерными областями концентрации энергии, которые могут естественно возникать в результате спонтанного нарушения симметрии при фазовых переходах в процессе эволюции Вселенной. Наличие таких объектов во Вселенной не противоречит наблюдаемому микроволновому реликтовому излучению. Так же не исключается, что космические струны могли сохраниться до современной эпохи и могут быть наблюдаемыми. Нуль-струны реализуют предел нулевого натяжения теории струн т.е., могли образовываться на ранних этапах эволюции Вселенной. Так, например, интересна возможность участия сети (газа) струн в формировании «темной» материи, а также нуль-струнный механизм инфляционного сценария.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

В цилиндрической системе координат функции $x^a(\tau, \sigma)$, определяющие траектории движения (мировые поверхности) двух замкнутых нуль-струн, образующих рассматриваемую в работе мультиструнную систему (источник), имеют вид:

$$t = \tau, \rho = -\tau, \theta = \sigma, z = -z_0 \quad (1)$$

где z_0 — положительная константа, τ — времениподобный параметр, изменяющийся в пределах от 0 до плюс бесконечности, σ — пространственно подобный параметр, который изменяется в пределах от 0 до 2π .

Можно отметить, что траектории (1) описывают случай движения мультиструнной системы, имеющей слоистую структуру, а именно, в системе имеется два слоя (поверхности), положение которых на оси z определяет константа z_0 . На каждом слое находится по одной замкнутой нуль-струне, радиусы которых, в любой фиксированный момент времени, одинаковы.

Квадратичная форма, описывающая гравитационное поле рассматриваемой мультиструнной системы имеет вид: $dS^2 = e^{2\nu} (dt^2 - d\rho^2) - Bd\theta^2 - e^{2\mu} dz^2$

Движение нуль-струны в псевдоримановом пространстве-времени определяется системой уравнений

$$x^m{}_{,\tau\tau} + \Gamma^m_{pq} x^p, \tau x^q, \tau = 0; \quad g_{mn} x^m, \tau x^n, \tau = 0, g_{mn} x^m, \tau x^n, \sigma = 0$$

где индексы m, n, p, q принимают значения $0, 1, 2, 3$, запятые означают частные производные, g_{mn} Γ_{mnpq} — метрический тензор и символы Кристоффеля внешнего пространства-времени соответственно.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

В ходе работы были решены уравнения движения системы, описанной выше. В качестве вывода можно сказать следующее: в зависимости от значения величины начальных импульсов точек пробной нуль-струны по переменной z действие гравитационного поля двухслойной радиально коллапсирующей мультиструнной системы может приводить или к пульсирующим (ограниченным по переменной z и не ограниченным по переменной ρ) движениям пробной нуль-струны, или к устойчивым во времени колебаниям пробной нуль-струны в окрестности фиксированной (неподвижной) точки пространства (повторяющиеся траектории ограничены и по переменной z , и по переменной ρ).

Можно отметить, что наиболее интересным результатом работы можно считать то, что устойчивые во времени и ограниченные в пространстве области, внутри которых происходят колебания нуль-струны (в окрестности фиксированной (неподвижной) точки), можно рассматривать как локализованные в пространстве частицы с эффективной ненулевой массой покоя. В этом случае, способность мультиструнных систем, при перекрытии «зон взаимодействия», порождать частицы с эффективной ненулевой массой покоя можно рассматривать как возможную альтернативу механизму Хиггса.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. P. J. E. Peebles, Principles of Physical Cosmology, Princeton University Press, (1994).
2. A. D. Linde, Particle Physics and Inflationary Cosmology, Harwood, Chur, (1990).
3. D. P. Bennet, Formation and Evolution of Cosmic Strings, Cambridge University Press, (1990).
4. A. Schild, Phys. Rev. D 16, 1722 (1977).
5. C. T. Hill, D. N. Schramm and J. N. Fry, Commun Nucl. Part. Phys. 19, 25 (1999).
6. R. Schild, I. S. Masnyak, B. I. Hnatyk, and V. I. Zhdanov, arXiv: astro-ph/0406434.
7. K. A. Oliv, arXiv: astro-ph/0301505.
8. G. Bertone, D. Hooper, J. Silk, Phys. Rept. 405, 279 (2005).
9. A. P. Lelyakov, Gravitation and Cosmology 21, No. 3, 200 (2015).
10. A. P. Lelyakov, Gravitation and Cosmology 21, No. 4, 309 (2015).
11. O. P. Lelyakov, A. S. Karpenko, R.-D. O. Babadzhan, Ukr. J. Phys. 59, 547 (2014).
12. O. P. Lelyakov, A. S. Karpenko, R.-D. O. Babadzhan, Ukr. J. Phys. 59, 1114 (2014).

SUMMARY OF THE PROJECT

The analysis of the test null string motion in the gravitational field multi-string system consisting of two closed null string, the most interesting case when «interaction zone» null string, forming multi-string system overlap are obtained. The most interesting result of the work is possibility of realizing of that stable in time and limited in the space fields, in which the vibrations of the null string occur (in the vicinity of the fixed (stationary) point). It can be regarded as localized in space particles with an effective non-zero rest mass, which can be considered as a possible alternative to the Higgs mechanism.

KEYWORDS

Cosmology, null string, the Higgs mechanism, gravitational field.

ДОКЛАДЧИК

Бабич Екатерина Сергеевна
Babich Ekaterina

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Оптические исследования резонансных характеристик малых групп металлических наночастиц

ОРГАНИЗАЦИЯ

Санкт-Петербургский
политехнический университет
Петра Великого

СОАВТОР(Ы) ДОКЛАДА

Щербак С. А.

РЕЗЮМЕ

Резонансные свойства единичных серебряных наностроек и их малых групп на настоящий момент практически не изучены. В рамках данного проекта были исследованы морфология наностроек, их спектральные характеристики и применимость для усиления рамановского рассеяния. Упорядоченные массивы одиночных и двойных наностроек серебра на поверхности стекла были изготовлены по уникальной технологии роста на основе метода обратной диффузии и электро-полевого структурирования, разработанной в нашей лаборатории. Оптические исследования таких структур позволили установить влияние параметров наностроек на положение плазмонного резонанса и усиление рамановского рассеяния.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Металлические наночастицы, наностроекные пленки, серебро, плазмонный резонанс, рамановская спектроскопия.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Цель: установить связь резонансных характеристик наностроек серебра с их морфологией и взаимным расположением, оценить эффективность рамановского рассеяния усиленного единичными наностройками.

Задачи:

- изготовить массивы из наностроек серебра на поверхности стекла по заявленной методике;
- описать морфологию одиночных и двойных наностроек посредством атомно-силовой (АСМ) и сканирующей электронной (СЭМ) микроскопии;
- получить характерные спектры рассеяния одиночных и двойных наностроек серебра различных форм и размеров, используя метод темнопольной микроскопии;
- провести апробирование полученных наноструктур в качестве подложек для рамановской спектроскопии, используя тестовый анализ различной концентрации;
- провести компьютерное моделирование процесса рассеяния света одиночными наностройками на основе экспериментальных данных.

ВВЕДЕНИЕ

Исследование резонансных характеристик металлических наночастиц и процесса рассеяния ими света принципиально важно для таких областей, как нелинейная оптика [1] и фотовольтаика [2]. Особый интерес также представляет использование плазмонных структур с металлическими наностроекными пленками в качестве активных элементов сенсоров на основе поверхностно-усиленной рамановской спектроскопии [3]. Разработка чувствительных элементов сенсоров, спектральную область максимальной чувствительности которых возможно задавать на начальном этапе роста металлических наностроек, является одной из важных прикладных задач и целью настоящего проекта.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Для исследования спектральных характеристик металлических наночастиц был выращен двумерный массив наностроек серебра. Островки были

сформированы на поверхности стекла в результате последовательных процессов ионного обмена, электро-полевой термообработки с использованием структурированного анодного электрода и отжига стекла в восстановительной атмосфере водорода [4]. Описанная методика позволяет выращивать как одиночные, так и малые группы близкорасположенных наноструктур. Параметры островков определяются задаваемыми условиями роста.

Использование конфокального темнопольного микроскопа дало возможность детектировать сигнал рассеяния от отдельных нанобъектов при полной блокировке фоновой засветки. Определенные таким способом спектральные характеристики позволили найти положение резонанса, а данные АСМ и СЭМ измерений — получить значения высоты и латеральных размеров частиц. На основе экспериментальных данных было выполнено моделирование процесса рассеяния в вычислительном пакете COMSOL Multiphysics.

Исследуемые наноструктуры были апробированы в качестве подложек для рамановской спектроскопии при нанесении на них каплей водного раствора красителя родамина 6Ж различной концентрации. Спектральные характеристики родамина 6Ж хорошо известны, что позволило охарактеризовать оптические свойства используемых структур при расшифровке полученных рамановских спектров.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Выращенные островки представляют собой полуэллипсоиды (латеральные размеры от 70 до 150 нм), вытянутые в направлении, перпендикулярном поверхности стекла (высота от 50 до 100 нм), при этом расстояние между двойными наноструктурами варьируется от 6 до 70 нм.

На основе сопоставления полученных методом темнопольной спектроскопии спектров рассеяния и результатов численного моделирования с параметрами исследуемых наноструктур выявлены зависимости спектрального положения плазмонного резонанса (ПР) от высоты и поперечного размера отдельного наноструктура. С увеличением диаметра положение ПР смещается в длинноволновую область (по результатам измерений — от 600 до 700 нм), в то время как изменение высоты не оказывает значительного влияния на спектральные характеристики.

При нанесении на поверхность стеклянной подложки с массивом одиночных (двойных) наночастиц каплей водного раствора родамина 6Ж концентрацией 10^{-3} моль/л и 10^{-4} моль/л измерены спектры рамановского рассеяния с характерными для используемого красителя линиями [5]. При этом интенсивный сигнал зарегистрирован только в области расположения отдельных наночастиц, что подтверждает сопоставление АСМ карты изготовленного массива наноструктур с картой интенсивности сигнала рамановского рассеяния на характеристической частоте 1354 см^{-1} . Из отсутствия детектируемого сигнала в области чистого стекла можно сделать вывод о существенном усилении рамановского сигнала наноструктурами. В то же время отсутствие опорного сигнала от области стекла без наноструктур не позволяет провести количественную оценку наблюдаемого усиления. Вследствие этого мы провели сравнение сигнала от наноструктур с сигналом, усиливаемым островковой пленкой серебра [6], усиление которой сравнимо с усилением коммерчески доступных подложек, до 10^8 . Сопоставление спектров позволило сделать вывод, что коэффициент усиления как одиночных так и двойных наноструктур серебра сравним с усилением островковой пленки и составляет порядка 10^8 .

Мы экспериментально установили зависимость интенсивности рамановского рассеяния от геометрии отдельных наноструктур (диаметр, взаимное расположение в группе) и провели моделирование процесса рассеяния в случае покрытия единичного наноструктура родамином 6Ж различной концентрации. В численной модели были учтены особенности осаждения (а именно, толщина покрытия) и кластеризации родамина 6Ж (изменения в показателе преломления). Полученные результаты позволяют сделать вывод, что наибольшее усиление рамановского рассеяния наблюдается при совпадении спектрального положения ПР, которое в большей степени определяется латеральными раз-

мерами частицы, с частотой возбуждающего излучения. При этом совпадение ПР с частотой возбуждения различных собственных колебаний молекул приводит к селективному усилению линий, соответствующих тем или иным типам колебаний.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Tsutsui Y., Hayakawa T., Kawamura G., Nogami M. 2011 Nanotechnology 22 (27) 275203
2. Atwater H. A. and Polman A 2010 Nat. Mater. 9205–213
3. Dieringer J A, McFarland A. D., Shah N. C., Stuart D. A., Whitney A. V., Yonzon C.R., Young M. A., Zhang X. and Van Duyne R. P. 2006 Faraday Discuss 1329
4. Chervinskii S., Sevriuk V., Reduto I. and Lipovskii A. 2013 J. Appl. Phys. 114224301
5. Zhao J. et. al 2007 J. Am. Chem. Soc. 1297647 [6] Heisler F., Babich E. et. al. 2015 Phys. Chem. C. 11926692.

SUMMARY OF THE PROJECT

Resonance properties of single silver nanoislands and small groups of the nanoislands is under intensive studies. The nanoislands morphology, spectral characteristics and applicability to surface-enhanced Raman scattering (SERS) are the topics of this project. Patterned arrays of single silver nanoislands and nanoisland dimers on a glass surface were made using the developed in our laboratory growth technique based on effusion and electric-field induced patterning. Optical studies of grown structures allowed us to deduce the influence of a nanoisland parameters on spectral position of surface plasmon resonance and Raman signal enhancement by the nanoisland.

KEYWORDS

Metal nanoparticles, nanoisland films, silver, surface plasmon resonance, Raman spectroscopy.

ДОКЛАДЧИК

Бабичева Валентина Олеговна
Babicheva Valentina

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Изучение влияния турбулентности атмосферы на скорость гравитационного оседания частиц выбросов промышленных предприятий

ОРГАНИЗАЦИЯ

Национальный
исследовательский Томский
политехнический университет

РЕЗЮМЕ

В процессе работы изучены математическая модель переноса примеси в атмосферном воздухе, методы определения скорости гравитационного оседания частиц в неподвижных средах или ламинарных потоках и вертикального коэффициента турбулентной диффузии, проведена аппроксимация измеренных концентраций химических элементов. В результате получены аппроксимационные кривые, описывающие распределения концентраций большинства химических элементов в зависимости от расстояния от источников загрязнения — угольной ТЭЦ и алюминиевого завода, проведены оценки значений скорости гравитационного оседания и коэффициента турбулентной диффузии, сделан анализ полученных результатов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Турбулентность атмосферы, скорость гравитационного оседания частиц сложной формы, выбросы промышленных предприятий, математическое моделирование переноса атмосферных загрязнений, метод мхов-индикаторов.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Целью данной работы является изучение влияния турбулентности атмосферы на скорость гравитационного оседания частиц выбросов промышленных предприятий с помощью мхов-биоиндикаторов.

Для достижения данной цели были поставлены следующие задачи:

1. Обзор литературы по турбулентному переносу загрязняющей примеси в атмосфере, а также по методам определения скорости гравитационного оседания частиц.
2. Математическая обработка измеренных в пробах мха концентраций химических элементов методом наименьших квадратов в пакете Mathematica для двух точечных высотных источников загрязнения — угольной ТЭЦ и алюминиевого завода.
3. Расчет вертикальных коэффициентов турбулентной диффузии и скорости гравитационного оседания частиц.
4. Анализ полученных результатов.

ВВЕДЕНИЕ

Загрязняющие вещества от высотных источников переносятся на расстояния до 10...15 км и более. Содержание загрязняющих веществ в атмосферном воздухе на таких больших расстояниях сравнительно невелико. Поэтому традиционные инструментальные методы измерения концентраций химических элементов в атмосферном воздухе малопригодны, так как для получения достоверных результатов требуются очень большие времена экспозиции. Поэтому для измерения функций распределения выбросов предприятия использован метод мхов-индикаторов, время экспозиции для которого составляет от 2–3 до 10–15 лет.

В работе использованы два точечных высотных источника загрязнения — алюминиевый завод и угольная ТЭЦ.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

В работе для определения параметров переноса использованы метод мхов-индикаторов и высокочувствительные методы анализа проб растительности — нейтронно-активационный анализ и атомно-эмиссионная спектрометрия.

Наиболее важные экологические особенности мхов как подходящего инструмента для биомониторинга: способны получать питательные вещества из влажного и сухого осажденного слоя; обладающие высокой аккумуляционной способностью и большой поверхностью; широко распространены; обычно растут группами; обладают продолжительным жизненным циклом (от 1 года до 15 лет); выживают в сильно загрязнённой окружающей среде. Содержание химических элементов, накопленных за время экспозиции во мхах, пропорционально их содержанию в атмосферном воздухе. Следовательно, зависимость концентраций химических элементов накопленных за время экспозиции во мхах и концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе от расстояния от источника имеет один и тот же аналитический вид.

Определение содержания химических элементов в образцах мха проведено в научных подразделениях Томского политехнического университета: нейтронно-активационным методом (НАА) на исследовательском ядерном реакторе ИРТ-Т и методом атомно-эмиссионной спектрометрии (АЭС) на спектрометре iCAP6300 Duo научно-аналитического центра.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Результаты измерений показали, что содержание большинства химических элементов в пробах мха в несколько раз и более превышает фоновые концентрации. Анализ результатов измерения показал, что для рассмотренных источников загрязнения на расстояниях более 1 км концентрации большинства химических элементов с увеличением расстояния сначала возрастают,

на расстояниях нескольких километров становятся максимальными и потом убывают. Кривая с максимумом характерна для распределения монодисперсной загрязняющей примеси в приземном слое атмосферы.

Значения вертикального коэффициента турбулентной диффузии k_z на высоте 1 м, найденные в обоих случаях по распределениям десяти химических элементов и совпадающие по величине с k_{np} , для ТЭЦ находятся в интервале 0,08...0,33 м²/с; среднее значение для данной выборки составляет $k_1 = 0,16$ м²/с. Для алюминиевого завода значения вертикального коэффициента турбулентной диффузии k_z на высоте 1 м находятся в интервале 0,01...0,03 м²/с; среднее значение для данной выборки составляет $k_1 = 0,02$ м²/с. Полученные значения по порядку величины согласуются с известными экспериментальными данными для среднегодовых значений этой величины, измеренной на высоте 1 м.

Среднее значение вертикального коэффициента турбулентной диффузии для ТЭЦ в 8 раз больше, чем для алюминиевого завода, в то время как разбросы значений этой величины для ТЭЦ и КАЗ примерно одинаковы (56% и 40% соответственно) и совпадают с погрешностью определения параметра θ^3 . Отсюда можно сделать вывод о том, что разброс в значениях вертикального коэффициентов турбулентной диффузии обусловлен погрешностью определения данного параметра. Большая разница в средних значениях коэффициентов вертикальной диффузии ТЭЦ и АЗ свидетельствует о значительном влиянии климатических особенностей и рельефа территории на значение коэффициента турбулентной диффузии.

Видно, что средние скорости гравитационного оседания частиц в турбулентной атмосфере почти на два порядка меньше скоростей седиментации частиц в неподвижном воздухе. На процесс гравитационного оседания оказывают влияние турбулентные потоки, а также характерные размеры и форма частиц. Влияние характерных размеров частиц не может быть значительным, так как минимальный размер турбулентных вихрей в приземном слое атмосферы составляет не менее нескольких сантиметров. Не может оказать значительного влияния на скорость гравитационного оседания и форма частиц выбросов. Очевидно, основное влияние на процесс гравитационного оседания частиц оказывает турбулентность атмосферы. Об этом свидетельствуют также значения отношений коэффициентов турбулентности для ТЭЦ и алюминиевого завода (в среднем в 8 раз) и отношений скорости гравитационного оседания к скорости седиментации для выбросов этих предприятий (в среднем в 2,5 раза).

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Берлянд М. Е. Прогноз и регулирование загрязнения атмосферы. — Л.: Гидрометеоиздат, 1985. — 272 с.
2. Лайхтман Д. Л. Физика пограничного слоя атмосферы. Л.: Гидрометеоиздат, 1970. — 342 с.
3. Бызова Н. Л. Рассеивание примесей в пограничном слое атмосферы — М.: Гидрометеоиздат, 1974. — 190 с
4. Перегуд Е. А., Горелик Д. О. Инструментальные методы контроля загрязнения атмосферы. — СПб.: Химия, 1981. — 384 с.
5. Г. М.-А. Алиев Техника пылеулавливания и очистки промышленных газов: Справ. изд., М.: Металлургия, 1986. — 544 с.
6. Harmens H., David N. and participants of the moss survey. (2008): Spatial and Temporal Trends in Heavy Metal Accumulation in Europe (1990–2005). Bangor. Wales. Programme Coordination Centre for the ICP Vegetation. Centre for Ecology and Hydrology Centre for Ecology and Hydrology.

SUMMARY OF THE PROJECT

Turbulent diffusion of industrial emissions is one of the main transport mechanisms that determine the spatial distribution of pollutants in the atmospheric surface layer.

Experimental study of the spread of contaminants requires a huge number of sensors that is a very time-consuming task. Known method of studying the basic laws of the spatial distribution of the contaminant is a mathematical modeling of particles transport in the air. The diffusion-convective model of impurity transport has been widely recognized. One of the main transfer parameters in this model is the gravitational sedimentation rate of dirt V_g . The known methods for determination of this value are based on the sedimentation principle - speed and time of sedimentation of particles of different masses under the action of gravity forces or other inertial forces are not the same. In accordance with the measuring methods, the deposition of particles occurs either in a fixed dispersive medium or in the direction of moving at a high speed of stream of dust and gas that cannot properly take into account the aerodynamic properties of the particles moving in a turbulent atmosphere. In this paper, we propose to define V_g based on the measured along any direction from the source distribution function of pollutants in ambient air. Traditional methods of measuring tools of this function, especially at large distances from the source, are of little use, since to obtain reliable results a longer exposure time is required. Therefore, the research was carried out of using mosses for which the exposure time is 1–10 years. Obviously, the content of chemical elements accumulated during exposure in mosses, is in proportion to their content in the air, so the dependence of the element concentrations in mosses and concentrations of pollutants in the atmosphere has the same analytical form. The purpose of this work is testing of a new method of determining the rate of gravitational settling of particulate emissions of the industrial enterprises (based on the measured along the chosen direction distribution functions contaminant for CHP-5 in Novosibirsk and Kandalaksha aluminum plant).

KEYWORDS

The turbulence of the atmosphere, the rate of gravitational settling of particles of a complex shape, the emissions of the industrial enterprises, the mathematical modeling of the transport of air pollution, moss-indicator method.

ДОКЛАДЧИК

Бакшеева Ксения Алексеевна
Baksheeva Kseniya

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Хакерская квантовая атака с «ослеплением» на систему квантовой криптографии

ОРГАНИЗАЦИЯ

Московский педагогический
государственный университет

РЕЗЮМЕ

Системы распределения квантового ключа защищены от прослушивания физическими законами квантовой механики. Простое копирование квантовой информации не позволяет злоумышленнику перехватить ключ без обнаружения. Однако, используя технические несовершенства аппаратуры и особенности их работы возможно провести квантовую атаку с целью перехвата квантового ключа. В работах Макарова была разработана квантовая атака с «ослеплением» детекторов в системе квантового распределения ключа. Мы разработали контрмеры, которые могут предотвратить квантовую атаку на систему квантового распределения ключа с использованием сверхпроводникового однофотонного детектора (SSPD).

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Квантовая криптография, сверхпроводниковые однофотонные детекторы (SSPD), хакерская атака с «ослеплением», квантовая атака.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Целью работы является повышение надежности распределения квантового ключа в системе квантовой криптографии на основе протокола BB84.

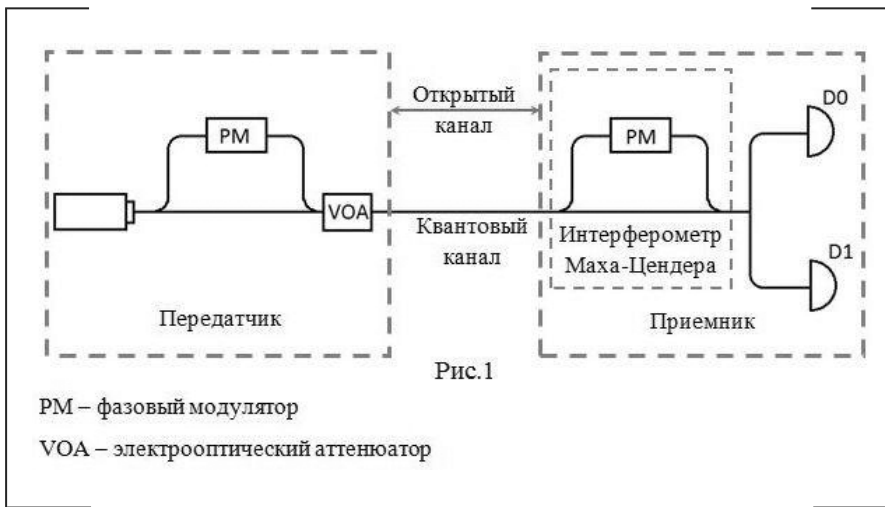
Для достижения данной цели были поставлены следующие задачи:

1. Подобрать и изучить литературу по квантовой криптографии и по хакерской атаке с «ослеплением».
2. Рассмотреть алгоритм протокола распределения квантового ключа BB84 для экспериментальной оптической установки с кодированием по фазе.
3. Рассмотреть алгоритм атаки с «ослеплением» на сверхпроводниковые однофотонные детекторы в системе квантовой криптографии.
4. Разработать метод противодействия хакерской атаке с «ослеплением».

ВВЕДЕНИЕ

Квантовая криптография предназначена для повышения уровня безопасности передачи информации. Система квантовой криптографии позволяет получить одноразовый квантовый ключ для шифрования сообщения при помощи квантовых объектов (фотонов).

Секретность распределения квантового ключа основывается на законах квантовой физики. Однако, недавно было обнаружено, что злоумышленник может воздействовать оптическим излучением на детекторы приемника, используя особенности их работы. В результате чего нелегитимный пользователь может перехватывать квантовый ключ и при этом оставаться не обнаруженным. Данный вид атаки называется атакой с «ослеплением». Поэтому особенно актуальным является предотвращение подобных атак.



МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Для решения данной проблемы была подобрана и изучена литература по квантовой криптографии и способы проведения хакерской атаки с «ослеплением» на сверхпроводниковые однофотонные детекторы в системе квантовой криптографии (QKD-системе). В ходе изучения подобранной литературы был выявлен и рассмотрен алгоритм протокола распределения квантового ключа BB84 для экспериментальной оптической установки с кодированием по фазе, представленной на рисунке.

В данной установке в качестве однофотонных детекторов на приемном устройстве могут использоваться сверхпроводниковые однофотонные детекторы (SSPD).

У SSPD есть свои особенности работы, которыми может воспользоваться злоумышленник для перехвата квантового ключа.

Также, в результате изучения подобранной литературы, был выявлен и рассмотрен алгоритм хакерской квантовой атаки с «ослеплением» на сверхпроводниковые однофотонные детекторы в системе квантовой криптографии.



ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Особенностью работы SSPD является то, что при подаче на него мощного оптического импульса, он переходит из сверхпроводящего состояния в резистивное.

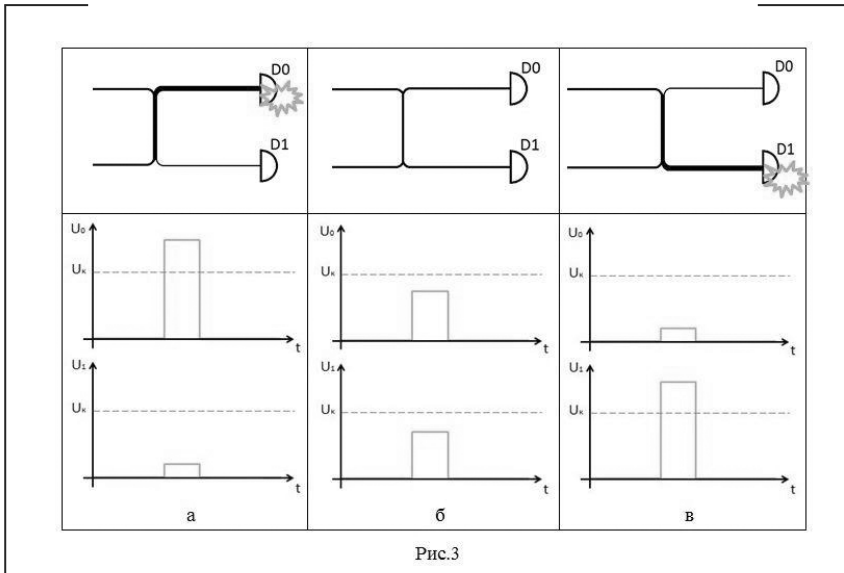


Рис.3

стивное. При этом детектор находится в резистивном состоянии длительное время без самопроизвольного возвращения в сверхпроводящее состояние. Такое явление называется эффектом залипания SSPD.

Для перехвата квантового ключа злоумышленнику необходимо перевести SSPD в резистивное состояние, чтобы уменьшить его чувствительность до минимального уровня. Детектор не может регистрировать отдельные фотоны и работает только в болометрическом режиме, при этом амплитуда отклика детектора прямо пропорциональна поглощаемой мощности.

На рис. 2 изображена система регистрации приемного устройства

QKD-системы. Поглощая оптический импульс, SSPD выдает электрический отклик. Отклик усиливается каскадом усилителей и подается на компаратор. Если амплитуда отклика превышает уровень компарации, то компаратор срабатывает и выдает TTL-импульс, идущий на счетчик импульсов. При регистрации импульса счетчиком формируется бит квантового ключа, значение которого зависит от того, какой детектор сработал. Если амплитуда отклика меньше уровня компарации, то компаратор не срабатывает и отклик не регистрируется.

Подавая на «ослепленный» детектор короткие оптические импульсы большой мощности, злоумышленник может управлять системой регистрации и форми-

ровать квантовый ключ. Для этого он перехватывает передаваемые фотоны и измеряет их состояния в двух неортогональных базисах, прикладывая сдвиг фаз 0 или $\pi/2$. А затем отправляет на приемник оптические импульсы, приготовленные в наблюдаемом базисе. Приемник измеряет состояния импульсов, прикладывая сдвиг фаз. Если разница между сдвигами фаз равна 0, то большая часть мощности направится в детектор D0, и он сработает (рис. 3 а). Если же разница равна π , то мощность регистрируется детектором

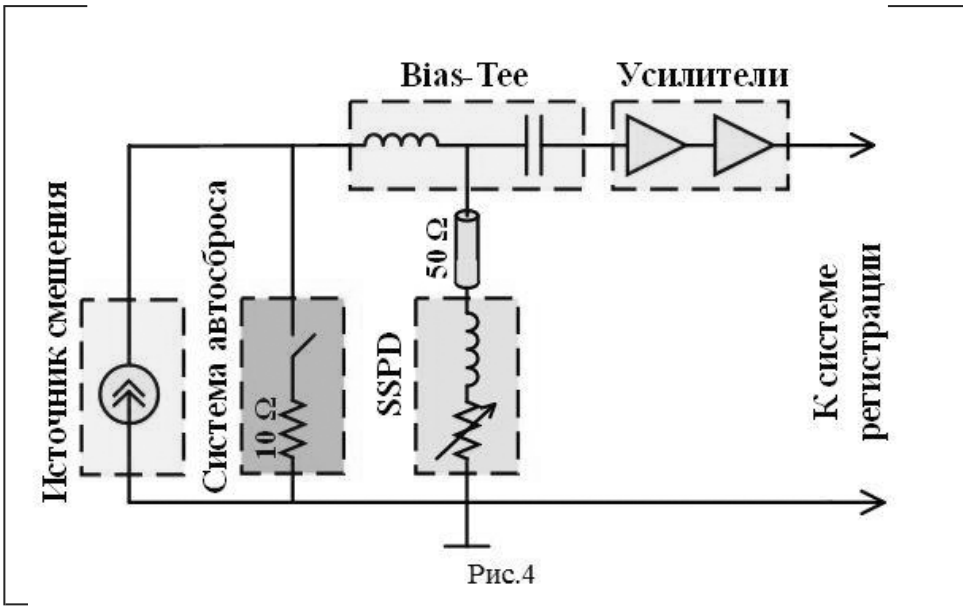


Рис.4

D1 (рис. 3 в). В случае когда разница равна $\pi/2$, мощность делится поровну, и детекторы не срабатывают (рис. 3 б).

Однако, если вернуть детектор из резистивного состояния в сверхпроводящее, то мы можем предотвратить атаку с «ослеплением». Для этого была разработана и реализована система автосброса (рис. 4).

Данная система состоит из ключа, сопротивления 10 Ом и вольтметра. При ослеплении детектора его температура достигает критической, и детектор переходит в резистивное состояние. При этом его сопротивление резко возрастает до 1–2 МОм. Напряжение на контактах детектора становится выше

порогового значения, ключ замыкнется, и весь ток течет через сопротивление. Разогрев детектора прекращается, охлаждение становится эффективным, и его температура опускается до рабочей точки 2 К.

При срабатывании системы автосброса посылается сигнал о возможной попытке проведения хакерской атаки. Таким образом использование системы автосброса позволяет повысить надежность и криптостойкость работы всей системы.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. С.Я. Килин, Д.Б. Хорошко, А.П. Низовцев, Квантовая криптография: идеи и практика, Москва (2007)
2. Ю.В. Курочкин, Методы повышения пропускной способности квантовой криптографии, Москва (2011)
3. А.В. Тимофеев, Д.И. Помозов, А.П. Маккавеев, С.Н. Молотков, ЖЭТФ 131, 771 (2007)
4. L. Lydersen, M.K. Akhlaghi, A.H. Majedi, J. Skaar and V. Makarov, NJP, 13, 113042 (2011)
5. L. Lydersen, C. Wiechers, Ch. Wittmann, D. Elser, J. Skaar and V. Makarov, LNature, 4 (October 2010)
6. M.G. Tanner, V. Makarov, and R.H. Hadfield, Optic Express, 22, 6 (2014).

SUMMARY OF THE PROJECT

Quantum key distribution systems are protected from listening by the physical laws of quantum mechanics. Simply copying quantum information does not allow an attacker to intercept a key without detection. However, using the technical imperfections of the equipment make it possible to carry out quantum attack to intercept a quantum key. In Makarov's works was developed a quantum attack with «blinding» detector in the quantum key distribution system. We developed countermeasures that can prevent an attack on a quantum system of quantum key distribution using superconducting single-photon detector (SSPD).

KEYWORDS

Quantum cryptography, superconducting single-photon detectors (SSPD), hacker attack with «blinding», quantum attack.

ДОКЛАДЧИК

Грачев Андрей Андреевич
Grachev Andrey

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Дискретная дифракция спиновых волн в решётке магнитных волноводов

ОРГАНИЗАЦИЯ

Саратовский государственный
университет имени
Н.Г. Чернышевского

РЕЗЮМЕ

В данной работе проведено исследование процессов дискретной дифракции поверхностных и обратных объёмных СВ в системе латерально связанных ферритовых волноводов численными методами и методом Мандельштам-Бриллюэновской спектроскопии.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Спиновая волна, ответвитель, связанные структуры.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Исследование распространения поверхностных магнитостатических волн и обратных объёмных магнитостатических волн в массиве латерально связан-

ных магнитных волноводов, методами численного моделирования и при помощи экспериментальных исследований методом Мандельштам-Бриллюэновской спектроскопии.

ВВЕДЕНИЕ

Системы латерально связанных волноведущих структур на основе тонких пленок железо-иттриевого граната (ЖИГ) могут быть использованы как базовые элементы для создания различных устройств функциональной магнитоэлектроники: волноводов, интерферометров, мультиплексоров, фильтров и ответвителей. Перестройка рабочих частот таких устройств внешним магнитным полем и путем изменения коэффициента связи между ферритовыми волноводами, разнообразие типов дисперсии и характера связи распространяющихся спиновых волн, проявление различных нелинейных эффектов (солитонное распространение волн, автомодуляция) позволяют изменять их характеристики и режимы работы в широких пределах.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Рассматриваемая система состоит из подложки из галлий-гадолиниевого граната, на данной подложке расположены 25 латерально связанных тонкопленочных волноводов из железо-иттриевого граната (ЖИГ), расположенных на расстоянии 40 мкм друг от друга. Толщина каждого волновода 10 мкм, ширина — 200 мкм, следовательно периодичность данной решетки составляет 240 мкм. Ширина всей структуры в целом составляет 6 мм, а длина 8 мм.

В рамках данной задачи, будут рассматриваться два вида волн, распространяющиеся в такой решетке, это — поверхностные магнитостатические волны (ПМСВ), которым соответствует нормальная дисперсия и направление внешнего магнитного поля по оси x , и обратные объемные магнитостатические волны (ООМСВ), которым соответствует аномальная дисперсия и направление внешнего магнитного поля по оси z . Величина внешнего магнитного поля $H=1200$ Э.

Первым шагом численного моделирования было построение и исследование данной структуры методом конечных элементов (МКЭ) в программном пакете COMSOL Multiphysics. Далее численное моделирование производилось на анализе решений дискретного нелинейного уравнения Шрёдингера (ДНУШ).

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Показано, что полученные дифракционные картины существенным образом зависят от частоты и амплитуды входного сигнала, возбуждаемого в волноводах с $n = -2, -1, 0, 1$ и 2 . Видно, что с ростом частоты увеличивается длина перекладки в волноводах и, следовательно, режим дифракции сменяется на рефракцию пучка магнитостатических волн (МСВ) и далее наблюдается режим, когда пучок распространяется одновременно по пяти волноводам. Также видно, что при увеличении амплитуды входного сигнала на динамику распространения спиновых волн начинает влиять нелинейность, приводящая к формированию дискретного солитона. Методом конечных элементов и конечных разностей во временной области проведен расчет электродинамических характеристик, определен спектр и построены распределения полей и дисперсионные характеристики волноводных мод такой структуры при возбуждении в ней поверхностной спиновой волн. Результаты численного моделирования находятся в хорошем соответствии с данными экспериментального исследования. Экспериментально продемонстрировано явление дискретной дифракции в системе латерально связанных ЖИГ волноводов. Для МСВ показано, что поперечный размер пучка может уменьшаться при увеличении амплитуды волны. Выявлены особенности и условия формирования темных и светлых солитонов в случае поверхностных и обратных объемных МСВ, а именно, показано, что угол направления волнового фронта определяет порог мощности волны, при котором реализуется режим распространения ограниченного в поперечном направлении пучка МСВ.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Lederer F., Stegeman G., Christodoulides D., Assanto G.. Discrete solitons in optics // Phys. Rep. 2008. V. 463. P. 1–126.
2. Кившарь Ю. С, Агравал Г.П. «Оптические солитоны. От волоконных световодов до фотонных кристаллов» М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005.
3. Lenk B., Ulrichs H., Garbs F., M. Münzenberg. The building blocks of magnonics // Phys. Rep. 2011. V. 507. P. 107–136.
4. Demokritov S.O., Hillebrands B., Slavin A.N.. Brillouin light scattering studies of confined spin waves: linear and nonlinear confinement // Phys. Rep. 2001. V.348. P. 441–489.

SUMMARY OF THE PROJECT

This report shows the results of investigation of the spin-waves discrete diffraction in the laterally coupled planar YIG waveguide array by numerical analysis and Brillouin light scattering (BLS) spectroscopy.

KEYWORDS

Spin wave, coupler, coupled structure.

ДОКЛАДЧИК

Данилова Ирина Борисовна
Danilova Irina

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Анализ характера взаимодействия ионизирующего излучения с модифицированным АБС — пластиком

ОРГАНИЗАЦИЯ

Национальный
исследовательский Томский
политехнический университет

РЕЗЮМЕ

Настоящая работа включает в себя исследование профилей и глубинных распределений дозы гамма и электронного излучений в АБС-пластике с металлическими примесями разной концентрации, их численное моделирование методом Монте-Карло, с последующим изготовлением материалов с заданной плотностью и их анализом с помощью методов рентгеновской компьютерной томографии.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Гамма-излучение, электронный пучок, поглощенная доза, Монте-Карло метод, АБС-пластик, пластограф, рентгеновская компьютерная томография.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Целью данной работы является теоретическое и экспериментальное исследование характера взаимодействия ионизирующего излучения с АБС-пластиком, имеющим металлические примеси разной концентрации.

Для реализации данной цели были поставлены следующие задачи:

1. Проведение расчета плотностей тестовых материалов.
2. Проведение теоретической оценки взаимодействия гамма излучения и электронных пучков с модифицированным АБС-пластиком с помощью численного моделирования методом Монте-Карло.
3. Изготовление тестовых материалов на основе АБС-пластика.
4. Исследование тестовых материалов методами рентгеновской компьютерной томографии, определение индексов Хаунсфилда.

ВВЕДЕНИЕ

Методы, основанные на использовании ионизирующих излучений, являются неотъемлемой частью современной медицины, включающие в себя как ди-

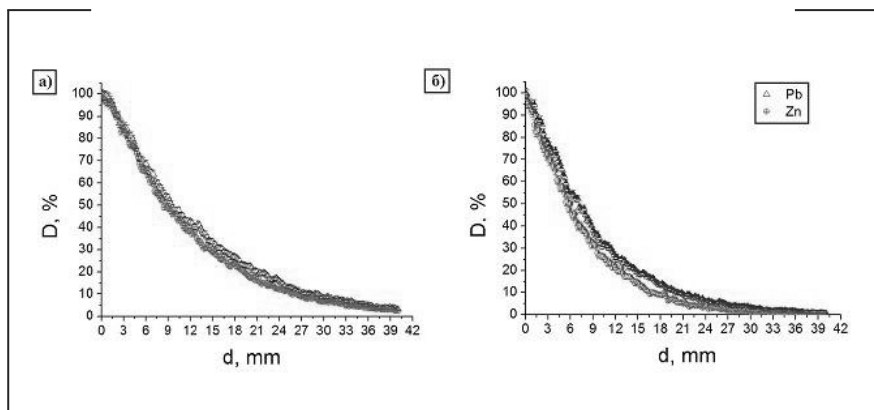


Рис. 1 Глубинные распределения поглощенных доз для АБС-пластика с примесями свинца и цинка: а) плотность 1.5 г/см³, б) плотность 2.5 г/см³

агностику различного вида заболеваний, так и лучевую терапию злокачественных и доброкачественных новообразований.

При работе с ионизирующим излучением всегда возникают задачи, связанные с подготовкой и планированием процедуры облучения пациента.

Актуальным является создание технологии, позволяющей изготавливать фантомы (модели конкретного пациента) для имитации

взаимодействия терапевтических и диагностических пучков ионизирующего излучения с телом пациента, что позволило бы разрабатывать экспериментальные методы планирования подобных медицинских процедур с индивидуальным подходом.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

В данном исследовании в качестве тестовых материалов был использован АБС-пластик с металлическими примесями разных концентраций.

Численное моделирование для оценки характера взаимодействия ионизирующего излучения с модифицированным АБС-пластиком проводилась в программе «Компьютерная лаборатория (PCLab)» версии 9.6. Данный программный пакет позволяет рассчитывать процессы распространения фотонов, электронов, позитронов и протонов в веществе, посредством применения метода Монте-Карло.

Для расчетов источником гамма-излучения был выбран аппарат «Theratron 780», который выполнен на основе радионуклида кобальт-60. В качестве источника электронных пучков был выбран микротрон ТПУ.

В настоящей работе смешивание АБС-пластика с различными концентрациями металлических примесей производилось с помощью пластиграфа Brabender Plastograph EC Plus.

Для исследования свойств рентгеноплотности и определения индексов Хаунсфилда изготовленных материалов, образцы изучали на 16-срезовом компьютерном томографе Siemens SOMATOM Emotion.

Для исследования однородности распределения металлической примеси в пластиковом филаменте был использован микротомограф «Орел-МТ».

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

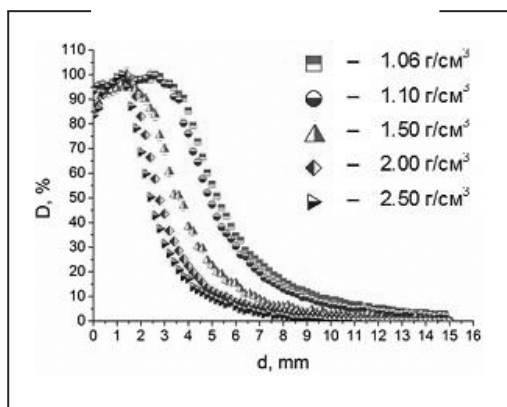
В данной работе с помощью численного моделирования методом Монте-Карло в программном комплексе «Компьютерная лаборатория (PCLab)» был проведен теоретический анализ взаимодействия гамма-излучения (рисунок № 1) и электронного пучка (рисунок №2) с модифицированным АБС-пластиком.

Созданные модели позволяют получить количественную оценку взаимодействия фотонных и электронных пучков с материалами разной плотности.

При проведении исследования было установлено, что даже небольшое изменение концентраций тяжелых элементов в пластиковом филаменте существенно влияет на характер взаимодействия гамма-излучения и электронных пучков с тестовыми материалами. Такое свойство очень полезно, так как позволяет точно задавать итоговые значения индексов Хаунсфилда разрабатываемых тестовых материалов.

Хорошее согласие экспериментальных данных определения плотностей тесовых материалов, на примере АБС-пластика с разной концентрацией примеси меди, с расчетным методом, говорит

Рис. 2 Глубинное распределение дозы электронного пучка в модифицированном АБС-пластике



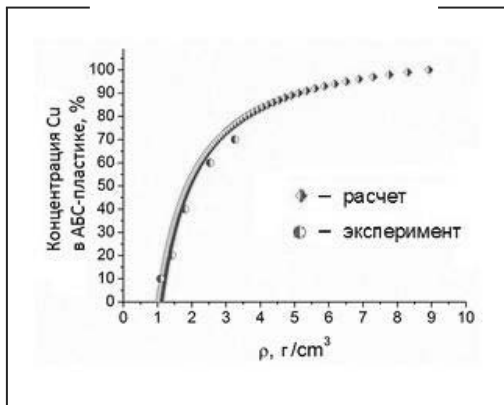


Рис. 3. Зависимость плотности исследуемого материала от концентрации меди

об эффективности выбранного метода изготовления образцов (рисунок №3).

Данные, полученные методами рентгеновской компьютерной томографии, по оценке равномерности смешивания ABS-пластика с металлическим порошком (рисунок №4), говорят об однородности распределения металлической примеси в пластиковом филаменте, что еще раз указывает на эффективность выбранного метода изготовления образцов.

Индексы Хаунсфилда изготовленных тестовых образцов, полученные с помощью клинического рентгеновского компьютерного томографа, соответствуют рентгеноплотностям человеческих органов и тканей, как следствие данные материалы пригодны для создания медицинских дозиметрических фантомов.

Общим итогом данного исследования является разработка метода, позволяющего создавать материалы с заданной рентгеновской плотностью. Данный метод основан на использовании характеристик материалов, рассчитанных с учетом специфики взаимодействия конкретного ионизирующего излучения, и включает в себя изготовление образцов из этих материалов.

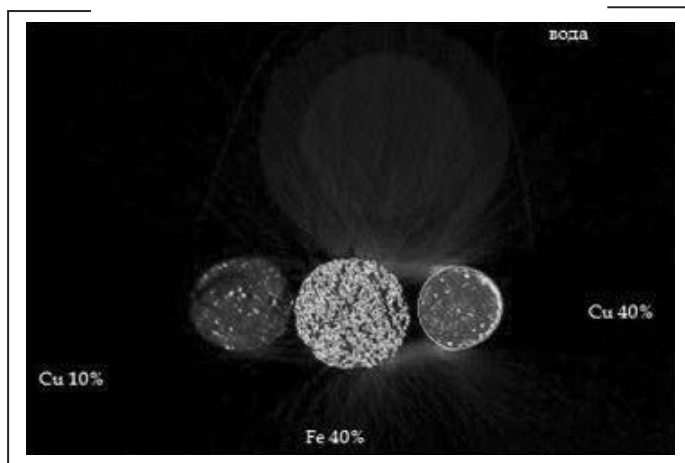


Рис. 4. Томографический срез иллюстрирующий однородность распределения металлической примеси в пластиковом филаменте

Перспективой развития данной работы является создание индивидуальных фантомов, с высокой точностью имитирующих структуры человеческого тела, для разработки экспериментальных методов подготовки и планирования радиотерапевтических и диагностических процедур, что позволит существенно повысить их качество.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Климанов В.А. Радиобиологическое и дозиметрическое планирование лучевой и радионуклидной терапии. Часть 1. Уч. Пос. НИЯУ МИФИ, Москва, 2011. С. 500.
2. Баева Л.С., Маринин А.А. Вестник МГТУ, 2014. Т. 17. №1. С. 7–133.
3. Theratron 780: <http://ru.medwow.com/med/cobalt-linear-accelerator/theratronics/theratron-780c/25942.model-spec>
4. Науменко Г.А., Потилицын А.П., Шевелёв М.В., Попов Ю.А. Письма в ЖЭТФ, 2011. Т. 94, вып. 4. С 280–283.
5. Беспалов В.И. Компьютерная лаборатория. ТПУ. Томск, 2015. С. 115.
6. Siemens SOMATOM Emotion: http://healthcare.siemens.ru/imaging/computed-tomography/singlesource_CT/somatom_emotion
7. Brabender Plastograph EC: <http://www.brabender.com/english/plastics/products/rheometerdrive-units/plastographr-ec-plus.html>
8. Микротомограф Орел-МТ: http://portal.tpu.ru/departments/laboratory/tti/products/orel_tomo.

SUMMARY OF THE PROJECT

The present research includes the investigations of the profile and depth dose distribution of the gamma-radiation and electron beam in the ABS-plastic with metal impurities of different concentrations and its numerical simulation by Monte Carlo method, followed by the materials creation with a predetermined density and analysis of the samples by X-ray computed tomography.

KEYWORDS

Gamma-radiation, electron beam, absorbed dose, Monte-Carlo method, ABS-plastic, plastograph, X-ray computed tomography.

ДОКЛАДЧИК

Дмитриев Павел Алексеевич
Dmitriev Pavel

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Усиление комбинационного рассеяния на оптических магнитных резонансах кристаллических кремниевых наночастиц

ОРГАНИЗАЦИЯ

Санкт-Петербургский
национальный
исследовательский университет
ИТМО

СОАВТОР(Ы) ДОКЛАДА

Макаров Сергей Владимирович,
Баранов Денис Григорьевич,
Белов Павел Александрович

РЕЗЮМЕ

Разработана методика изготовления кристаллических кремниевых наночастиц из аморфных тонких плёнок методом лазерного переноса одиночными фемто-секундными импульсами. Экспериментально продемонстрирован эффект усиления комбинационного рассеяния на оптических резонансах кристаллических кремниевых наночастиц. Усиление комбинационного имеет сильно резонансный характер, зависящий от добротности оптических резонансов и от степени локализации поля в наночастицы для конкретного резонанса.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Диэлектрические наночастицы, резонансное рассеяние, рамановское рассеяния, комбинационное рассеяние, лазерный перенос, лазерная абляция.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Цель проекта: Экспериментально продемонстрировать усиление комбинационного рассеяния на оптических резонансах кристаллических кремниевых наночастиц.

Для достижения цели были решены следующие задачи:

1. Собрана установка для лазерной печати наночастиц одиночными фемто-секундными импульсами из аморфных тонких плёнок и найдены режимы контролируемой печати кристаллических наночастиц.
2. Определена резонансная структура собственных мод наночастиц и её зависимость от геометрических параметров наночастиц при помощи измерения спектра упругого рассеяния от одиночных наночастиц.
3. Определена зависимость интенсивности комбинационного рассеяния от спектрального положения оптических резонансов наночастиц.

ВВЕДЕНИЕ

Современные исследования в области диэлектрических нанофотонных структур на основе высокоиндексных субволновых наночастиц позволяют создавать полностью диэлектрические резонансные структуры с большим усилением поля, большим фактором Парселла, и усиленным нелинейным откликом с низкими потерями и нагревом. Ключевым элементом диэлектрической нанофотоники являются высокоиндексные наночастицы, поддерживающие резонансы типа «Ми» в видимом диапазоне. Многие полупроводниковые материалы, включая кристаллический кремний, имеют собственный сигнал комбинационного рассеяния. В этой работе исследовалось комбинационное рассеяние от одиночных наночастиц вблизи электрических и магнитных резонансов Ми-типа.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Для изготовления наночастиц была собрана установка по лазерной абляции тонких плёнок (донор), с последующим переносом созданных таким образом частиц на акцепторную подложку в геометрии просвечивания. Наночастицы изготавливались одиночными фемтосекундными лазерными импульсами. Основным параметром позволяющим контролировать размеры и фазовое состояние частиц была плотность энергии лазерных импульсов.

Для характеристики геометрических параметров наночастиц использовались методики сканирующей и просвечивающей микроскопии.

Фазовое состояние частиц контролировалось двумя методами — рентгеновской дифрактометрией кластера наночастиц и по спектрам комбинационного (Рамановского) рассеяния от одиночных наночастиц.

Для характеристики оптических свойств одиночных наночастиц использовалась установка совмещающая темнопольную и Рамановскую спектроскопию. Размер пятна сбора конфокального спектрометра позволял анализировать рассеяние от одиночных наночастиц. Спектроскопия комбинационного рассеяния была организована на той же установке. Чтобы исследовать неупругое, Стоксово рассеяние, при помощи узкополосного режекторного фильтра в спектрометре подавлялось излучение на длине волны возбуждения.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

В ходе работы, методом лазерного переноса, было изготовлено несколько серий образцов наночастиц. Экспериментально установлено, что самый стабильный режим изготовления наночастиц из аморфных кремниевых плёнок, это плёнка толщиной порядка 100нм, и плотность энергии в диапазоне 0.11–0.15 Дж/см². В этом диапазоне энергий, варьируя мощность, можно с хорошей точностью контролировать средний размер получаемых частиц в диапазоне 100–200нм.

Для характеристики геометрических параметров получаемых наночастиц были проведены эксперименты на сканирующем и просвечивающих электронных микроскопах, что показало, что частицы получаются близкими к сферическим, с отношением полуосей равным 1.12.

Для характеристики фазового состояния наночастиц, было проведено две серии экспериментов — рентгеновская дифрактометрия плотноупакованного массива наночастиц, которая показала характерные для кристаллического кремния пики; и спектроскопия комбинационного рассеяния от отдельных наночастиц, показавшая, что у отдельных наночастиц спектр комбинационного рассеяния почти не отличается от спектра комбинационного рассеяния кристаллического кремния.

Эксперименты по темнопольной спектроскопии упругого рассеяния от полученных наночастиц подтвердили наличие у частиц резонансов типа «Ми». Также темнопольная спектроскопия отдельных наночастиц подтвердила однородность размеров наночастиц получаемых при фиксированной плотности энергии лазерных импульсов используемых для изготовления частиц.

Эксперименты по измерению комбинационного рассеяния от наночастиц подтвердили резонансный характер этого явления. При попадании длины волны накачки в один из резонансов частиц, сигнал комбинационного рассеяния увеличивался более, чем на два порядка относительно сигнала от не резонансной частицы. Так как уровень сигнала комбинационного рассеяния от наночастиц зависит от объема частицы и от объема возбуждаемой электромагнитной моды внутри частицы, то для корректной интерпретации эксперимента уровень сигнала комбинационного рассеяния нормировался на объём частицы, который оценивался из положения пика магнитного дипольного резонанса.

Обнаруженный новый эффект резонансного усиления КР от кремниевых наночастиц найдет множество применений в нанотермометрии и биоимеджинге. Биосовместимые высокоиндексные диэлектрики с низкими потерями в видимом и ближнем ИК диапазонах позволяют достигать существенного усиления поля, оптимизировать вывод полезного сигнала за счет интерференции электрического и магнитного резонансов, не приводят к тушению люминесценции и сами обладают Рамановским откликом. На основе кремниевых наночастиц можно создавать подложки для SERS, позволяющие использовать во много раз более интенсивную накачку, чем традиционные плазмонные SERS подложки, из-за очень низких диссипативных потерь у кристаллических кремниевых наночастиц.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. W. Hayes and R. Loudon, Scattering of Light by Crystals, Wiley, 1978.
2. A. I. Kuznetsov, A. E. Miroshnichenko, Y. H. Fu, J. Zhang and B. Luk'yanchuk, Sci. Rep., 2012, 2, 492.
3. RS Savelev, SV Makarov, AE Krasnok, PA Belov «From optical magnetic resonance to dielectric nanophotonics» Optics and Spectroscopy 119 (4), 551–568 (2015).
4. P. A. Dmitriev, S. V. Makarov, V. Milichko, I. Mukhin, A. Gudovskikh, A. Sitnikova, A. Samusev, A. Krasnok, P. Belov Nanoscale 2015.
5. Permyakov, D., Sinev, I., Markovich, D., Ginzburg, P., Samusev, A., Belov, P., Valuckas, V., Kuznetsov, A. I., Luk'yanchuk, B. S., Miroshnichenko, A. E. and Neshev, D. N., 2015. Applied Physics Letters, 106 (17), p. 171110.
6. P. Dmitriev, D. Baranov, V. Milichko, S. Makarov, I. Mukhin, A. Samusev, A. Krasnok, P. Belov, Y. Kivshar, Nanoscale, 2016, 8, 9721–9726.

SUMMARY OF THE PROJECT

A method of fabricating crystalline silicon nanoparticles from amorphous thin films using single femtosecond laser pulses was developed. Raman scattering, enhanced by optical resonances of crystalline silicon nanoparticles has been experimentally demonstrated. The enhancement of the Raman signal is resonant, with the Q factor of the enhancement depending on the Q factor of the nanoparticles» Mie-type resonances, and electric field confinement inside the nanoparticle.

KEYWORDS

Dielectric nanoparticles, resonant scattering, raman scattering, laser transfer, laser ablation.

ДОКЛАДЧИК

Ермаков Олег Евгеньевич
Yermakov Oleg

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Гибридные поверхностные плазмоны на анизотропной метаповерхности

ОРГАНИЗАЦИЯ

Санкт-Петербургский
национальный
исследовательский университет
ИТМО

РЕЗЮМЕ

Проанализированы дисперсия, изочастотные контуры, учёт потерь, численное моделирование профилей полей, поляризационные свойства и спиновые характеристики гибридных поверхностных волн, распространяющихся вдоль анизотропной метаповерхности, в самом общем виде, не уточняя конкретный дизайн метаповерхности и описание её свойств, используя эффективную модель тензора проводимости.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Метаповерхности, нанофотоника, нанооптика, плазмоника, гиперболические метаматериалы, оптический спин.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Цель: Изучение электромагнитных свойств поверхностных волн, распространяющихся вдоль анизотропной проводящей метаповерхности.

Задачи:

1. Получение и анализ закона дисперсии поверхностных волн на метаповерхности, описываемой анизотропным тензором проводимости.

2. Выявление и изучение новых экстраординарных электромагнитных явлений, связанных с особенностями анизотропных двумерных метаматериалов и субволновых эффектов.

ВВЕДЕНИЕ

Сегодня оптические технологии стали частью нашей жизни и невозможно переоценить их роль в современном обществе. Важность роли света была также подчеркнута ООН, которая провозгласила 2015 год «Международным годом Света». Эта работа направлена на повышение потенциала оптических технологий и их применения с целью изучения новых электромагнитных явлений, а также их использования в оптических приборах «на чипе», оптических и квантовых компьютерах. Мы хотим исследовать новые возможности контроля и управления светом при помощи гиперболической метаповерхности, описываемой анизотропным тензором проводимости.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

В представленной работе проведено теоретическое исследование законов дисперсии, изочастотных контуров, распределений электромагнитных полей, спектров потерь и поляризационных свойств поверхностных волн, распространяющихся вдоль анизотропной некиральной метаповерхности. Анализ проводился в рамках приближения эффективной среды, позволяющего описывать оптические свойства метаповерхности диагональным двумерным тензором проводимости, дисперсия главных компонент которого учитывалась в рамках модели Друде-Лоренца. Формулы с учетом потерь и наличия подложки были получены при помощи теории возмущений и хорошо сходятся с результатами численного моделирования. Профили распределения полей были получены при помощи CST Microwave Studio.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

1. Показано, что в зависимости от знаков компонент тензора проводимости могут наблюдаться три режима метаповерхности: емкостной, индуктивный и гиперболический.
2. Установлено, что в гиперболическом режиме вдоль метаповерхности одновременно распространяются два типа поверхностных мод гибридной поляризации, представляющие собой суперпозицию двумерных ТМ- и ТЕ-плазмонов [1].
3. Исследуемые поверхностные волны, подобно Дьяконовским поверхностным волнам [2], могут распространяться лишь в определенных направлениях, зависящих от компонент тензора проводимости.
4. Анализ изочастотных контуров показал, что в зависимости от частоты и угла распространения их форма может представлять собой эллипс, гиперболу, арку, ромб или восьмерку [1].
5. Наличие такого многообразия форм изочастотных контуров удалось подтвердить в численном эксперименте по возбуждению поверхностных волн точечным диполем, расположенным вблизи метаповерхности, что приводит к различным электромагнитным явлениям [1].
6. Для спектров потерь поверхностных волн удалось получить асимптотические формулы, которые хорошо согласуются с численным решением дисперсионных уравнений для всех трех режимов метаповерхности [1].
7. Поляризация таких поверхностных волн может меняться от линейной до циркулярной и эллиптической, что приводит к необычному пространственному распределению плотностей импульса и момента импульса [1].
8. Показано, что в отличие от чисто продольного спина объемных поверхностных волн и чисто поперечного спина обычных поверхностных плазмонов [3], спиновый момент импульса гибридных плазмонов на анизотропной метаповерхности может плавно меняться от чисто поперечного к чисто продольному в зависимости от частоты и направления распространения [4].

9. Анизотропия и перемешивание двух мод в гиперболическом режиме приводят к резонансному поведению спинового момента импульса [4].
10. Уникальные электромагнитные свойства гиперболических метаповерхностей делают их весьма перспективными для применения во многих областях, таких как резонансное зондирование и детектирование, суперлинзы и ближнепольная визуализация, усиленная спектроскопия комбинационного рассеяния света, оптические антенны, оптические сети «на чипе» и т.д. Принимая во внимание относительную простоту и дешевизну их изготовления, широкие функциональные возможности, а также плоскую геометрию, можно утверждать, что гиперболические метаповерхности могут быть основой многих оптических и оптико-электронных приборов, а также могут быть использованы в качестве компонент оптических и квантовых компьютеров.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Yermakov O. et al. Hybrid waves localized at hyperbolic metasurfaces // Physical Review B. — 2015. — Т. 91. — №. 23. — С. 235423.
2. D'yakonov M. I. New type of electromagnetic wave propagating at the interface // Soviet Journal of Experimental and Theoretical Physics. — 1988. — Т. 67. — №. 4. — С. 714–716.
3. Bliokh K. Y., Bekshaev A. Y., Nori F. Extraordinary momentum and spin in evanescent waves // Nature Communications. — 2014. — Т. 5. — №3300.
4. Yermakov O. Y. et al. Spin control of light with hyperbolic metasurfaces//arXiv preprint arXiv:1605.06781. — 2016.

SUMMARY OF THE PROJECT

In this work it was analyzed the dispersion, equal frequency contours, losses, numerical simulation of the field profiles, polarization properties and spin characteristics of hybrid surface waves propagating along the anisotropic metasurface in general form using the effective model of the conductivity tensor, not specifying a particular design of metasurface and the description of its properties.

KEYWORDS

Metasurfaces, nanophotonics, nano-optics, plasmonics, hyperbolic metamaterials, optical spin.

ДОКЛАДЧИК

Зайцев Сергей Михайлович
Zaycev Sergey

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Разработка метода доставки микрочастиц в кожу через волосяные фолликулы

ОРГАНИЗАЦИЯ

Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского

СОАВТОР(Ы) ДОКЛАДА

Свенская Юлия Игоревна,
Гусякова Юлия Игоревна,
Бучарская Алла Борисовна

РЕЗЮМЕ

В данной работе рассмотрен метод доставки микрочастиц в волосяные фолликулы кожи крысы. В результате была исследована возможность доставки суспензии микрочастиц с использованием низкочастотного ультразвука и был определен оптимальный режим сочетания времени и мощности применяемого УЗ-излучения для достижения наилучших результатов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Оптика, фолликулы, микрочастицы, наночастицы, ультразвук, ОКТ.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Целями работы являются:

- оптимизация времени воздействия низкочастотного ультразвука (УЗ) для эффективной доставки разномасштабных частиц в волосяные фолликулы;
- исследование возможности использования низкочастотного УЗ для доставки субмикронных микроконтейнеров в волосяные фолликулы *in vivo*.

ВВЕДЕНИЕ

В результате многолетних исследований наночастиц было установлено, что они способны доставлять лекарства местного применения через кожный барьер. Успешная загрузка лекарств в наночастицы и их внедрение внутрь волосяного фолликула может представлять собой эффективный метод неинвазивной локализованной доставки лекарств. Окруженные густой сетью капилляров, волосяные фолликулы являются интересными целевыми структурами.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

В работе использовались две лабораторные крысы альбиноса возрастом около 1 года весом 250–300 г, предварительно анестезированные с помощью Zoletil 50 (Virbac, Франция) дозой 0.05 мг/кг.

В качестве источника УЗ использовался излучатель Dinatron 125 (Dinatronics, США). Частота УЗ составляла 1 МГц. Мощность варьировалась от 0.1 до 2 Вт в непрерывном режиме.

Для визуализации кожи использовался спектральный оптический когерентный томограф (ОКТ) OCP930SR (Thorlabs, США) со следующими параметрами: центральная длина волны источника излучения 930 ± 50 нм, аксиальное и латеральное разрешение соответственно 6.2 мкм и 9.6 мкм (на воздухе), длина области сканирования 2 мм.

В качестве основы суспензии для исследуемых частиц использовался полиэтиленгликоль 300 (PEG 300) (Sigma-Aldrich, США).

В качестве исследуемых частиц использовались частицы диоксида титана (TiO_2) (Sigma-Aldrich, США) трех видов, различающихся диаметром: 25 нм, 100 нм и 5 мкм, и микроконтейнеры CaCO_3 диаметром 900 мкм. Концентрация суспензий частиц составляла 0.5 г/мл. Суспензии наносились на предварительно депилированные участки кожи крысы и подвергались воздействию УЗ мощностью в первом случае 1 Вт два раза по 2 минуты, во втором от 0.1 Вт до 2 Вт, время от 1 до 2 минут.

По полученным А-сканам ОКТ-изображений была оценена оптическая глубина проникновения частиц.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Наибольшая оптическая глубина проникновения в эксперименте с частицами диоксида титана получена для частиц диаметром 25 нм (средняя глубина проникновения составила 99 ± 9 мкм). На меньшую глубину проникли частицы диаметром 100 нм (48 ± 9 мкм) и 5 мкм (60 ± 9 мкм).

Для достижения оптимальной глубины проникновения частиц карбоната кальция необходимо соблюдение баланса между мощностью УЗ-излучения и временем его приложения: при недостаточной мощности и времени воздействия проникновение частиц было незначительным, при более высокой мощности вне зависимости от времени частицы разрушались без проникновения в фолликулы. Оптимальным режимом оказалась обработка в течение 3-х минут излучением мощностью 0.5 Вт. При этом была достигнута глубина проникновения 183 ± 9 мкм.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Lademann J., Knorr F., Richter H., et al., Hair follicles as a target structure for nanoparticles // J. Innov. Opt. Health Sci. — 2015. — Vol. 8. — P. 1–7.
2. Lademann J., Patzelt A., Richter H., et al., Determination of the cuticula thickness of human and porcine hairs and their potential influence on the penetration of

nanoparticles into the hair follicles // Journal of Biomedical Optics. — 2009. — Vol. 14 (2). — P. 021014.

SUMMARY OF THE PROJECT

In the past, it was assumed that topically applied substances pass through the human skin by intercellular penetration. Recently it was found that the hair follicles represent efficient penetration pathways. For drug delivery, the hair follicles are of special interest because they are surrounded by a close network of blood capillaries and dendritic cells, and also host stem cells, which are important for immunology and regenerative medicine.

KEYWORDS

Penetration, microparticles, hair follicle.

ДОКЛАДЧИК

Замковская Анастасия
Игоревна
Zamkovskaya Anastasia

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Кристаллографические основы оптимизации режима использования и обработки кристаллов

ОРГАНИЗАЦИЯ

Крымский федеральный
университет имени
В. И. Вернадского

РЕЗЮМЕ

В работе исследована анизотропия тепловых, диэлектрических, упругих и продольных пьезоэлектрических свойств кристаллов, а также коэффициента электромеханической связи для монокристаллов пьезоэлектриков всех классов симметрии с помощью указательных поверхностей. Найдены направления, вдоль которых свойства принимают нулевые и экстремальные значения.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Кристаллография, симметрия, ориентационная зависимость, свойства кристаллов, пьезоэлектрики.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Исследование анизотропии тепловых, диэлектрических, упругих и продольных пьезоэлектрических свойств кристаллов, а также коэффициента электромеханической связи для монокристаллов пьезоэлектриков всех классов симметрии с помощью указательных поверхностей, а так же нахождение направления, вдоль которых свойства принимают нулевые и экстремальные значения.

ВВЕДЕНИЕ

В современной электронике, радиотехнике, акустике и автоматике широко применяются различные пьезоматериалы. Каждая из областей применения предъявляет свои требования к их качеству. При инструментальной обработке и при функционировании в технических устройствах пьезоэлектрики подвергаются тепловому и механическому воздействию. Пьезоэлектрический эффект — это эффект возникновения поляризации диэлектрика под действием механических напряжений. Поэтому в работе исследуются такие практически применимые характеристики пьезоматериалов, как пьезоэлектрические модули d_{ijk} и коэффициенты теплового расширения α_{ij} , упругой податливости s_{ijkl} и диэлектрической проницаемости ϵ_{ij} .

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Анизотропию можно определить как ориентационную зависимость свойства F , величина которого зависит от направления n , вдоль которого определяется это свойство: $F(n_1) \neq F(n_2)$ (1)

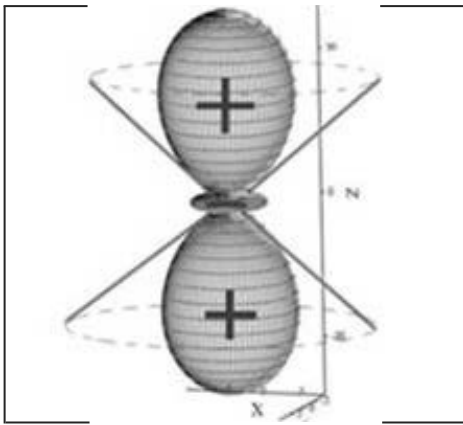


Рис.1 Указательная поверхность теплового расширения кристалла кальцита

Для наглядного графического изображения анизотропии того или иного свойства удобно использовать указательную поверхность. Для построения указательной поверхности рассчитываются значения величин $F(n)$, определяющих анизотропное свойство кристалла (коэффициент теплового расширения, диэлектрическую проницаемость, пьезоэлектрические модули и т.д.), по всем возможным направлениям и откладывают эти значения на радиус-векторах, исходящих из точки (внутри кристалла), выбранной за начало координат. Соединяя концы векторов, получают указательную поверхность, описывающую данное физическое свойство.

Для создания трехмерных, вращающихся моделей указательных поверхностей удобно использовать пакет прикладных программ MathCad. В рамках этого пакета была написана программа, позволяющая строить указательные поверхности и определять максимальное и минимальное значение изучаемого свойства, его симметрию и анизотропию.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

В качестве примера приведем указательную поверхность теплового расширения кристалла кальцита CaCO_3 , который широко используется в оптическом приборостроении. Коэффициенты теплового расширения кальцита ($\alpha_{ij} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$): $\alpha_{xx} = \alpha_{yy} = -5,2$; $\alpha_{zz} = 22,6$ [4].

Полученная поверхность теплового расширения кальцита — это многолобная поверхность с положительной и отрицательной областями, рис. 1. Видно, что вдоль оси Z тепловое расширение кальцита максимально. Стержень из кальцита, вырезанный вдоль этой оси обладает максимальным удлинением при нагревании, рис. 2. Перпендикулярно к оси третьего порядка — область отрицательного теплового расширения, т.е. сжатия. Стержень, вырезанный из кристалла, вдоль этого направления (X), при нагревании будет максимально сокращаться. Около оси 3-го порядка имеется конус направлений с углом полураствора $75^\circ 56'$, вдоль которых расширение (сжатие) нулевое. Стержень из кальцита, вырезанный вдоль этого направления, не подвержен воздействию температуры.

Рис. 2. Различное удлинение разно ориентированных стержней из кальцита при нагревании.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

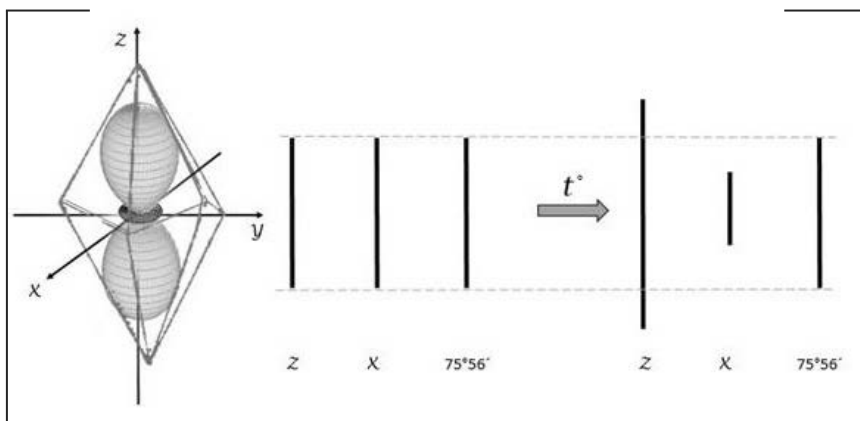
Ориентация и форма указательных поверхностей физических характеристик пьезокристаллов определяется принципом Неймана: симметрия свойства кристалла должна включать элементы симметрии самого кристалла.

В зависимости от категории симметрии кристалла указательные поверхности теплового расширения и диэлектрической проницаемости являются сферами, эллипсоидами вращения или трехосными эллипсоидами.

Симметрия конусов нулевого расширения зависит от симметрии кристаллов. Для кристаллов средней категории — это круговые конусы с предельной группой симметрии ∞m . В основании конусов нулевого расширения кристаллов низшей категории лежат эллипсы, группа симметрии таких конусов — $2m$.

Симметрия продольного пьезоэлектрического эффекта включа-

Рис.2 Различное удлинение разноориентированных стержней из кальцита при нагревании



ет в себя 7 классов симметрии из 18 возможных классов симметрии кристаллов с продольным пьезоэффектом.

Симметрия ориентации коэффициента электромеханической связи является подгруппой группы симметрии упругих и электрических свойств.

Классы продольной пьезоэлектрической симметрии	Классы кристаллов, продольный пьезоэлектрический эффект в которых обладает такой симметрией
1	1
m	m
mm2	2, mm2
3m	3, 3m
$\overline{6}2m$	32, $\overline{6}2m$, $\overline{6}2m2$
∞m	4, 6, 4mm, 6mm
$\overline{3}2$	222, $\overline{3}2$, $\overline{3}2m$, 23, $\overline{3}2m$

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Полулях С.Н.. Пакеты прикладных программ в физике — Симферополь: «Пирамида-Крым», 1998. –104 с.
2. Вустер У. Применение тензоров и теории групп для описания физических свойств кристаллов. Пер. — М.: Мир, 1977.
3. Переломова Н.В., Тагиева М.М. Задачник по кристаллофизике. — М.: Наука, 1982.
4. Сиротин Ю.И., Шаскольская М. Основы кристаллофизики. — М.: Наука, 1979. — 640 с.
5. Замковская А.И., Максимова Е.М. Анизотропия коэффициента электромеханической связи // Физическое образование в вузах. — 2016. — Т. 22. — № 1С. — С. 59–60.
6. Bowen Christopher R, Topolov Vitaly Yu, Hyunsun Alicia Kim 2016 Modern Piezoelectric Energy-Harvesting Materials (Springer Series in Materials Science) — Mainprice D, Hielscher R & Schaeben H 2011 Calculating anisotropic physical properties from texture data using the MTEX open-source package (Geological Society, London, Special Publications).

SUMMARY OF THE PROJECT

Anisotropy of thermal, dielectric, elastic and lateral piezoelectric properties of crystals, and also electromechanical coupling factor for piezoelectric single crystals of all symmetry categories were studied in this work using indicatory surfaces. Directions, along which the properties take zero and extreme values, have been found.

KEYWORDS

Crystallography, symmetry, orientation dependence, crystal properties, piezoelectric.

ДОКЛАДЧИК

Зограф Георгий Петрович
Zograf Georgiy

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Новый метод изготовления золото-кремниевых наночастиц типа ядро-оболочка для современных оптических приложений

ОРГАНИЗАЦИЯ

Санкт-Петербургский
национальный
исследовательский университет
ИТМО

СОАВТОР(Ы) ДОКЛАДА

Макаров Сергей Владимирович
Белов Павел Александрович

РЕЗЮМЕ

Предложен новый способ создания золото-кремниевых наночастиц типа ядро-оболочка методом фемтосекундной лазерной абляции тонких пленок золота и аморфного кремния. Размеры гибридных наночастиц регулируются толщинами пленок, что позволяет эффективно управлять оптическими свойствами получаемых наночастиц. наночастицы типа ядро-оболочка, кор-шеллы, нанофотоника, лазерная абляция.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Наночастицы типа ядро-оболочка, кор-шеллы, нанофотоника, лазерная абляция.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Целью данной работы является разработка методики одноэтапного изготовления наночастиц типа ядро-оболочка из плазмонных материалов и высокоиндексных диэлектриков для создания высокоэффективных наноразмерных источников излучения.

Задачи:

- разработать высокопроизводительный метод создания наночастиц типа ядро-оболочка из плазмонных материалов и высокоиндексных диэлектриков
- оптимизировать эффективность преобразования падающего на наночастицы лазерного излучения в излучение на более высоких частотах.

ВВЕДЕНИЕ

Плазмонные наночастицы способны локализовывать и усиливать свет на наномасштабе. Однако, металлические наночастицы простых форм имеют только резонансы электрической природы. Магнитный оптический отклик экспериментально наблюдался в диэлектрических наночастицах с высоким показателем преломления. Это открывает возможности для управления диаграммой направленности таких наночастиц вследствие интерференции электрических и магнитных оптических резонансов. Сочетание преимуществ диэлектрических и плазмонных наночастиц при формировании гибридных (металло-диэлектрических) наночастиц позволило бы иметь как магнитный оптический отклик из-за диэлектрической части, так и высокую степень локализации поля за счет металлической части.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

В работе впервые продемонстрирован метод создания наночастиц типа ядро-оболочка из золота и кремния, основанный на лазерной абляции многослойных тонких пленок с использованием фемтосекундных лазерных импульсов.

Абляция представляет собой способ удаления материала с поверхности при помощи лазерных импульсов. При низких мощностях, лазер испаряет или сублимирует вещество в виде свободных атомов и кластеров. Когда интенсивность остросфокусированного лазерного импульса превышает порог абляции, происходит микро-взрыв с вылетающими с поверхности жидкими частицами. Тонкие пленки золота и аморфного кремния наносились на стеклянную подложку. Энергетический режим лазера был подобран таким об-

разом, что аблировались обе пленки, но стеклянная подложка оставалась без изменения. Как показало моделирование и результаты анализа при помощи метода комбинационного рассеяния, в процессе абляции аморфный кремний перестраивается в кристаллический кремний. Кристаллический кремний, как известно, лучший материал для нанооптических применений по сравнению с аморфным, содержащим множество дефектов.

Спектры рассеяния полученных наночастиц были измерены при помощи конфокальной экспериментальной установки темнопольной микро-спектроскопии. Концепция основана на том, что отраженный свет проходит мимо собирающего объектива и только рассеянный на наночастицах свет детектируется.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Полученные наночастицы, изготовленные из пленок Au/Si 15/90нм изучались экспериментально с помощью просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ). ПЭМ показала, что полученные наночастицы имеют структуру с золотым ядром и кремниевой оболочкой со средним размером менее 200 нм. Спектр рассеяния наночастиц указывают на наличие трех типов резонансов в видимом диапазоне — электрический дипольный (ЭД), магнитный дипольный (МД) и магнитной квадрупольный (МК). Эти результаты были подтверждены численными расчетами полного сечения рассеяния и векторных распределений электрического поля наночастиц с геометрией, соответствующей размерам полученным на просвечивающем электронном микроскопе. Численные расчеты показывают способность эффективно управлять диаграммой направленности рассеянного света наночастицами. ЭД и МД типам резонансов присуще отсутствие излучения в дальнее поле вдоль направления E-вектора и вдоль H-вектора, а также эквивалентного излучения в прямом и обратном направлении вдоль волнового вектора падающей волны. Диаграмма направленности МК резонанса обладает меньшим боковым излучением, по сравнению с МД. В случае интерференции МД и ЭД резонансов можно получить источник Гюйгенса со сверхнаправленным излучением.

Наночастицы типа ядро-оболочка сохраняют наличие высокой степени локализации и усиления поля, а также сильный эффект Парселла для точечного дипольного источника света в диэлектрической оболочке в связи с наличием резонанса золотого ядра. В качестве такого источника в оболочке может быть, например, примесный люминесцирующий ион, чье усиленное излучение далее может быть использовано либо в интегральных оптических схемах, либо для биоимеджинга.

Важно отметить, что структура оптических резонансов полученных гибридных наночастиц является довольно богатой и легко перестраиваемой за счет использования пленок разной толщины. Особый интерес представляет случай, когда ЭД возбуждается в области длин волн 0.9–1 мкм, а МД — в области 0.4–0.5 мкм, что крайне перспективно для использования таких частиц для гигантского усиления генерации второй гармоники. С учетом того, что поликристаллические золото и кремний обладают высокими нелинейными восприимчивостями, ожидается, что полученные нами наночастицы лягут в основу нелинейной гибридной нанофтоники.

В заключение, нами впервые было показано, что лазерная печать позволяет добиться контролируемого изготовления наночастиц с ядрами из благородных металлов и диэлектрическими оболочками с высоким показателем преломления. Численное моделирование и измерения темнопольных спектров позволило изучить поведение полученных наночастиц типа ядро-оболочка, демонстрирующих магнитный оптический отклик в видимом диапазоне. Такой тип наночастиц является перспективной платформой для создания направленных нанолазеров, нелинейных преобразователей частоты и биосенсоров.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. S. A. Maier. Plasmonics: fundamentals and applications. 2007.
2. V. Klimov. Nanoplasmonics. 2014.

3. A. Krasnok et al. SPIE Optics+ Optoelectronics. International Society for Optics and Photonics, 2015.
4. J. Zhou. Physical review letters 95.22 (2005): 223902.
5. S. Makarov et al. Nano letters 15.9 (2015): 6187–6192.
6. A. Kuznetsov et al. Scientific reports 2 (2012).
7. A. Krasnok et al. Nanoscale 6.13 (2014): 7354–7361.
8. L. Shi et al. Advanced materials 24.44 (2012): 5934–5938.
9. U. Zywietz, et al. Nature communications 5 (2014).
10. D. Zuev et al. Advanced Materials, vol. 28 (2016): 3087–3093.
11. G. Chen et al. ACS nano 6.9 (2012): 8280–8287.
12. P. Liu et al. The Journal of Physical Chemistry C 119.2 (2015): 1234–1246.
13. P. Dmitriev et al. Nanoscale (2015).

SUMMARY OF THE PROJECT

A novel method for fabrication of gold-silicon core-shell nanoparticles is based on femtosecond laser ablation of thin films of gold and amorphous silicon. Sizes of the particles depend on film thicknesses which allows to effectively tune optical properties of the resulted core-shell nanoparticles.

KEYWORDS

Core-shell nanoparticles, nanophotonics, laser ablation.

ДОКЛАДЧИК

Киямов Айрат Газинурович
Kiiamov Airat

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Экспериментальные и теоретические исследования железосодержащих халькогенидов

ОРГАНИЗАЦИЯ

Казанский (Приволжский)
федеральный университет

СОАВТОР(Ы) ДОКЛАДА

Лысогорский Юрий Вячеславович
Вагизов Фарит Габдулхакович

РЕЗЮМЕ

В данной работе исследовалось влияние присутствия избыточного железа на электронные свойства теллурида железа. Исследования проводились с помощью мессбауэровской спектроскопии и расчетов из первых принципов. Было показано сильное влияние избыточного железа на свойства теллурида железа. Кроме того, была объяснена причина асимметрии мессбауэровских спектров.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Халькогениды, мессбауэровская спектроскопия.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Исследование влияния присутствия избыточного железа на электронные свойства теллурида железа.

ВВЕДЕНИЕ

Простейшим железосодержащим сверхпроводником является FeSe, в котором плоские слои атомов железа окружены атомами селена. В 2008 году в этом соединении была обнаружена сверхпроводимость с температурой перехода 8 К. Позже было показано, что высокое внешнее давление приводит к повышению критической температуры до 27 К. Следующим шагом в исследовании FeSe было приложение внутреннего давления путем химической модификации исходного соединения. Было показано, что замещение селена теллуrom привело к повышению температуры перехода до 14 К. Известно,

что в подобных системах нарушается стехиометрия по железу. Исследование влияния присутствия избыточного железа на электронные свойства теллурида железа является актуальной задачей.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

В настоящей работе мессбауэровская спектроскопия и методы моделирования из первых принципов используются для исследования влияния неидеальной стехиометрии по железу в Fe (1.05) Te на электронные и магнитные свойства соединения.

Исследования монокристаллических образцов Fe(1.05) Te методом мессбауэровской спектроскопии осуществлялось в температурном диапазоне от 4.2\,К до 295\,К. Применялся традиционный спектрометр в режиме постоянного ускорения (WissEl) с использованием ^{57}Co в качестве источника гамма-излучения. Железная фольга использовалась для калибровки скорости спектрометра. Поглотителем выступал монокристалл Fe(1.05) Te в виде тонкой пластинки. Для всех температур угол между направлением распространения гамма-излучения и осью с кристалла составлял ноль градусов.

Расчеты из первых принципов проводились в рамках теории функционала плотности с помощью программы VASP 5.3, включенного в программный пакет Medea. Для описания электронных состояний использовался базис плоских волн. Обобщенно-градиентное приближение GGA-PBE использовалось для обменно-корреляционной поправки. Для воспроизведения экспериментальной концентрации атомов железа рассматривалась суперячейка $3 \times 3 \times 1$, содержащая 19 атомов железа и 18 атомов теллура. Такая суперячейка соответствует системе Fe (1.05(5))Te.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

По результат работы видно, что в соединении Fe (1.05) Te формируется четыре неэквивалентные группы атомов железа. Три из них формируются Fe1 атомами железа, четвертая группа переставляет собой атомы железа Fe₂. Данный факт подтверждается результатами расчетов из первых принципов и исследованиями при различных температурах методом мессбауэровской спектроскопии. Можно заключить, что нарушение стехиометрии по железу, то есть присутствие атомов железа в позиции 2с приводит к изменению электронной и спиновой плотности вокруг атомов железа Fe₂ вплоть до третьей координационной сферы. Содержание всего 5 % дополнительного железа оказывает влияние на почти 2/3 атомов железа в образце. Таким образом, учет наличия в системе Fe(1+y)Se(1-x)Te(x) атомов железа Fe₂ необходим при исследовании свойств этих соединений.

Кроме того, можно отметить, что предложенная в данной работе модель объясняет необычную асимметрию мессбауэровского спектра, о которой ранее сообщалось в множестве работ. Асимметричная форма мессбауэровской линии не является следствием наличия примесных фаз, как это отмечалось ранее, а возникает вследствие нарушения стехиометрии по железу.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

Всего было использовано 25 источников. Из-за ограничений представляю первые четыре:

1. Iron-Based Layered Superconductor La [O (1x) Fx] FeAs (x= 0.05–0.12) with Tc = 26 K / Yoichi Kamihara, Takumi Watanabe, Masahiro Hirano, Hideo Hosono // Journal of the American Chemical Society. — 2008. — Vol. 130, no. 11. — P. 3296–3297.
2. Paglione, J. High-temperature superconductivity in iron-based materials / John Pierre Paglione, Richard L Greene // Nature Physics. — 2010. — Vol. 6, no. 9. — P. 645–658.
3. Superconductivity at 27K in tetragonal FeSe under high pressure / Yoshikazu Mizuguchi, Fumiaki Tomioka, Shunsuke Tsuda et al. // Applied Physics Letters. — 2008. — Vol. 93, no. 15.

4. Electronic and magnetic phase diagram of $-Fe_{1:01}Se$ with superconductivity at 36.7 K under pressure / S Medvedev, TM McQueen, IA Troyan et al. // Nature materials. — 2009. — Vol. 8, no. 8. — P. 630–633.

SUMMARY OF THE PROJECT

In this paper we investigate the effect of excess iron in the presence of the electronic properties of iron telluride by means of Mössbauer spectroscopy and first-principles calculations. It shows a strong influence of excess iron on the properties of iron telluride. In addition, the reason for the asymmetry of the Mössbauer spectra was explained.

KEYWORDS

Chalcogenides, Mössbauer spectroscopy.

ДОКЛАДЧИК

Любина Любовь Михайловна
Liubina Liubov

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Исследование возможности построения широкополосных ФАР

ОРГАНИЗАЦИЯ

Санкт-Петербургский
государственный
электротехнический
университет «ЛЭТИ»
им. В. И. Ульянова (Ленина)

РЕЗЮМЕ

Приведены результаты электродинамического моделирования бесконечной вибраторной фазированной антенной решётки (ФАР) с пассивными планарными элементами над проводящей плоскостью. Представлены частотные зависимости коэффициентов отражения в трактах питания элементов, динамические характеристики коэффициента усиления для конечных ФАР, построенных на основе бесконечной модели. Рассмотрены перспективные с точки зрения расширения полосы рабочих частот варианты геометрии ФАР. Приведено решение задачи анализа добротности плоского ленточного вибратора в составе бесконечной двухслойной АР и нахождения условий, соответствующих минимальному значению его добротности.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Добротность, бесконечная фазированная антенная решетка, ячейка Флоке, ленточный вибратор, реактивная энергия, сканирование луча.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Анализ добротности плоского ленточного вибратора, находящегося в составе двумерной бесконечной двухслойной антенной решетки и нахождения условий, соответствующих минимальному значению его добротности. Поиск оптимальной геометрии однослойной ФАР над проводящим экраном, в которой за счет применения пассивных элементов удастся реализовать широкую полосу рабочих частот.

ВВЕДЕНИЕ

Актуальной задачей современной антенной техники является разработка многофункциональных широкополосных ФАР с широкоугольным сканированием. Оценить геометрию ШП ФАР возможно через поиск условий для минимизации добротности элемента в её составе [1–2]. В данной работе решается задача анализа добротности ленточного вибратора, находящегося в составе двумерной бесконечной двухслойной АР и нахождения условий, соответствующих минимальному значению его добротности. Произведён поиск оптимальной геометрии однослойной ФАР над проводящим экраном, в которой за счет применения пассивных элементов удастся расширить полосу рабочих частот при меньшем числе фазовращателей (стоимость которых составляет до 90% от всей стоимости ФАР), чем в [1].

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Анализ добротности элемента в составе двумерной бесконечной двухслойной ФАР был исследован с помощью математического моделирования, на основании системы связанных интегральных уравнений, разрешённых по Галёркину относительно Фурье-образа распределения тока, интегрированием ближних полей элементов с применением теоремы Флоке и последующим вычислением реактивной и активной энергии [2]. Адекватность предложенной математической модели была проверена с помощью электродинамического моделирования методом конечного интегрирования [3].

При электродинамическом моделировании бесконечной однослойной вибраторной ФАР над проводящим экраном, состоящей из комбинации активных и пассивных элементов, расположенных в одной плоскости, был использован численный метод конечного интегрирования, добротность излучателей ФАР рассчитывалась из частотной зависимости входного импеданса [4]. Анализ характеристик для конечных ФАР выполнялся на основе результатов расчета бесконечной модели, с использованием стандартной методики [5].

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

В результате проведенного исследования получено выражение для добротности ленточного вибратора, находящегося в составе двухслойной бесконечной антенной решетки в свободном пространстве при многомодовой аппроксимации токового распределения в вибраторах каждого слоя. Элементы решетки возбуждаются внешним полем или сосредоточенными источниками.

Исходя из данных математического моделирования, можно сделать вывод, что геометрии двухслойных АР при внешнем питании с шагом решётки в Н-плоскости 0.17λ и расстоянием между слоями в 0.2λ (или 0.26λ и 0.15λ соответственно) являются перспективными с точки зрения расширения диапазона рабочих частот. При этом возможность увеличения широкополосности АР за счёт оптимизации межэлементных связей, с уменьшением шага решётки, рассматриваемая в работах [1, 2], подтверждается результатами для двухслойных АР с возбуждением внешним падающим полем. Таким образом, можно считать плотноупакованные двухслойные АР перспективными с точки зрения построения отражательных и проходных антенных решеток [3].

Также были исследованы характеристики бесконечной однослойной вибраторной ФАР над проводящим экраном, состоящей из комбинации активных и пассивных элементов, расположенных в одной плоскости. При электродинамическом моделировании был использован численный метод конечного интегрирования, добротность излучателей ФАР рассчитывалась из частотной зависимости входного импеданса. Получены динамические и частотные характеристики конечных ФАР, рассчитанные на основе бесконечных моделей, а также варианты геометрий ФАР, которые за счет применения пассивных элементов можно считать перспективными с точки зрения реализации широкой полосы рабочих частот при некотором уменьшении числа фазовращателей (до 35 % в рассмотренных в данной работе случаях) [6]. Однако это происходит за счёт незначительного ухудшения динамических характеристик и уменьшения уровня КУ по отношению к ФАР, представленными в [1].

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Сугак М. И., Шарапкова Ю. И. Характеристики широкополосных вибраторных ФАР с малым междуэлементным расстоянием // Электр. и Микроэлектр. СВЧ: Сб. докл. Всеросс. конф., СПб, 3–6 июня 2013 г.
2. Kwon D. H., Pozar D. M. Energy Storage and Radiation Q of Infinite Planar Dipole Phased Arrays // IEEE Trans. on ant. and prop. 2014. Vol. 62. P. 153–162.
3. Любина Л. М., Сугак М. И. Добротность ленточного вибраторного излучателя в составе двухслойной бесконечной антенной решетки // Изв. выс. уч. зав. России. Радиоэлектроника. 2016. №2. С. 63–68.

4. Yaghjian A.D., Best S.R. Impedance, bandwidth, and Q of antenna // IEEE Trans. on ant. and prop. 2005. Vol. 53. P. 1298–1324.
5. Марков Г.Т., Сазонов Д.М. Антенны. М.: «Энергия», 1975. — С. 5286 Любина Л.М. Расширение полосы рабочих частот вибраторной ФАР с помощью пассивных планарных элементов // Изв. выс. уч. зав. России. Радиоэлектроника. 2016. №3.

SUMMARY OF THE PROJECT

Results of electrodynamic simulation of infinite dipole phased antenna array (PAA) with passive planar elements on the conducting plane are presented. Frequency dependences of the reflection coefficients in the paths of the power elements and dynamic dependences of the gain for the finite PAA constructed on basis of an infinite model are shown. Promising in terms of expanding the bandwidth variants of PAA geometry are considered. The solution of the quality factor analysis problem in case of ribbon vibrator located in the part of the two-dimensional infinite two-layer antenna array and finding the conditions corresponding to the minimum value of its quality factor are presented.

KEYWORDS

Quality factor, infinite phased antenna array, Floquet cell, planar dipole, reactive energy, beam scan.

ДОКЛАДЧИК

Мартынова Инна
Александровна
Martynova Inna

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Особенности фазовых переходов в комплексной плазме

ОРГАНИЗАЦИЯ

Московский физико-технический институт (государственный университет)

РЕЗЮМЕ

На основании фазовой диаграммы пылевой плазмы в экранированном дебаевском потенциале в координатах параметра неидеальности и параметра экранирования строится фазовая диаграмма в переменных плотность — давление — температура для однокомпонентной системы с потенциалом Юкавы. Получены оценки скачка плотности на границе плавления. С использованием приближенных уравнений состояния выявлено существование на фазовой диаграмме обширных областей с отрицательными сжимаемостью и давлением. В связи с этим обсуждаются вопросы термодинамической устойчивости и возможность существования в равновесных многокомпонентных системах неучтенного фазового перехода типа газ-жидкость.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Фазовый переход, комплексная плазма, скачок плотности.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Цели:

- анализ характера «расщепления» границы плавления и оценка величины соответствующего скачка плотности между отдельными границами замораживания жидкости и плавления кристалла;
- построение эквивалента фазовой диаграммы (Hamaguchi et al. 1997 Phys.Rev. E 56) в естественных переменных: плотность, температура, давление;
- анализ термодинамической устойчивости в равновесной многокомпонентной модели макроионов с зарядами $+Z$ ($-Z$) и точечных микроионов с зарядами -1 ($+1$ соответственно).

Задачи:

- перестроить фазовую диаграмму в переменные плотность — температура для случаев потенциала Юкавы,
- оценить скачок плотности двумя способами — с использованием предположения о подобии плавления системы мягких сфер и системы с потенциалом Юкавы и уравнения Клапейрона-Клаузиуса;
- с использованием приближенных уравнений состояния (Hamaguchi et al. 1997 Phys. Rev. E 56) и (Khrapak S. et al. 2014 Phys. Rev. E 89) рассчитать зоны отрицательной сжимаемости и отрицательного давления на фазовой диаграмме (Hamaguchi et al. 1997 Phys. Rev. E 56).

ВВЕДЕНИЕ

Изучение сильно-неидеальной комплексной плазмы активно развивается в последнее время (электроразрядная пылевая плазма, мезоскопическая атмосферная и космическая плазма). Но исследования фазовых переходов ограничиваются изучением кристаллизации и межрешеточного перехода $bcc \rightarrow fcc$. Предварительные оценки показывают, что есть возможность существования переходов типа газ-жидкость и газ-кристалл, поэтому одной из целей работы является анализ термодинамической устойчивости в двухкомпонентных равновесных системах. Другая цель — это оценка скачка плотности на границе плавления, который ранее не рассчитывался и не оценивался. Очень мало (эпизодически) исследовалась возможность появления переходов типа газ-жидкость и газ-кристалл.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Работа полностью теоретическая и содержит аналитические выкладки. Для расчета давления на границе плавления использовался программный код А. В. Филиппова, основанный на методе интегральных уравнений в теории простых жидкостей. Для оценки скачка плотности на границе плавления использовалось предположение о подобии плавления системы Юкавы и системы мягких сфер. Также, использовалось предположение о постоянстве скачка энтропии вдоль всей кривой плавления в однокомпонентной системе Юкавы.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Общепринятая фазовая диаграмма (Hamaguchi et al. 1997 Phys. Rev. E 56) в переменных параметра кулоновской неидеальности Γ и безразмерного параметра экранирования k была перестроена в переменные плотность — температура. Отмечены две границы полиморфного перехода — по температуре и по плотности, причем граничная по температуре точка не является критической. Кривая фазового плавления перестроена в переменные температура — давление, причем степень мягкости меняется вдоль кривой плавления.

Сама кривая плавления должна быть расширенной двумерной зоной, а не одномерной кривой как на изначальной фазовой диаграмме, полученной в изохорическом приближении. С помощью уравнения Клапейрона-Клаузиуса и предположения о постоянстве скачка энтропии вдоль всей кривой плавления была проведена оценка скачка плотности. В результате получена зависимость скачка плотности от k . В пределе твердых сфер ($k \rightarrow 0$) $\Delta \rho / \rho = 0$, в тройной точке 3%, а на бесконечности — около 10%.

С использованием двух уравнений состояния (Hamaguchi et al. 1997 Phys. Rev. E 56) и (Khrapak S. et al. 2014 Phys. Rev. E 89) для двухкомпонентных равновесных резко-асимметричных систем $(+Z, -1)$ и $(-Z, +1)$ получено, что на фазовой диаграмме существуют обширные области отрицательной сжимаемости и отрицательного давления. Эта отрицательность существования фазового перехода 1 рода типа газ-жидкость или газ-кристалл.

Теоретическая значимость состоит в изучении мало или не исследовавшей ранее возможности существования дополнительного фазового перехода типа газ-жидкость и газ-кристалл на широко используемой диаграмме (Хамагу-

чи, 1997). Также, впервые оценен скачок плотности на полиморфной границе плавления. Практическая значимость состоит в выработке рекомендаций для проведения развиваемой в ОИВТ РАН программы экспериментальных исследований свойств комплексной плазмы.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Hamaguchi S., Farouki R. T. Dubin D. Phys. Rev. E56, 4671 (1997).
2. Khrapak S. A., Khrapak A. G. Ivlev A. V., and Morfill G. E., Phys. Rev. E89, 023102 (2014).
3. Martynova I., Iosilevskiy I. Contrib. to Plasma Phys. 56 (5), 432–441 (2016).
4. Фортов В. Е., Храпак А. Г., Храпак С. А., Молотков В. И., Петров О. Ф. УФН, т. 174, №5 (2004)
5. Жуховицкий Д. И., Храпак А. Г., Якубов И. Т. // Физика плазмы 11 / Ред. Смирнова В., М.: Энергоиздат, 1984, 41 с.
6. Fortini A., Hynninen A. — P., Dijkstra M. J. Chem. Phys., 125, 094502 (2006).
7. Hamaguchi S., Farouki R. T. J. Chem. Phys. 101, 9885 (1994).
8. Стишов С. М. // УФН, том 114, с. 3–40 (1974).
9. Филиппов А. В., Паль А. Ф., Старостин А. Н., Иванов А. С. // Письма в ЖЭТФ, том 83, вып. 12, с. 640–646 (2006) 10) Potekhin A., Chabrier G. Phys. Rev. E58, №4, pp. 4941–4049 (1998).

SUMMARY OF THE PROJECT

Well-known phase diagram of complex plasma with the Yukawa potential (Hamagushi, 1997) was converted to temperature-density plane. There are two limits (temperature end point and density end line). Temperature end point is not critical, but turning. The melting curve was converted to temperature-pressure plane. We made melting density gap estimations and used an assumption of constant melting entropy gap and Clausius-Clapeyron relation. Also, we used two equations of state for multi-component equilibrium complex plasmas (+Z, -1) and (-Z,+1) and calculated extended areas of negative total compressibility and negative total pressure. This negativity was treated as indication of an existence of additional phase transition of gas-liquid and/or gas-crystal type.

KEYWORDS

Phase transition, complex plasmas, density gap.

ДОКЛАДЧИК

Мельникова Дарья Леонидовна
Melnikova Daria

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Исследование особенностей трансляционной подвижности и структуры сож методом ямр

ОРГАНИЗАЦИЯ

Казанский (Приволжский)
федеральный университет

РЕЗЮМЕ

В современных условиях обострения политической обстановки возникла проблема импортозамещения, включающая в себя необходимость разработки и производства качественных отечественных СОЖ. Настоящая работа заключается в детальном исследовании структурно-динамических свойств прямых и обратных микроэмульсий на основе концентрата СОЖ МИЛС Л-62 с целью установления характеристик микроэмульсии. В процессе исследования предполагается установление основных механизмов и факторов, определяющих структурно-динамические свойства СОЖ, на основе которых могут быть выработаны рекомендации по оптимизации и улучшению эксплуатационных характеристик разрабатываемой системы Л-62.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Смазочно-охлаждающие жидкости, ЯМР, молекулярная подвижность, структура, металлообработка, сложная система.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Изучить молекулярную подвижность и структуру микроэмульсий на основе смазочно-охлаждающих жидкостей методами ядерного магнитного резонанса.

ВВЕДЕНИЕ

Смазочно-охлаждающие жидкости являются сложными системами, содержащими базовую основу (масло и вода) и множество присадок, обеспечивающих необходимые эксплуатационные свойства. На сегодняшний день до 90% объема смазочно-охлаждающих жидкостей приходится на долю эмульсионных, на макроскопическом уровне представляющих из себя обратную микроэмульсию. При создании СОЖ требуется научно-обоснованное решение всего комплекса вопросов, связанного с разработкой и контролем их многообразных функциональных свойств, что невозможно без привлечения современных методов исследования и анализа сложных молекулярных систем.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Для исследования был привлечен целый комплекс методик ЯМР: ЯМР высокого разрешения, ЯМР-релаксометрия, а так же современные методики спектрально-разрешенной диффузометрии.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Комплексный анализ полученных экспериментальных данных позволил сделать вывод о том, что исследуемая СОЖ МИЛС Л-62, содержащая в общей сложности не менее 13 различных молекулярных компонент и добавок, характеризуется бимодальным распределением размеров дисперсных образований. Такая особенность данной молекулярной системы имеет важное прикладное значение: полученный результат свидетельствует о возможности использования композиции, разработанной в ООО «ТЕХНОЛОГИЯ» МИЛС Л-62 для разработки универсальной СОЖ, предназначенной для широкого круга операций металлообработки.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. ГОСТ 51779–2001. Чистота промышленная. Жидкости смазочно-охлаждающие в процессах механической обработки. [Текст]
2. Фридрихсберг, Д. А. Курс коллоидной химии /Д. А. Фридрихсберг. — СПб: Лань. — 2010. — 411 с.
3. Клушина М. И. Смазочно-охлаждающие жидкости при резании металлов и техника их применения /под ред. канд. техн. наук, доц. М. И. Клушина; М.: Машгиз, 1961. — 292 с.
4. Горшков Г. М., Булыжев Е. М. Исследования влияния дисперсного состава СОЖ на их функциональные свойства. Пути повышения эффективности использования оборудования с ЧПУ // Инженерное образование и НТК. Оренбург: Изд-во Оренб. политех. ин-та, 1989. С. 22–23 с.
5. Зонтаг Г., Штрэнге К. Коагуляция и устойчивость дисперсных систем. — Л.: Химия, 1973. — 152 с.
6. Энтелис С. Г., Берлине Э. М. Смазочно-охлаждающие технологические средства для обработки металлов резанием. М.: Машиностроение, 1986. — 352 с.

SUMMARY OF THE PROJECT

In modern conditions of an aggravation of the political situation there is a problem of import substitution, which includes the need for the development and production of

high-quality domestic cutting fluids. The present work is a detailed study of the structural and dynamic properties of the direct and inverse microemulsion based on concentrate cutting fluids MILS L-62 in order to establish the characteristics microemulsion. In research process involves the establishment of basic mechanisms and factors that determine the structural and dynamic properties of the coolant on the basis of which can be make recommendations to optimize and improve the performance of the system under development L-62. Full complex of NMR techniques: high resolution NMR, NMR-relaxometry, and modern methods of spectrally resolved diffusometry was used.

KEYWORDS

Cutting fluids, NMR, molecular mobility, structure, metalworking, complex system.

ДОКЛАДЧИК

Мерзлова Наталья Николаевна
Merzlova Natalia

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Разработка комплекса программ для моделирования трансформирующихся магнитных систем управления микро- и наночастицами

ОРГАНИЗАЦИЯ

Северо-Кавказский федеральный университет

РЕЗЮМЕ

Для качественного управления нано- и микрочастицами в современных технологических процессах и медицине к магнитных систем управления (МСУ) предъявляются следующие требования: — высокая степень адаптивности конструкции МСУ; — высокая точность управления частицами в глубоких слоях среды; — высокая точность управления частицами в значительно неоднородной среде. Таким образом, геометрия магнитного поля крайне важна, и ее следует учитывать при проектировании технологии магнитного целевого воздействия и построении МСУ, что подтверждает актуальность моего проекта.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Наночастицы, магнитные поля, онкозаболевания, глубокие ткани.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Создание программного комплекса «Комплекс программ SEM для проектирования и контроля трансформирующихся магнитных систем управления (МСУ) нано- и микрочастицами». Комплекс программ SEM для проектирования и контроля трансформирующихся магнитных систем управления (МСУ) нано- и микрочастицами предназначен для моделирования, проектирования и создания новых магнитных систем для управления нано- и микрочастицами в биомедицине.

ВВЕДЕНИЕ

В мире наблюдается постоянный рост онкозаболеваемости (ежегодно регистрируется 8 миллионов, а к 2030 году, согласно данным ВОЗ, в мире ожидается 22 миллиона больных раком).

Прогресс в использовании магнитных нано- и микрочастиц в биомедицине значительно превысил ожидания. В настоящее время нано- и микрочастицы используются в локализованной терапии для доставки наркотиков или химиопрепаратов с помощью градиента магнитного поля (МП) к определенным локализациям; магнитно-жидкостной гипертермии для селективной тепловой абляции опухолей за счет нагрева магнитных частиц МП высокой частоты; тканевой инженерии для дистанционного управления развитием функциональной ткани; в МРТ в качестве контрастных агентов.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Эффективность перечисленных методов снижается при расчете поля в неоднородных средах с особенностью решения в окрестности угловых точек,

а также в многофазных средах с тонкими включениями, характеризующимися нелинейными материальными свойствами. Все вышеперечисленные особенности сред имеют место при использовании трансформирующихся МСУ нано- и микрочастицами в онкологии.

Как показали результаты исследований, с целью повышения точности таких оценок при проектировании МС в биомедицине актуально использовать разработанные в России высокоточные численно-аналитические методы стандартных элементов (МСЭ).

Преимущества метода:

1. Сокращение объема вычислений благодаря уменьшению порядка разбиения расчетной области путем введения в ней стандартных элементов (СЭ) и блоков из них.
2. Повышение гладкости решения благодаря меньшему числу СЭ в расчетной области, чем, например, конечных элементов в МКЭ.
3. Использование точного решения краевой задачи в СЭ вместо его линейной или иной приближенной аппроксимации.
4. Обеспечение высокой точности склейки нормальных производных на границах СЭ.
5. Предварительная оценка точности аппроксимации решения с использованием функционала краевой задачи и математической модели СЭ на тестовых примерах для каждого СЭ.
6. Использование коэффициентов рядов Фурье для следов решения вместо узловых значений при «склейке» СЭ.
7. Блочно-ленточная структура решаемых СЛАУ.
8. Учет особенности решения в окрестности угловых точек.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Наиболее масштабной областью применения МСУ магнитными нано- и микрочастицами в медицине является онкологические заболевания.

Уже существуют компании, производящие нагруженные магнитные наночастицы:

- компания FeRx, Inc. (основанная в 1997 г.)
- компания Chemicell GmbH (TargetMAG-доксорубицин)
- компания Chemicell (FluidMAG®)
- компания Alnis Biosciences, Inc. (магнитный гидрогель с наночастицами (MagNaGel®))

Повышенная точность также управления необходима в связи:

1. Потребностью точного расчета поля и его градиента для управления временем удержания наночастиц в заданной области.
2. Потребностью точного расчета величины поля которое запускает механизм десорбции препарата. При введении магнитных частиц на глубину до 10–15 см. внутрь организма приходится работать с сильно ослабленными полями.
3. Накоплением магнитных частиц не только в целевой области, но также и по всему поперечному сечению от внешнего источника до глубины, которая является пределом эффективного поля.

Таким образом, на основании приведенной литературы можно сделать вывод, что:

1. Использование МСЭ для численного расчета плоскопараллельного магнитного поля магнитной системе позволяет значительно сократить степень дискретизации расчетной области.

2. Методика МСЭ, основанная на использовании на границах СЭ узлов, позволяет обеспечить высокую точность расчетов, при малой размерности дискретной модели.
3. МСЭ позволяет при вычислении значений силы F_y (притяжения или отталкивания) использовать коэффициенты разложения потенциала и его нормальной производной в ряд Фурье, вычисленные на границе СЭ, ничего не предполагая о поведении потенциала в СЭ.
4. Применение МСЭ позволило сократить размерность расширенной матрицы решаемой системы уравнений и обеспечить точность решения, не прибегая к специальным алгоритмам ее формирования (ленточной матрице).
5. Сравнение погрешностей МСЭ и других численных методов в расчете силовых взаимодействий в расчетных магнитных системах показало преимущество МСЭ по точности.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Пашковский А.В. Метод стандартных элементов в расчете магнитного поля линейного двигателя с постоянными магнитами // Научно-технические ведомости СПбГПУ. 2010. №2. С. 130–136.
2. Пашковский А.В. Повышение точности расчетов магнитного поля и силовых характеристик электромеханических устройств комбинированным методом стандартных и конечных элементов // Научно-технические ведомости СПбГПУ. 2010. №3. С. 140–145.
3. Пашковский, А.В. Блочные численно-аналитические методы и новые математические модели в расчете силовых взаимодействий наночастиц / А.В. Пашковский, В.И. Пашковский // Научно-технические ведомости СПбГПУ. — 2012. — №4. — С. 39–44.

SUMMARY OF THE PROJECT

For quality control of nano — and microparticles in the modern technological processes and medicine, to magnetic control systems (IAS) has the following requirements:

- high degree of adaptability of the structure of MSU;
- particle high control accuracy the deep layers of the environment;
- particle high control accuracy significantly inhomogeneous medium. Thus, the geometry of the magnetic field is extremely important and should be considered when designing technology magnetic targeted exposure and building of MSU, which confirms the relevance of my project.

KEYWORDS

Nanoparticles, magnetic field, Oncology, deep tissue.

ДОКЛАДЧИК

Моисеев Эдуард Ильмирович
Moiseev Eduard

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Высокотемпературная лазерная генерация в инъекционных микродисковых резонаторах с активной средой на основе квантовых точек InAs/InGaAs

ОРГАНИЗАЦИЯ

Санкт-Петербургский
научно-образовательный центр
нанотехнологий РАН

РЕЗЮМЕ

Актуальность работы обусловлена необходимостью создания источника оптического излучения, пригодного для передачи данных между чипами и внутри чипа. В проекте предлагается использовать микролазеры с резонатором на основе высокодобротных мод шепчущей галереи и квантовыми точками InAs/InGaAs в активной области. В работе впервые продемонстрирована лазерная

генерация при повышенных температурах (до 100°C) для инжекционного микродискового лазера с диаметром 31 мкм с пороговым током 13.7 мА. Разработана простая технология создания инжекционных микродисковых лазеров с полупрозрачной токопроводящей углеродной пленкой в качестве верхнего электрического контакта.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Микродисковые лазеры, моды шепчущей галереи, квантовые точки, нанопотоника.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Целью работы является получение лазерной генерации и исследование свойств инжекционных микродисковых лазеров с диаметром менее 31 мкм при повышенных температурах (до 100 °С), разработка простой технологии создания и исследование свойств инжекционных микродисковых лазеров с полупрозрачной токопроводящей углеродной пленкой в качестве верхнего электрического контакта.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

1. Произвести эпитаксиальный синтез инжекционной гетероструктуры с квантовыми точками InAs/InGaAs методом молекулярно-пучковой эпитаксии;
2. Сформировать микрорезонаторы методами фотолитографии и плазмохимического травления;
3. Сформировать верхний и нижний металлические контакты;
4. Синтезировать и нанести полупрозрачную токопроводящую углеродную пленку на массив инжекционных микродисковых лазеров;
5. Исследовать микролазеры методом спектроскопии электролюминесценции при комнатной температуре и повышенных температурах (до 100 °С).

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность работы обусловлена необходимостью создания источника оптического излучения, пригодного для передачи данных между чипами и внутри чипа. Такой лазер должен быть компактным, иметь узкую резонансную линию, потреблять мало мощности, иметь простой процесс изготовления и стабильно работать при высоких (до 100 °С) температурах. В проекте предлагается использовать микролазеры с резонатором на основе высокодобротных мод шепчущей галереи [1], квантовыми точками InAs/InGaAs в активной области и полупрозрачной токопроводящей углеродной пленкой в качестве верхнего электрического контакта [2].

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Для синтеза гетероструктуры была использована технология эпитаксиального роста — молекулярно-пучковая эпитаксия (МПЭ), которая является одной из лидирующих технологий роста полупроводниковых лазеров на основе наноструктур. МПЭ позволяет контролировать состав и толщину эпитаксиального слоя с высокой точностью и надежностью, что обеспечивает высокую степень воспроизводимости результатов работы и возможность использования технологии в массовом производстве. Применение различных методов контроля непосредственно в процессе роста обеспечивает всей необходимой информацией об образцах.

Микрорезонаторы различных размеров были сформированы при помощи метода фотолитографии и плазмохимического травления.

Метод фотолитографии является оптимальным для достижения большой площади засветки и приемлемых для большинства задач значений пространственного разрешения. В методе происходит селективная полимеризация

фоторезиста. Участки фоторезиста, не подвергшиеся полимеризации, смываются специальным растворителем. Далее методом плазмохимического травления происходит формирование мез.

Пленка пиролитического углерода была выращена на подложке кремния методом осаждения из паровой фазы (CVD) без непрерывного потока газа внутри камеры, чтобы уменьшить потребление газа и предоставить больше времени для формирования полиароматических структур.

Для исследования микрорезонаторов использован метод спектроскопии электролюминесценции.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Спектр электролюминесценции при комнатной температуре от микродискового лазера с диаметром резонатора 15 мкм при токе накачки 4.5 мА приведен на рисунке 1.

Узкие резонансные линии соответствуют высокодобротным модам шепчущей галереи. Для наиболее интенсивной моды наблюдался переход в режим лазерной генерации, о чем свидетельствует пороговый вид зависимости интенсивности линии 1260 нм от тока накачки. Порог лазерной генерации составил около 1.6 мА, напряжение открытия $U_0 = 1$ В.

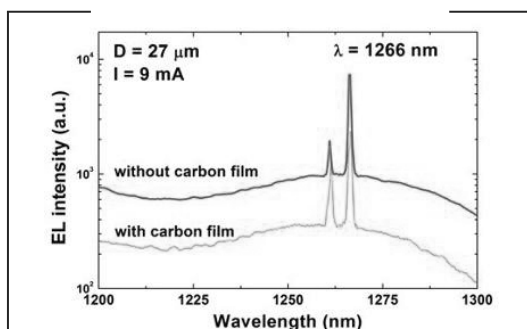
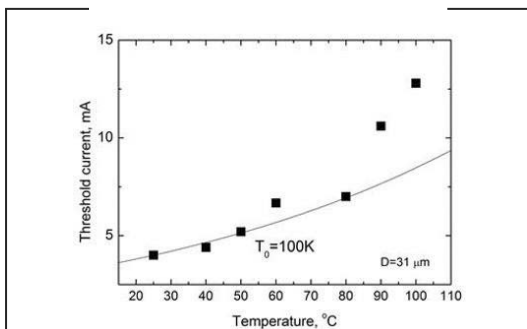
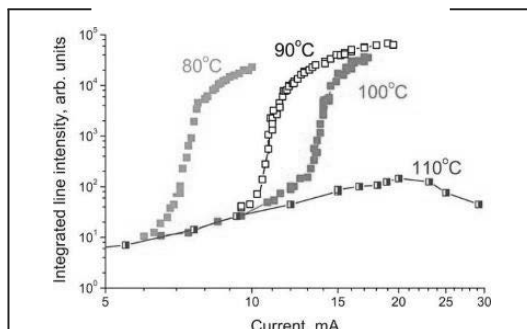
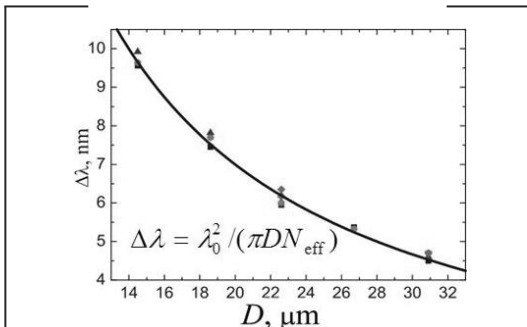
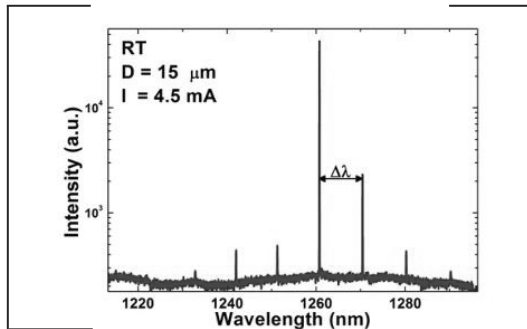
Важным параметром лазерной структуры является спектральное расстояние между ближайшими резонансными линиями — межмодовый интервал. На рисунке 2 представлена зависимость межмодового интервала $\Delta\lambda$ от диаметра резонатора D . Зависимость хорошо аппроксимируется известной формулой для межмодового интервала.

В работе была исследована зависимость порогового тока лазерной генерации от температуры при нагреве до 100°C для микрорезонатора с внешним диаметром 31 мкм. На рисунке 3 представлены зависимости интенсивности лазерной линии от тока накачки при различных температурах (80, 90, 100, 110 °C).

Максимальная температура, при которой наблюдалась лазерная генерация, составила 100°C. Из зависимости значения порогового тока от температуры (см. рисунке 4) была оценена характеристическая температура T_0 в диапазоне 25–80 °C. Характеристическая температура составила 100 К, что сопоставимо с полученными ранее значениями для полосковых лазеров с аналогичной активной областью [3] и свидетельствует о глубокой локализации носителей заряда в квантовых точках.

Наибольшая температура, при которой наблюдалась лазерная генерация составила 100 °C. Лазерная длина волны составила 1304 нм. Порог лазерной генерации составил 13.7 мА, а добротность, оцененная по отношению резонансной длины волны к полуширине линии, составила около 40000.

В результате исследования продемонстрирована лазерная генерация микродискового лазера с диаметром 31 мкм при 100 °C, что является рекордным значением для столь малого диаметра инжекционного микродискового лазера.



После нанесения токопроводящей углеродной пленки на массив инжекционных микродисковых лазеров были исследованы спектры электролюминесценции от структур при комнатной температуре. На рисунке 5 приведены спектры электролюминесценции инжекционного микродискового лазера с диаметром 27 мкм без пленки углерода и с пленкой углерода при токе накачки 9 мА.

После нанесения токопроводящей пленки интенсивность излучения микролазеров в спектральной области 1.3 мкм снижалась на 65%. Эти потери обусловлены отражением и поглощением излучения пленкой углерода и хорошо согласуются с ожидаемыми потерями [4]. Уменьшение толщины пленки должно привести к увеличению прозрачности токопроводящей пленки углерода.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. McCall S. L. et al. Whispering-gallery mode microdisk lasers // Applied physics letters, Vol. 60, No. 3, 1992. pp. 289–291.
2. Cao Q., Rogers J.A. Ultrathin films of single-walled carbon nanotubes for electronics and sensors: a review of fundamental and applied aspects // Advanced Materials, Vol. 21, No. 1, 2009. pp. 29–53
3. Kovsh A.R. et al. InAs/InGaAs/GaAs quantum dot lasers of 1.3 μm range with enhanced optical gain // Journal of Crystal Growth, Vol. 251, No. 1, 2003. pp. 729–736.
4. Kaplas T., Svirko Y. Direct deposition of semitransparent conducting pyrolytic carbon films // Journal of Nanophotonics, Vol. 6, No. 1, 2012. pp. 061703–061703.

SUMMARY OF THE PROJECT

In this work, we present results on high-temperature operation of microdisk laser. We also present microdisk lasers with top contacts made of a semitransparent conducting pyrolytic carbon film are developed. Room temperature electroluminescence spectra from an array of the microdisk lasers and a single 27 μm in diameter microdisk laser are demonstrated.

KEYWORDS

Microdisk lasers, whispering gallery modes, quantum dots, nanophotonics.

ДОКЛАДЧИК

Налбантов Николай
Николаевич

Nalbantov Nikolay

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Исследование и разработка многоканальных фотонных модулей на основе градиентных кристаллов

ОРГАНИЗАЦИЯ

Кубанский государственный
университет

СОАВТОР(Ы) ДОКЛАДА

Ткачев Дмитрий Сергеевич

Шаповалов Дмитрий Геннадиевич

РЕЗЮМЕ

Предложена концепция лазерных систем на основе кристаллов LiNbO₃: Yb, Er с неравномерными профилями легирования ионами эрбия и иттербия вдоль длины активного элемента. Предварительные исследования кристаллов данного типа показали потенциал увеличения энергосъема инфракрасной (до 20%) и видимой (до 5–7%) люминесценции ионов эрбия по сравнению с привычными однородными кристаллами; также были исследованы возможности усреднения распределения теплового поля по объему кристалла, что позволяет уменьшить вклад термооптических искажений. Результаты исследований публикуются отечественными и зарубежными изданиями, заявка на патент находится на рассмотрении.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Лазерная физика, фотоника, твердотельные лазеры, многоканальная лазерная генерация.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

1. Разработка физико-математической модели оптической схемы резонатора для многоканального твердотельного лазерного модуля.
2. Физико-математическое моделирование лазерной генерации в видимом (зеленое и красное излучение эрбия) и инфракрасном (полуторамикронное излучение эрбия) диапазонах в градиентно активированных кристаллах ниобата лития с концентрационными профилями оптических примесей иттербия и эрбия.
3. Разработка экспериментального макета высокоэффективного многоканального твердотельного лазерного модуля на базе спроектированного резонатора и градиентных кристаллов.

ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день большая часть самых эффективных лазерных сред излучает в области длин волн 600–1600 нм, в то время как в среднем и дальнем ИК-диапазоне (2–5 мкм), включающем окно прозрачности атмосферы, количество исследованных твердотельных источников лазерного излучения ограничено рядом малоэффективных активных матриц. Подавляющее большинство полупроводниковых лазеров малоприспособно для работы в фемтосекундном режиме и характеризуются значительным распылением импульсов в пространственной и частотной области.

Целью данной НИР является изучение и создание многоканальных лазеров на базе нового типа кристаллических лазерных сред с аналитически заданными неравномерными концентрационными профилями активных оптических примесей.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Получение градиентно-активированных кристаллов будет производиться по разработанному научным коллективом модифицированному методу Чохральского с жидкостной подпиткой (патент на изобретение №2402646). Из выращенных градиентно активированных кристаллов будут получены стандартными методами экспериментальные образцы и лазерные элементы

Для изучения динамики изменения эффективности переноса энергии электронного возбуждения, и определения оптимальных концентраций доноров и акцепторов в аспекте создания высокоэффективных лазерных сред будет применена оригинальная методика, разработанная в КубГУ заявителями данного проекта (свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ №2012618765 и №2013617063).

Определение предельных концентраций для концентрационных профилей оптических центров Yb, Er будет основано на физико-математической модели релаксации электронного возбуждения в системе донор-акцептор.

Из полученных компонентов будет сконструирован экспериментальный макет многоканального лазерного модуля.

Техническое обеспечение проекта:

1. Автоматизированная ростовая установка «Ника-3»;
2. Спектрограф MSDD-1000 (спектральный диапазон — 0,1–5 мкм);
3. Монохроматор МДР-204 (спектральный диапазон — 0,1–5 мкм);
4. Лавинный фотодиод (спектральный диапазон — 0,8–1,7 мкм);
5. Полупроводниковый фотодиод на основе PbS;
6. ПЗС-камера;
7. Nd: YAG-лазер (1064 нм; 250 мДж в импульсе);
8. Nd: YLF-лазер (1053 нм);
9. Полупроводниковый лазер (970 нм).

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Для качественной оценки энергетического распределения поля основной моды генерации с длиной волны 1,5 мкм была выбрана модель низшей эрмит-гауссовой моды, распространяющейся в плоскопараллельном резонаторе Фабри-Перо. По результатам данных расчетов было установлено, что форма и наклон концентрационных профилей как ионов эрбия, так и ионов иттербия, а также численное соотношение их концентраций значительно влияют на эффективность усиления в каждой точке. Таким образом, оптимизируя форму обоих концентрационных профилей под разные цели, можно получать, например, активные элементы с повышенной энергоотдачей у выходной апертуры лазерной системы или активные элементы с более равномерной картиной генерации теплового поля, и т.д., в зависимости от желаемых свойств лазерного кристалла.

В результате проведенных исследований кинетики люминесценции получено, что величина интенсивности 1,5 мкм излучения в градиентно-активированных кристаллах коррелирует с концентрационным профилем доноров Yb^{3+} , что объясняется процессами прямого и обратного переноса энергии электронного возбуждения между примесными оптическими центрами. Проведены теоретические и экспериментальные исследования квантовой эффективности ап-конверсии в зеленой спектральной области ионов Er^{3+} , которая составляет порядка 10–12%.

Для анализа термооптических свойств градиентных кристаллов были выбраны постоянный, экспоненциальный, нарастающий и параболический концентрационные профили ионов эрбия. Параболическая форма концентрационного профиля является оптимальной с точки зрения как наиболее эффективного теплоотвода, что выражается в наименьшей максимальной температуре кристалла, так и с точки зрения равномерности теплового профиля, что минимизирует влияние таких термооптических искажений как тепловые линзы на качество лазерного пучка.

Разработка оптических резонаторов, отвечающих условию динамической стабильности привела к получению нескольких технических моделей:

- Полуконфокальный резонатор, содержащий кристалл ниобата лития с нарастающими параболическими градиентами ионов эрбия и иттербия и имеющий длину 0,5 см, радиус кривизны вогнутого зеркала 1 см, и необходимый радиус пятна накачки 32,9 мкм. Профиль каустики расходится до максимального значения 46,5 мкм, давая двукратное увеличение площади модового пятна. Это снижает значение плотности поля у выходной апертуры, но позволяет произвести накачку большего количества активных ионов. Согласно теоретическим предсказаниям радиус волнового фронта на вогнутом зеркале составляет точно 1 см, совпадая с радиусом кривизны отражающей поверхности, а на плоском входном зеркале стремится к бесконечности.
- Плоскопараллельный резонатор с радиусом пятна накачки 125 мкм: увеличение площади моды составляет не более 6%, а радиус кривизны волнового фронта на обоих зеркалах не опускается ниже величины 100 см.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Н. Н. Налбантов, Е. В. Строганова, В. В. Галуцкий // Сборник научных трудов VIII международной конференции молодых ученых и специалистов «Оптика — 2013». — 2013. — С. 168–170.
2. Н. Н. Налбантов, Е. В. Строганова, В. В. Галуцкий // Сборник научных трудов III всероссийской конференции по фотонике и информационной оптике. — 2014. — С. 97–98.
3. Е. В. Строганова, В. В. Галуцкий, Д. С. Ткачев и др. // Оптика и спектроскопия. — 2014. — т. 117. — № 6. — С. 1012–1017.
4. Быков В. П. Лазерные резонаторы / В. П. Быков. — М.: Физматлит, 2004. — 320 с. 5.
5. E. Cantelar, F. Cusso // Journal of Luminescence. — 2003. — Vol. 102–103. — P. 525–531.

6. А. Н. Алпатьев, В. А. Смирнов, И. А. Щербаков // Квантовая электроника. — 2009. — Т. 39. — № 11. — С. 1033–1040.
7. А. Н. Алпатьев, В. А. Смирнов, И. А. Щербаков // Квантовая электроника. — 2010. — Т. 40. — № 1. — С. 35–44.

SUMMARY OF THE PROJECT

Theoretical model and experimental prototypes of solid-state laser systems based on non-uniformly doped crystals of LiNbO₃: Yb, Er has been suggested and studied. First round of studying unveiled the potential for the increasing of infrared (up to 20%) and visible light (up to 5–7%) luminescence generation efficiency. Besides that, non-uniform concentration profiles of active ions can help to average out distribution of heat along the laser crystal, reducing the magnitude of thermo-optical aberrations with that. Results of researches were published in several peer-reviewed scientific journals, patent of non-uniformly doped crystals structure is pending.

KEYWORDS

Laser physics, photonics, solid-state lasers, multi-wavelength laser generation.

ДОКЛАДЧИК

Петкович Евгений Валерьевич
Petkovich Evgeniy

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Ксеноновый гамма-спектрометр для установки по сортировке и сегрегации радиоактивных отходов

ОРГАНИЗАЦИЯ

Национальный
исследовательский ядерный
университет МИФИ

РЕЗЮМЕ

Представлено описание ксенонового гамма-спектрометра для комплекса по сортировке радиоактивных отходов и его основных физико-технических характеристик. Приведены результаты испытаний оборудования и их анализ.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Физика атомного ядра и частиц, Ксеноновый гамма-спектрометр для установки по сортировке и сегрегации радиоактивных отходов, создание ксенонового гамма-спектрометра (КГС) для установки по сортировке радиоактивных отходов (РАО), ксеноновый гамма-детектор.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Цель: создание ксенонового гамма-спектрометра (КГС) для установки по сортировке радиоактивных отходов (РАО).

Задачи:

1. Сборка, наладка, тестирование КГС;
2. Разработка системы связи КГС с персональным компьютером посредством интерфейса RS-485;
3. Интеграция КГС с установкой по сортировке и сегрегации РАО;
4. Выбор режима работы установки;
5. Испытание КГС в составе установки по сортировке и сегрегации РАО; 6. Анализ результатов.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время можно наблюдать за быстрым развитием атомной отрасли — «Ядерным ренессансом». Развитие атомной отрасли было существенно приостановлено после Чернобыльской катастрофы. Сегодня снова запускаются новые ядерные энергоблоки и строятся новые атомные электростанции

(АЭС). С каждым днем становится ясно, что дальнейшее развитие человечества невозможно без атомной энергетики.

С другой стороны, увеличение числа АЭС и их энергоблоков, а также вывод из эксплуатации старых, ведет к увеличению количества радиоактивных отходов (РАО), которые необходимо сортировать по своему составу и концентрации радионуклидов. Необходимо определять с высокой точностью состав и концентрацию отдельных радионуклидов в каждом образце РАО.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Результаты работы:

1. Создан ксеноновый гамма-спектрометр (КГС) на основе тонкостенного четырех литрового ксенонового гамма-детектора;
2. Разработана система передачи спектрометрической информации через интерфейс RS-485;
3. Проведено тестирование КГС в лабораторных условиях с использованием гамма-источников из набора ОСГИ;
4. КГС интегрирован в установку для сортировки и сегрегации РАО;
5. Произведен пробный запуск и тестирование установки;
6. Испытана возможность обнаружения и идентификации радионуклидов (с активностью от 4 кБк до 10 кБк) на различных расстояниях от КГС за (5-10) секунд;
7. Протестирован КГС на выработку команд («bad» или «good»). Получен протокол с учетом превышения 3σ над фоном и минимальных значений активности от всех гамма-линий конкретного гамма-источника в Бк/г в соответствии с ОСПОРБ-99/2010 и СПОРО-2002.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. A. I. Sobolev, «Russia: experience of radioactive waste (RAW) management and contaminated site clean-up,» 2013.
2. P. Filss, «Relation between the activity of a high-density waste drum and its gamma count rate measured with an unshielded Ge-detector,» p. 805–12, 1995.
3. A. Napoleon, «The Real Costs of Cleaning Up Nuclear Waste: A Full Cost Accounting of Cleanup Options for the West Valley Nuclear Waste Site,» Cambridge, MA: Synapse Energy Economics, Inc, 2008.
4. R. Hofstadter, Phys. Rev., pp. 100–102, 1948.
5. Ю.К. Акимов, Фотонные методы регистрации излучений, ОИЯИ, Дубна, 2006.
6. С.Е. Улин, «Гамма-спектрометры на сжатом ксеноне (разработка, исследование характеристик и применение): Диссертация на соискание ученой степени доктора физико-математических наук,» 1999. N. Davidson и A. E. Larsh, «Phys. Rev. 1948. Vol. 74, N 2. P. 220–227.,» № Vol. 74, N 2. P. 220–227., 1948.

SUMMARY OF THE PROJECT

Xenon detector based gamma-ray spectrometer for a radioactive waste sorting complex and its characteristics are described. The results of this equipment tests and their analysis are presented.

KEYWORDS

Astronomy & Astrophysics; Physics.

ДОКЛАДЧИК

Погорелая Дарья Андреевна
Pogorelaya Daria

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Разработка метода повышения точности волоконно-оптического датчика угловой скорости

ОРГАНИЗАЦИЯ

Санкт-Петербургский
национальный
исследовательский университет
ИТМО

РЕЗЮМЕ

Работа посвящена разработке метода повышения точности волоконно-оптического датчика угловой скорости. Проведено исследование паразитной амплитудной модуляции электрооптического фазового модулятора, входящего в состав датчика. Разработаны методы алгоритмической компенсации влияния паразитной амплитудной модуляции фазового модулятора на выходной сигнал датчика. Предложенные методы компенсации позволяют уменьшить среднеквадратичное отклонение и дрейф выходного сигнала волоконно-оптического датчика угловой скорости.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Волоконно-оптический датчик, электрооптический модулятор, паразитная амплитудная модуляция.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Цель: разработка метода повышения точности волоконно-оптического датчика угловой скорости, позволяющего компенсировать влияние паразитной амплитудной модуляции фазового модулятора на выходной сигнал датчика.

Задачи:

- исследовать явление паразитной амплитудной модуляции фазового модулятора;
- выявить зависимости величины паразитной амплитудной модуляции от модулирующего напряжения, температуры и мощности оптического излучения;
- создать программную модель влияния паразитной амплитудной модуляции на выходной сигнал волоконно-оптического датчика угловой скорости;
- дополнить традиционную схему демодуляции сигнала волоконно-оптического датчика угловой скорости алгоритмом компенсации паразитной амплитудной модуляции.

ВВЕДЕНИЕ

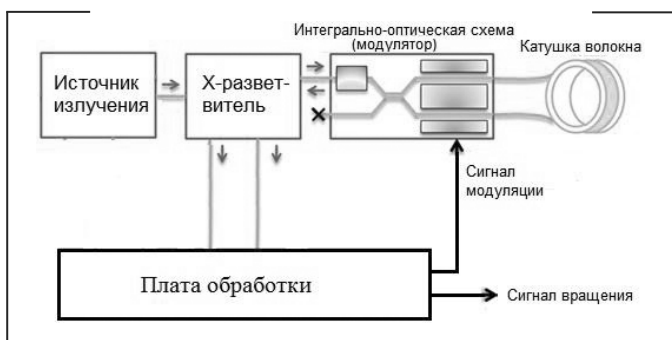
Одним из наиболее перспективных и давно исследуемых волоконно-оптических интерферометрических датчиков является волоконно-оптический датчик угловой скорости (ВОДУС), принцип действия которого основан на эффекте Саньяка [1].

ИССЛЕДОВАНИЯ МЕТОДОВ СОЗДАНИЯ ВЫСОКОТОЧНЫХ ВОДУС ЯВЛЯЮТСЯ АКТУАЛЬНЫМИ ВСЛЕДСТВИЕ РЯДА ИХ ПРЕИМУЩЕСТВ:

- отсутствие подвижных деталей,
- высокая чувствительность,
- устойчивость к электромагнитным помехам.

Для поддержания рабочей точки интерферометра ВОДУС применяется электрооптический фазовый модулятор. Однако, один из его недостатков заключается в паразитной амплитудной модуляции (ПАМ) [2], следствием которой является снижение точностных характеристик ВОДУС [3].

Рис. 1 Типичная конфигурация ВОДУС



МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Таким образом, данная работа посвящена разработке метода, позволяющего компенсировать влияние паразитной амплитудной модуляции фазового модулятора на выходной сигнал датчика.

На данный момент на кафедре световодной фотоники, на которой я обучаюсь, имеется опытный образец волоконно-оптического датчика угловой скорости (ВОДУС): существует рабочая оптоэлектронная схема, разработан традиционный алгоритм обработки сигнала ВОДУС, мпро-

веден ряд исследований, по которым написано множество статей. Один из макетов ВОДУС показан на рисунке 2.

Для измерения ПАМ от модулирующего напряжения было собрано две оптические схемы, одна из которых позволяет измерить ПАМ на проход в каждом плече модулятора, а вторая позволяет измерить суммарную ПАМ в обоих плечах. С помощью оптических аттенюаторов исследовалась как меняется заивимость ПАМ от мощности оптического излучения, а также с помощью термокамеры исследовалось изменения зависимости ПАМ от температуры.

Для дальнейших исследований была создана программная модель обработки сигнала ВОДУС в Matlab Simulink. В модели использовался известный алгоритм обработки сигнала ВОДУС с отрицательной обратной связью [4]. С помощью моделирования оценивалось влияние измеренной ПАМ на выходной сигнал ВОДУС, а также разрабатывался способ компенсации влияния ПАМ на точностные характеристики ВОДУС.

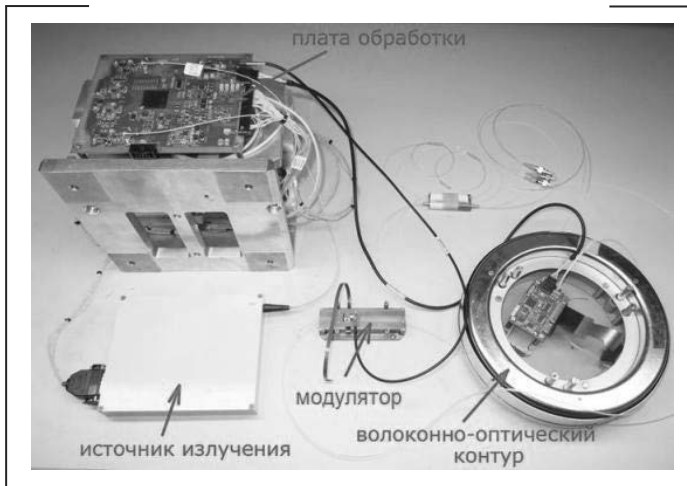


Рис. 2 Схема ВОДУС, разработанная кафедрой световодной фотоники Университета ИТМО

ный алгоритм обработки сигнала ВОДУС с отрицательной обратной связью [4]. С помощью моделирования оценивалось влияние измеренной ПАМ на выходной сигнал ВОДУС, а также разрабатывался способ компенсации влияния ПАМ на точностные характеристики ВОДУС.

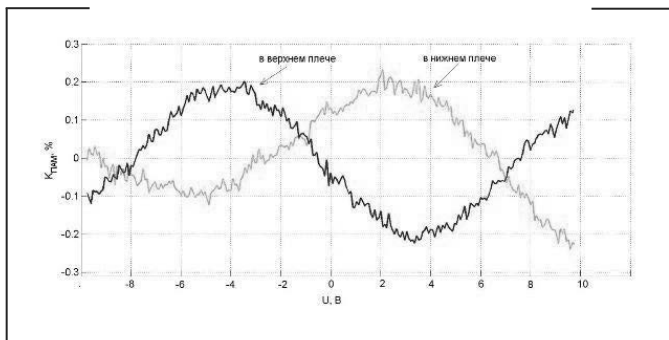


Рис. 3 Зависимости коэффициентов ПАМ от модулирующего напряжения

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

По результатам измерений коэффициента ПАМ от напряжения отдельно в верхнем и нижнем плечах модулятора получились заивисности, представленные на рисунке 3.

Измеренные зависимости ПАМ были внесены в модель, результаты моделирования приведены на рисунке 4.

По результатам исследований [5] скорректированный сигнал фотоприемника предлагается считать по формуле: $I' = I * 2 * [k_B(U_1)k_H(U_2) + k_H(U_1)k_B(U_2)]^{-1}$,

где: $k_B(U) = 1 + k_{ПАМ}^B(U)$, $k_H(U) = 1 + k_{ПАМ}^H(U)$; $k_{ПАМ}^B(U)$ и $k_{ПАМ}^H(U)$ — коэффициенты ПАМ в верхнем и нижнем плечах соответственно, U_1 и U_2 — напряжение модуляции на нечетном и четном шаге соответственно.

Компенсацию ПАМ по суммарной зависимости в обоих плечах в собранном ВОГ можно производить исходя из предположения, что $k_B(U_1)k_H(U_2) = k_H(U_1)k_B(U_2)$.

Тогда скорректированный сигнал фотоприемника предлагает считать по формуле:

$$I' = I * [\sqrt{k(U_1)k(U_2)}]^{-1}$$

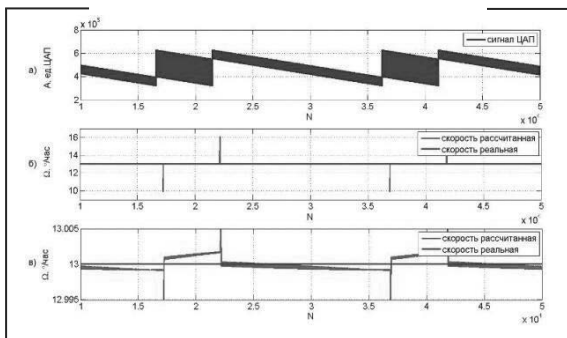


Рис. 4 Влияние ПАМ на выходной сигнал ВОДУС: а) сигнал модуляции, б) выходной сигнал скорости вращения, в) выходной сигнал в крупном масштабе

Результаты исследований сведены в таблицу.

Таблица 1. Дрейф сигнала угловой скорости δ , °/час при усреднении по 10 секундам

Угловая скорость	Дрейф сигнала угловой скорости δ , °/час			
	$k_{2oc} = 0$	$k_{2oc} = 0.01$		
	Без компенсации	Без компенсации	С компенсацией	С компенсацией по сумме
1°/час	1.2e-5	3.3e-5	0	-6.0e-7
13°/час	1.8e-5	2.0e-4	0	-2.8e-6
130°/час	7.3e-5	2.2e-3	0	-2.2e-5
2000°/час	1.0e-3	3.3e-2	0	-3.0e-3
18000°/час	9.5e-3	1.9e-1	0	2.2e-3

Согласно таблице, ПАМ вносит основной вклад в дрейф сигнала угловой скорости при работающей второй обратной связи, которая ошибочно подстраивает масштабный коэффициент модулятора, тем самым увеличивая погрешность вычислений. Однако, подстройка масштабного коэффициента в ВОДУС необходима, поэтому дальнейшие исследования проводились при работающей второй обратной связи. Таблица показывает, что дрейф сигнала при $k_{2oc} = 0.01$ особенно существенен при больших скоростях: дрейф сигнала увеличивается на два порядка по сравнению со случаем, когда $k_{2oc} = 0$.

Алгоритм компенсации по зависимостям ПАМ, измеренным отдельно в каждом плече модулятора, позволяет скомпенсировать ошибку, обусловленную ПАМ, с точностью до расчетной ошибки Matlab (10^{-9}). Алгоритм компенсации ПАМ по сумме способствует снижению дрейфа сигнала на несколько порядков.

Измерение суммарной зависимости в собранном приборе представляется более простой задачей, чем измерение ПАМ отдельно в разных плечах заранее перед сборкой оптической схемы ВОДУС.

Таким образом, достигнуты следующие результаты:

- разработан метод измерения паразитной амплитудной модуляции фазового модулятора в ВОДУС;
- получена зависимость величины паразитной амплитудной модуляции от модулирующего напряжения;
- создан алгоритм компенсации паразитной амплитудной модуляции в схеме обработки сигнала ВОДУС;
- снижен дрейф и СКО выходного сигнала ВОДУС.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Окоси Т. Волоконно-оптические датчики — Л.: Ленинград, Энергоатомиздат, 1990. — 256 с.
2. C. Ishibashi, J. Ye, and J.L. Hall, Analysis/reduction of residual amplitude modulation in phase/frequency modulation by an EOM// Quantum Electronics and Laser science Conference, Conference. — 2002. — pp. 91–92
3. J. Sathian, E. Jaatinen, Reducing residual amplitude modulation in electro-optic phase modulators by erasing photorefractive scatter//Optics express. — 2013. — №21. — P. 12309–17.
4. H. C. Lefevre, Fiber Optic Gyroscope, London: Artech House, 2014. — 401 p.
5. Погорелая Д. А., Смоловик М. А. Исследование влияния паразитной амплитудной модуляции фазового электрооптического модулятора на сигнал волоконно-оптического гироскопа // Сборник трудов IX Международной конференции молодых ученых и специалистов «Оптика — 2015» — 2015. — С. 532–534.

SUMMARY OF THE PROJECT

The work deals with the development of a method to improve the accuracy of fiber-optic angular rate sensor. There was made the study of the parasitic amplitude modulation of electro-optic phase modulator which is a necessary part of the sensor. Methods of algorithmic compensation of the parasitic amplitude modulation of the phase modulator on the output signal of the sensor were made. The proposed compensation methods reduce the standard deviation and drift of the output signal of the fiber-optic sensor of angular velocity.

KEYWORDS

Fiber-optic sensor, electro-optic modulator, residual amplitude modulation.

ДОКЛАДЧИК

Полубавкина Юлия Сергеевна
Polubavkina Yulia

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Исследование лазеров со связанными волноводами методом ближнепольной оптической микроскопии

ОРГАНИЗАЦИЯ

Санкт-Петербургский научно-образовательный центр нанотехнологий РАН

РЕЗЮМЕ

Изготовлены две лазерные структуры с широким волноводом. Вторая структура имеет дополнительно второй пассивный волновод резонансно связанный с основным широким волноводом. Исследован АСМ рельеф поверхности обеих структур, подтверждающий размеры и положение эпитаксиальных слоев. Исследован спектральный состав изготовленных лазеров. Исследованы распределения интенсивности ближнего поля обеих лазеров. Определены их модовый состав, из которого можно сделать вывод о том, что конструкция с двумя волноводами позволяет подавить моды высоких порядков, и что такой лазер работает в одномодовом режиме.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Мощные инжекционные лазеры, широкий волновод, составные волноводы, резонансное связывание.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Целью данной работы являлось исследование распределения интенсивности ближнего поля двух лазерных структур:

- тестовой структуры, имеющей один широкий активный волновод;
- структуры, имеющей составной волновод.

Полученные в ходе исследования данные должны подтвердить идею о том, что благодаря конструкции со сложным волноводом происходит подавление мод высоких порядков, и такой лазер действительно работает в одномодовом режиме.

Задачами данной научно-исследовательской работы являлось:

- Создание двух лазерных структур (содержащей дополнительный узкий волновод и состоящий только из одного широкого волновода), включая эпитаксиальный синтез слоев структуры и формирование полосков на поверхности пластин с помощью фотолитографии и травления.
- Исследование рельефа поверхности выходного зеркала полученных лазеров.
- Исследование карт распределения интенсивности ближнего поля при различных токах накачки.
- Анализ полученных данных и подведение результатов работы.

ВВЕДЕНИЕ

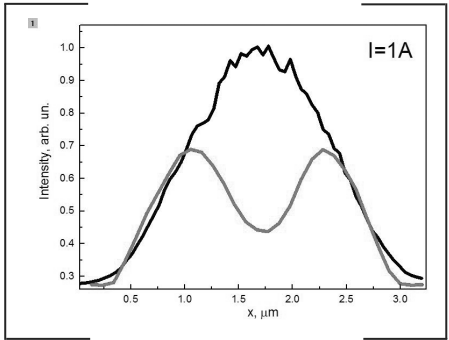
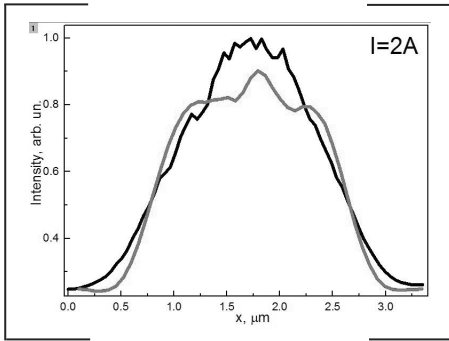
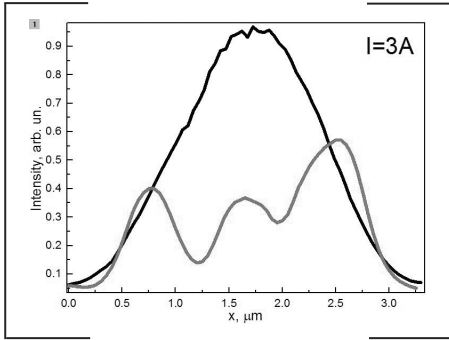
Многие применения мощных полупроводниковых лазеров требуют высокое качество луча. Одной из проблем является катастрофическое оптическое разрушение зеркал. Эффективным способом уменьшения оптической плотности мощности является увеличение размера волновода. Такое расширение однако, ограничено, переходом в пространственно-многомодовый режим генерации. В данной работе будет рассмотрен простой и эффективный способ подавления мод высоких порядков в широких волноводах, основанный на структуре, содержащей связанные волноводы. Концепция использует эффект резонансного связывания между двумя параллельными волноводами, расположенными в непосредственной близости друг к другу, что позволяет получить одномодовый режим генерации.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Две лазерные структуры были выращены методом металлорганической газовой эпитаксии (МОГФЭ) на n-легированной GaAs подложке ориентацией (100). Первая структура с одним широким волноводом шириной 2,5 микрона имеет активную область, состоящую из двух InGaAs квантовых ям с 24% содержанием индия. Волновод заключен между AlGaAs обкладками толщиной 1 мкм каждый с 15% содержанием алюминия. Вторая структура помимо широкого волновода с активной областью имеет узкий пассивный волновод шириной 610 нм, отстоящий от широкого на расстоянии 250 нм. Обе пластины спрощены в гребешковые лазеры с шириной полоски 50 мкм и длиной 2 мм с помощью методов фотолитографии и травления сквозь p-контакт и частично сквозь p-обкладку. Затем образцы были припаяны p-стороной к медным тепловодам. В данной работе использовались различные конфигурации зондового микроскопа ИНТЕГРА Спектра от компании НТ-МДТ. Исследования рельефа поверхности производились по контактной и полуконтактной методикам АСМ. Для исследования поверхности методами ближнепольной оптической микроскопии обычный зондовый датчик заменялся на другой датчик, представляющий собой кантилевер с полый пирамидой, имеющий на конце апертуру примерно 100 нм в диаметре. Таким образом, ближнепольное изображение формировалось одновременно с изображением рельефа поверхности.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Оба лазера (с одним и двумя волноводами) имеют похожие параметры, а именно плотность порогового тока $\sim 330 \text{ A/cm}^2$, внутреннюю квантовую эффективность 88% и внутренние потери $1,3 \text{ см}^{-1}$. Максимумы интенсивности излучения наблюдаются при $\lambda = 1040 \text{ нм}$. Были исследованы АСМ сканы рельефа поверхности зеркала одного и второго лазера. Было исследовано ближнее поле при различных токах накачки тестовой структуры с одним широким волноводом и структуры, содержащей два связанных волновода. Из изображений профиля распределения интенсивности лазерного излучения на поверхности зеркала тестовой структуры видно, что генерация происходит в многомодовом режиме. При токе 1 А преобладает мода первого порядка, при увеличении тока накачки до 2-3 А наблюдается наложение фундаментальной моды на моду первого порядка. Для лазера со связанными волноводами при любом токе накачки распределение интенсивности соответствует фундаментальной моде, что означает, что моды высоких порядков не участвуют в лазерной генерации. Для полноты картины были построены поперечные профили распределения интенсивности для разных токов накачки. Ширина моды на полувысоте соответствует ширине волновода и равна 2,5 мкм. В результате исследования была подтверждена идея о подавлении мод высоких порядков в лазерах с широким волноводом благодаря эффекту резонансного связывания между двумя параллельными волноводами, расположенными в непосредственной близости друг к другу. Были синтезированы две эпитаксиальные лазерные структуры с одним и двумя волноводами. Были исследован рельеф поверхности зеркал обоих лазеров, подтверждающий структуру и размеры слоев изготовленных лазеров. Были исследованы распределения ближнего поля обоих лазеров. Из анализа полученных данных однозначно понятно, что лазеры, имеющие дополнительный узкий волновод, работают в одномодовом режиме.



Мощные полупроводниковые лазеры находят широкое применение в медицине, начиная от лазерной диагностики и заканчивая лазерной хирургией и деструкцией биотканей. Полупроводниковые лазеры благодаря компактности и простоте устройства составляют хорошую конкуренцию другим типам лазеров.

Также мощные полупроводниковые лазеры используются для накачки твердотельных и волоконных лазеров. Они используются в спектроскопии, в системах преобразования частоты и многих других приложениях.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Gordeev N Yu et al. «Transverse single-mode edge-emitting lasers based on coupled waveguides» Optics Letters, vol. 40, No. 9, 2015, pp 2150–2152
2. Жуков А.Е. Основы физики и технологии полупроводниковых лазеров. СПб.: Изд-во Академ. Ун-та, 2016. — 364 с.
3. Миронов В.Л. Основы сканирующей зондовой микроскопии. 2004, Нижний Новгород, РАН Институт физики микроструктур, 110 с.
4. M. J. Miah, T. Kettler, V. P. Kalosha, K. Posilovic, D. H. Bimberg, J. Pohl, and M. Weyers, IEEE J. Sel. Top. Quantum Electron. 21, 4900206 (2015).
5. M. T. Kelemen et al., «Astigmatism and beam quality of high-brightness tapered diode lasers,» Proc. SPIE, vol. 5452, pp. 233–243, Sep. 2004.

SUMMARY OF THE PROJECT

In conclusion, the concept of suppression of high-order transverse modes in lasers with broadened waveguide due to the effect of codirectional coupling between two parallel waveguides placed in the close proximity was proved. Two epitaxial laser structures with one and two waveguides were fabricated. The relief of mirror surface of both lasers confirmed the layer structure and sizes of fabricated lasers was studied by atom force microscopy. Near field distributions of a laser emission were investigated. From analyses of obtained data it is clear that lasers with two coupling waveguides showed single mode emission.

KEYWORDS

Edge-emitting lasers, coupled waveguides, codirectional coupling.

ДОКЛАДЧИК

Пушилина Мария Яновна
Pushilina Maria

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Распространение волновых процессов в мелкослоистой и трещиноватой средах

ОРГАНИЗАЦИЯ

Санкт-Петербургский
государственный
электротехнический университет
«ЛЭТИ»
им. В. И. Ульянова (Ленина)

СОАВТОР(Ы) ДОКЛАДА

Аббакумов К. Е.

РЕЗЮМЕ

В практике получения экспресс-оценок физико-механических характеристик ряда конструкционных материалов (сталей и ее сплавов) на основании результатов ультразвуковых измерений известное распространение получили методы, связанные с оценками скоростей поверхностных волн. По отношению к ним наибольший интерес представляет применение численных или аналитических зависимостей фазовых скоростей распространения волн Рэлея от параметров, определяющих структурное многообразие влияние нарушений строения металлов в приповерхностных областях на его механические свойства.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Поверхностная волна Рэлея, мелкослоистая среда, трещиноватая среда, эффективные параметры среды.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Цель проекта: Исследование волновых процессов в мелкослоистой и трещиноватой средах, применительно к задачам акустических измерений физико-механических характеристик промышленных материалов. Задачи проекта: Изучить методы расчета физико-механических характеристик, применительно к моделям мелкослоистой среды и трещиноватой среды; Провести расчет физико-механических характеристик, применительно к модели мелкослоистой среды сталь-графит; Провести расчет физико-механических характеристик, применительно к модели трещиноватой среды (сталь); Проанализировать полученные результаты.

ВВЕДЕНИЕ

В практике получения экспресс-оценок физико-механических характеристик ряда конструкционных материалов (сталей и ее сплавов) на основании результатов ультразвуковых измерений известно распространение получили методы, связанные с оценками скоростей поверхностных волн. В работе в низкочастотном приближении для мелкослоистой среды представлены результаты аналитических выводов дисперсионных уравнений для скоростей распространения объемных продольной и поперечной волн в касательном и перпендикулярном направлениях по отношению к плоскостям образующих слоев в зависимости от их параметров.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

В случае если среда содержит неоднородности, например слоистой формы, для того, чтобы исследовать распространение поверхностных волн, нужно знать параметры объемной среды с учетом геометрии распространения волн относительно этих слоев. В данной работе рассмотрены две модели такой геометрии, когда волновой процесс распространяется параллельно и перпендикулярно слоям. Решения для указанных моделей проводились на основании решений дисперсионных уравнений, полученные Л. М. Бреховских. В случае если среда содержит неоднородности трещиноподобной формы, то для того, чтобы проанализировать распространение поверхностных волн, необходимо знать параметры объемной среды, вычисленные через дисперсионное уравнение с подстановкой функциональных зависимостей коэффициентов отражения и прохождения конкретных типов несплошностей. В нашем случае под «несплошностью» понималась последовательность бесконечно тонких несплошностей (трещин) с периодом « h ».

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

В работе в низкочастотном приближении для мелкослоистой среды представлены результаты аналитических выводов дисперсионных уравнений для скоростей распространения объемных продольной и поперечной волн в касательном и перпендикулярном направлениях по отношению к плоскостям образующих слоев в зависимости от их параметров. Полученные значения использовались далее для получения численных решений дисперсионного уравнения для определения фазовых скоростей волн Рэлея. Анализировались результаты скоростей поверхностных волн от параметров мелкослоистой среды. Показано их заметное влияние при различной ориентации направления поверхностной волны по отношению к образующим слоям. Показано, что помимо заметного изменения абсолютных значений скоростей поверхностных волн их распространение сопровождается и значительным возрастанием коэффициента затухания поверхностных волн. Приведены результаты численных оценок для частных случаев соотношений физических и геометрических параметров слоистой среды и частоты ультразвука.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Викторов И. А. Звуковые поверхностные волны в твердых телах. М.: Наука, 1981. — 288 с.
2. Ландау Л. Д., Лившиц Е. М. Теория упругости. М.: Наука, 1965. — 202 с.

3. Press, F.&Healy, J., 1957. J. Appl. Phys., 28, 1323.
4. Бергман Л. Ультразвук и его применение в науке и технике. М.: Изд-во иностр. лит., 1957. — 726 с.
5. Рытов С. М. Акустические свойства мелкослоистой среды. Акуст. журн., 1956,2,№1, с. 71–83.
6. Бреховских Л. М. Волны в слоистых средах. М.:Наука,1973, 343 с.
7. Коновалов Р.С. Рассеяние упругих волн на трещиноподобных дефектах в объектах про-тяженной формы применительно к задачам ультразвуковой дефектоскопии: Дис....канд. техн. наук. М.: СПбГЭТУ ЛЭТИ.— Санкт-Петербург, 2012.
8. Воробьев Е. А. Теория ультразвуковых колебаний как основа построения и применения технических средств получения информации./СПб.: Изд-во СПбГУАП, 2002. — 54 с.

SUMMARY OF THE PROJECT

The purpose of this work is to research wave processes on the borders of structured environments. One of the directions, which develops in defectoscopy is structure measuring. Ultrasonic helps to measure values of velocities for different types of waves, regarding the high accurate measurement. When we know values of these velocities, we can recalculate them in some mechanical characteristics, which are interesting for us. The knowledge of mechanical characteristics is an important operational parameter for different materials. In this work it was considered a question of how to calculate some parameters of environments if it was known a model of this environment. There were considered two models: model of fractured environment and a model of small-layered environment.

KEYWORDS

Rayleigh surface waves, small-layered medium fractured medium, the effective parameters of the medium.

ДОКЛАДЧИК

Редута Игорь Владимирович
Reduto Igor

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Синтез и исследование плазмонных наноструктур

ОРГАНИЗАЦИЯ

Санкт-Петербургский научно-образовательный центр нанотехнологий РАН

СОАВТОР(Ы) ДОКЛАДА

Щербак Сергей Александрович
Капралов Николай Владимирович
Червинский Семён Дмитриевич

РЕЗЮМЕ

Нами продемонстрирован новый подход к формированию и структурированию nanoостровковых металлических пленок, основанный на поляризации стекол и обратной диффузии металла из стеклянной подложки. Разработана новая методика выращивания и тиражирования малых групп nanoостровков с заданным взаимным расположением. В работе также исследован метод управления положением поверхностного плазмонного резонанса серебряных и золотых наночастиц посредством нанесения дополнительного слоя диэлектрика — оксида титана. Полученные структуры могут быть использованы в плазмонике и нанофотонике, в частности, в спектроскопии гигантского комбинационного рассеяния.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Поверхностный плазмонный резонанс, nanoостровковые плёнки, золото, серебро.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Цель: Разработка методик формирования nanoостровковых плёнок благородных металлов, в том числе структурированных пленок, и управление

их параметрами. Задачи: Получение серебряных nanoостровковых плёнок на ионообменных стеклах методом обратной диффузии и их исследование; Разработка методики получения заданных структур из nanoостровков за счёт самоорганизации; Разработка методики управления спектральными характеристиками формируемых структур из серебряных и золотых nanoчастиц.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время nanoостровковые плёнки (НП) благородных металлов находят широкое применение в плазмонике и фотонике [1–2]. Широкий интерес к ним вызван наличием поверхностного плазмонного резонанса (ППР) в nanoчастицах (НЧ). Амплитуда и положение пика ППР определяется свойствами НЧ. Варьируя параметры ППР можно управлять спектральными и амплитудными характеристиками оптической нелинейности структур. Во многих случаях существенным является локальность ППР, например, для создания датчиков с высоким пространственным разрешением. В данном проекте представлена новая методика роста серебряных НП и самоорганизации островков в малые группы [3–5]. В работе также исследована методика управления спектром ППР серебряных НП и золотых НЧ.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Исследования проводятся с использованием промышленных натриево-кальциево-силикатных и кварцевых стекол. С помощью ионного обмена стекло допируется ионами серебра [6]. После этого, при отжиге в водородной атмосфере, формируется островковая плёнка серебра на поверхности стекла [5,7].

Для эффективного применения nanoостровковых структур в плазмонике, необходимо минимизировать расстояния между nanoостровками и обеспечить возможность задавать их концентрацию, размер и взаимное расположение. Предлагаемая к разработке в рамках проекта методика, основанная на поляризации стекол, даёт возможность получения структур из групп островков с заданными параметрами, при этом можно обеспечить расстояние между островками порядка нескольких нанометров [8]. Для поляризации предлагается использовать электроды с двумерными структурами.

Для дополнительного управления положением поверхностного плазмонного резонанса серебряных nanoостровковых плёнок и золотых усечённых nanoчастиц [10], наносился дополнительный слой диэлектрика — оксида титана [9]. Такой слой диэлектрика, помимо этого, защищает nanoостровки от внешних воздействий.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Разработана новая методика формирования металлических островковых плёнок, основанная на процессах ионного обмена и обратной диффузии металла из стеклянной подложки при помощи отжига ионообменного стекла в водородной атмосфере. Установлена корреляция между условиями выращивания nanoостровковых плёнок и их характеристиками. При этом изменялись следующие параметры: состав расплава, температура и длительность ионного обмена, а также температура и длительность отжига в водороде. С помощью атомно-силовой и сканирующей электронной микроскопии определено влияние длительности и температуры отжига в водороде на размеры и концентрацию nanoостровков. Определено распределение островков серебра по размерам. Исследована морфология nanoостровков и показано, что они имеют форму, близкую к полусферической. Установлена необходимая для экспресс-анализа связь между концентрацией и размерами nanoчастиц и их спектральными характеристиками.

Разработан новый подход к структурированию островковых металлических плёнок и их самоорганизации в маленькие группы за счёт локальной обработки стеклянных подложек электрическим полем (поляризации

или, то же самое, полинга). Определено влияние условий электрополевой печати на самоорганизацию наноостровков. Параметры изготавливаемых при этом структур могут быть проварьированы за счет подбора режимов ионного обмена, полинга и отжига в водородной атмосфере. Существенно что рассматриваемая «электрополевая печать» позволяет получать достаточно малые, на уровне десятков нанометров, расстояния между островками, что превосходит результаты стандартной литографии. Это существенно для получения высоких локальных полей. Таким образом, разработана воспроизводимая методика получения серебряных структурированных и самоорганизованных групп островковых плёнок на стекле. Продемонстрировано формирование различных структур из островковых плёнок: периодических цепочек, двумерных массивов, самоорганизованных групп наноостровков с переменными размерами и количествами островков в группе.

В работе также исследована методика управления положением поверхностного плазмонного резонанса серебряных наноостровковых плёнок и золотых наночастиц при помощи нанесения дополнительного слоя диэлектрика — оксида титана. Такой слой диэлектрика также защищает наноостровки от внешних воздействий.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Pelton M. et al. Introduction to Metal-Nanoparticle Plasmonics. Hoboken.: John Wiley & Sons. Inc., 2013. P. 296.
2. Shahbazyan T.V. et al. Plasmonics: Theory and Applications. N. Y.: Springer, 2013. P. 101.
3. Jacobs B.W. et al. // Chem. Sci. 2011. V. 2. P. 411416.
4. Janicki V. et al. // Appl. Phys. B. 2010. V. 98. P. 9398.
5. Zhurikhina V.V. et al. // Nanoscale Res. Lett. 2012. V. 7. P. 676.
6. Журихина В.В. и др. // ЖТФ. 2010. Т. 80. С. 5863.
7. Kaganovskii Yu. et al. // J. Non-Cryst. Solids. 2007. V. 353. P. 22632271.
8. Chervinskii S. et al.// Faraday Discussions 2016. V. 186. P. 107121.
9. Gupta G. et al. // Nanotechnology 2009 V. 20. P. 025703.
10. Chervinskii S. et al. // Nanoscale Res. Lett 2014 V. 9. P. 398.

SUMMARY OF THE PROJECT

We develop a novel technique for structuring metal island films and formation of self-arranged groups of metal nanoislands, which is based on polarization and hydrogen annealing of ion-exchanged glasses. Quantity and size of nanoislands in small groups can be given in a wide range via varying the mode of polarization and annealing in hydrogen. This allows using the structures manufactured with the developed technique in chemical and biological sensors of high spatial resolution. The work also studied protective and surface plasmon management techniques for silver nanoisland and gold nanoparticles. Noble metal nanoisland films are widely applicable in plasmonics and nanophotonics.

KEYWORDS

Surface plasmon resonance, nanoisland films, gold, silver.

ДОКЛАДЧИК

Синельник Артем Дмитриевич
Sinelnik Artem

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Дифракция Лауэ на двумерных фотонных структурах, созданных методом лазерной литографии

ОРГАНИЗАЦИЯ

Санкт-Петербургский
национальный
исследовательский университет
ИТМО

РЕЗЮМЕ

В ходе данной работы были созданы и исследованы фотонные структуры, созданные методом лазерной двухфотонной литографии. Эти структуры имеют гексагональную симметрию. Во время исследований была изучена дифракция Лауэ на созданных структурах. В ходе исследований была обнаружена сверхструктура на картинах дифракции.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Фотонные структуры, Лазерная литография, Дифракция Лауэ, Сверхструктура.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Цель: Исследовать фотонные структуры.

Задачи:

- создать фотонные структуры с помощью метода лазерной литографии;
- изучить дифракцию на созданных структурах;
- теоретическое обоснование полученных результатов.

ВВЕДЕНИЕ

Целью моей работы является создание двумерных фотонных структур с квадратной C_{4v} , ортогональной C_{2v} и гексагональной симметрией C_{6v} с помощью технологии лазерной двухфотонной литографии [1], а также исследование оптических свойств полученных структур дифракционным методом.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Фотонные структуры были созданы на лазерном литографе фирмы LZH (Германия), использовался фемтосекундный лазер 50fs TiF-100F с центральной длиной волны 780 нм, длительностью импульса 50 фс и частотой повторения 80 МГц (Авеста-Проект, Россия). Структуры создавались из полимера на основе пропоксид-циркония с фотоинициатором Irgacure 369 (Ciba Spespeciality Chemicals Inc., США). Структура образцов изучалась в оптическом микроскопе, а также методом сканирующей электронной микроскопии [2,3].

Для исследования оптической дифракции использовалось сфокусированное лазерное излучение ($\lambda = 530$ нм). Подложка закреплялась на столике Федорова, который позволяет производить юстировку образца по трем осям. Дифракция наблюдалась на экране, расположенном за образцом, и регистрировалась с помощью цифровой фотокамеры [4].

Для интерпретации экспериментальных результатов рассматривалась дифракция Лауэ на одномерной цепочке рассеивателей, при этом угол рассеяния составляет $2\theta_s = 2\arccos(n\lambda/a)$. При исследовании картин дифракции от структур с малым количеством рассеивателей наблюдалась сверхструктура [5].

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Метод двухфотонной лазерной литографии, известный в англоязычной литературе под названием «direct laser writing», представляет собой современную технологию создания одномерных, двумерных и трехмерных микро- и нано-объектов с высоким пространственным разрешением до 100 нм. Технология основывается на эффекте нелинейного двухфотонного поглощения и реализована благодаря появлению фемтосекундных лазеров большой мощности.

Фокус лазерного луча сканируется по объему фоторезиста и когда достигается определенное пороговое значение интенсивности, в фоторезисте происходит процесс полимеризации. Компьютерное управление сканированием фокуса лазерного луча по объему фоторезиста позволяет получать микро- и нано-структуры произвольной размерности и форм.

Дифракция света на низкоконтрастных структурах, к которым относятся образцы, получаемые методом лазерной литографии, описывается в борновском приближении теории рассеяния. При этом основные особенности дифракционных картин определяются структурным фактором рассеяния, который рассчитывался в данной работе.

Основным результатом работы является наблюдение сверхструктуры, т.е. разбиения прямых и гипербол на отдельные дифракционные рефлексы, число которых определяется числом рассеивателей конкретного образца. Благодаря большой интенсивности дифракции и высокому разрешению на экспериментальных картинах удастся определить число отдельных рефлексов и сопоставить с результатом, который следует из расчетной дифракционной картины.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. K. Sakoda. Optical Properties of Photonic Crystals. — 2nd edition. — Springer, 2004. — P. 272.
2. И. И. Шишкин, К. Б. Самусев, М. В. Рыбин и др. Стеклообразная наноструктура, изготовленная методом лазерной нанолитографии // ФТТ. — 2012. — № 54. — стр. 1852–1857.
3. Photonic Crystals: Physics, Fabrication and Applications, Ed. by K. Inoue, K. Ohtaka. — Springer, 2004. — P. 348.
4. Ivan I. Shishkin, Kirill B. Samusev, Mikhail V. Rybin et al. Inverted Yablonovite-like 3D photonic crystals fabricated by laser nanolithography // Proc. SPIE. — 2012. — Vol. 8425. — Pp. 84252C-84252C-5.
5. К. Б. Самусев, Г. Н. Юшин, М. В. Рыбин, М. Ф. Лимонов. Структурные параметры синтетических опалов: статистический анализ данных электронной микроскопии // ФТТ. — 2008. — Т. 50. — С. 1230.

SUMMARY OF THE PROJECT

We studied optical diffraction on fabricated structures experimentally by monochromatic illumination with wavelength $\lambda=0.53 \mu\text{m}$. Also superstructure was observed on diffraction patterns i. e. straight lines and hyperboles division separate maximums. Obtained results were theoretically interpreted via diffraction pattern calculation in the Born approximation and Laue equations.

KEYWORDS

Laue diffraction; Laser direct printing; Superstructure.

ДОКЛАДЧИК

Тимшина Мария Викторовна
Timshina Mariya

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Исследование стримера в струе гелия

ОРГАНИЗАЦИЯ

Санкт-Петербургский
государственный университет

РЕЗЮМЕ

В работе представлены результаты моделирования распространения стримера в струе гелия, окруженной воздухом. Отличительная особенность такого явления от классического стримера — низкотемпературного плазменного канала в газе — в том, что путь такого стримера предопределен: ось струи инертного газа задает его направление. Активное применение направленных

стримеров в медицине делает их перспективной областью для исследований. Основа явления — при определенных условиях более высокий коэффициент ионизации в гелии по сравнению с воздухом обеспечивает развитие стримера именно по струе инертного газа.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Физика газового разряда, направленный стример, струя гелия, смесь воздуха и гелия, коэффициент ионизации, моделирование.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Цель: путем сравнения распространения стримера в однородном воздухе и в струе гелия, окруженной воздухом, выявить особенности направленных стримеров, объяснить механизм возникновения подобной структуры. Задача: количественно и качественно проанализировать влияние величины приложенного напряжения и концентрации гелия в струе на характер распространения стримера в системе.

ВВЕДЕНИЕ

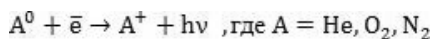
Явление распространения стримера в струе гелия непосредственно касается тематики разрядных процессов в газах.

При определенных условиях частота ударной ионизации в инертных газах, таких как гелий, больше, чем в воздухе, а значит и рост плазменного канала происходит в них активнее.

Преобладание роста стримера в инертном газе дает возможность реализовывать так называемые «guided» — стримеры (направленные стримеры): стримеры, которые распространяются вдоль оси струи инертного газа. Такая система незаменима для создания направленного в определенное место проводящего низкотемпературного плазменного канала. Самые популярные области применения для данного явления — медицина и нанотехнологии.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Исследование производилось по средствам конечно-элементного моделирования в пакете Comsol Multiphysics. Модель является двумерной и осесимметричной. В ней решается система уравнений в дрейфово-диффузном приближении, где электрическое поле находится с помощью уравнения Пуассона. В уравнении Нернста-Планка, описывающем рождение и перенос частиц, учитываются наиболее значимые плазмохимические процессы — это прямые процессы ионизации атомов воздуха и гелия свободными электронами и фото-ионизация, без которой само прорастание стримера было бы затруднено (обеспечивает некоторое количество электронов впереди головки стримера). Под прямой ионизацией подразумевается следующая реакция:



Задавая в модели «струю», на самом деле задаем область с отличным коэффициентом ионизации. Действительно, основная причина образования направленных стримеров — различие коэффициентов ионизации для различных газов. Т. о. стример развивается в том направлении, где рождение новых зарядов, ионизация электронным ударом, будет происходить наиболее активно.

Для того, чтобы оценивать устойчивость уравнений в частных производных (в нашем случае уравнение Нернста-Планка) обычно пользуются критериями, основанными на понятии числа Пекле. В нашем случае, для метода конечных элементов, число Пекле задается следующим образом:

$$Pe = \frac{h \mu_i E}{D_i},$$

где h — характерный размер элемента сетки. Критерий же состоит в том, что $Pe \leq \approx 10$. Он и использовался в работе.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

В рамках данной работы удалось смоделировать процесс распространения стримера в струе гелия. Можно отметить следующие результаты и выводы:

1. Подобраны зависимости для коэффициентов C и D (из формулы для коэффициента ионизации от напряженности поля) от концентрации гелия в смеси воздух-гелий. Используя ее, удалось сделать процесс численного моделирования менее ресурсозатратным.
2. Внешнее поле заставляет стример разветвляться, как в воздухе, так и в гелии; «guided» — эффект наблюдается из-за сильного различия коэффициентов ионизации в гелии и воздухе при невысоких электрических полях. При высоких напряженностях коэффициент ионизации в воздухе становится больше, чем в гелии, и «guided» — эффект не наблюдается.
3. Наблюдается смещение максимума концентраций заряженных частиц к периферии струи, что связано с тем же эффектом, что и разветвление стримера: большее влияние электрического поля по сравнению с «guided» — эффектом (уравниваются коэффициенты ионизации по радиусу) при увеличении напряжения и уменьшении концентрации гелия на оси струи. Удалось пронаблюдать форму «полого цилиндра» (распределение концентрации заряженных частиц в пространстве).
4. При уменьшении концентрации гелия на оси струи со 100% до 90% для рассматриваемой системы еще действует эффект направленности стримера.
5. Радиус канала в струе гелия в рамках поставленной задачи можно считать одинаковым (он ограничивается струей). Найдены зависимости электрического поля на головке стримера от скорости роста стримерного канала при постоянном радиусе канала (для обычного же стримера электрическое поле на головке зависит как от скорости роста стримера, так и от радиуса канала, которые в свою очередь зависимы друг от друга). Они согласуются с классическими представлениями о свойствах положительного стримера и могут быть использованы в упрощенных моделях стримерного процесса. В частности, существует пороговая ненулевая напряженность электрического поля на головке стримера, соответствующая его остановке. Порог увеличивается с уменьшением концентрации гелия на оси струи.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. X. Lu, G.V. Naidis, M. Laroussi, and K. Ostrikov, «Guided ionization waves: Theory and experiments,» *Phys. Rep.*, vol. 540, no. 3, pp. 123–166, 2014.
2. D. (University of T. Breden, K. (University of T. Miki, and L. L. (University of T. Raja, «Modeling of an Atmospheric Pressure Plasma Jet in a Helium-Air Diffusion Zone,» 50th AIAA Aerosp. Sci. Meet. Incl. New Horizons Forum Aerosp. Expo., no. January, pp. 1–10, 2012.
3. N. Mericam-Bourdet, M. Laroussi, a Begum, and E. Karakas, «Experimental investigations of plasma bullets,» *J. Phys.D. Appl. Phys.*, vol. 42, no. 5, p. 055207, 2009.
4. Райзер Ю. П., Физика газового разряда. 1992.
5. С. А. В. Стишков Ю. К., Электрофизические процессы в газах при воздействии сильных электрических полей. 2011.
6. Н. А. Алейник, «Плазменная медицина.» 2011.

SUMMARY OF THE PROJECT

The simulation results for streamer propagation in a helium jet in ambient air are presented. The distinctive feature of the phenomenon from a classical streamer — a low-temperature plasma channel in a gas — is that the path of such streamer is predetermined: the axis of the inert gas jet specifies its direction. The active application of guided streamers in medicine makes them a promising field of

research. The base of the phenomenon is that a higher value of ionization rate in helium in comparison with the air provides under certain conditions for the development of a streamer along of the inert gas jet.

KEYWORDS

Gas discharge physics, guided streamer, helium jet, mixture of helium and air, ionization rate, simulation.

ДОКЛАДЧИК

Фарухшин Ильнур Ильдарович
Farukhshin Ilnur

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Центры окраски и генерация ультракоротких лазерных импульсов в активной среде $\text{LiLu0.7Y0.3F4:Ce}^{3+}$

ОРГАНИЗАЦИЯ

Казанский (Приволжский)
федеральный университет

СОАВТОР(Ы) ДОКЛАДА

Низамутдинов А. С.
Семашко В. В.
Кораблева С. Л.

РЕЗЮМЕ

Получена лазерная генерация в одноимпульсном режиме в активной среде $\text{LiLu0.7Y0.3F4:Ce}^{3+}$ с длительностью импульса 400 пс на длине волны 311 нм за счет модуляции внутрирезонаторных потерь. Модуляции внутрирезонаторных потерь осуществлялась путем обесцвечивания наведенных центров окраски.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Ультрафиолетовое излучение, твердотельные лазеры, модуляция добротности, редкоземельные ионы.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Целью данной работы является получение ультракоротких импульсов в $\text{LiLu0.7Y0.3F4:Ce}^{3+}$ (Ce:LLYF) в УФ диапазоне спектра и исследование лазерных характеристик активной среды в режиме генерации коротких импульсов.

ВВЕДЕНИЕ

Сегодня развитие технологий требует применения оптических квантовых генераторов в ультрафиолетовом (УФ) диапазоне спектра с импульсами короткой и ультракороткой длительности [1]. Одним из перспективных методов получения УФ излучения является использование фторидных кристаллов, активированных ионами Ce^{3+} , в качестве активной среды. Фторидные кристаллы, активированные ионами Ce^{3+} , позволяют получать короткие импульсы с длительностью от десятков наносекунд вплоть до субнаносекунд.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Среди трехвалентных ионов лантаноидов ион церия имеет минимальную энергию 5d состояния, которая составляет примерно 50000 см^{-1} . Так, например, генерация лазерного УФ излучения в кристаллах гомологах Ce:LLYF и $\text{Ce}^{3+}:\text{LiLuF}_4$ образуется в результате вынужденного излучения межконфигурационных 4f-5d переходов ионов Ce^{3+} , возбужденных лазерным УФ излучением [2]. В результате фотодинамических процессов при взаимодействии с УФ излучением в этих активных средах происходит образование центров окраски [3]. В свою очередь центры окраски поглощают энергию лазерной генерации, тем самым определяя внутрирезонаторные потери [3,4]. Величина потерь на центрах окраски зависит от плотности излучения внутри активной среды и не является постоянной во время эксперимента [3,4]. Данный факт дает возможность использовать поглощение центров окраски для пассивной модуляции добротности или возможной синхронизации мод.

Экспериментальная установка, реализованная для получения ультракоротких импульсов в УФ диапазоне, включает в себя твердотельный лазер на LiCaAlF_6 :

Се³⁺ с энергией генерации до 2.5 мДж на длине волны 289 нм и частотой следования импульсов 10 Гц. Исследуемый образец LiLu_{0.7}Y_{0.3}F₄:Ce³⁺ выращен методом Бриджмена–Стокбаргера и содержит 1 ат. % ионов Се³⁺. Низкодобротный резонатор Се: LLYF имел длину 20 мм и выходное зеркало с коэффициентом отражения 25%.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

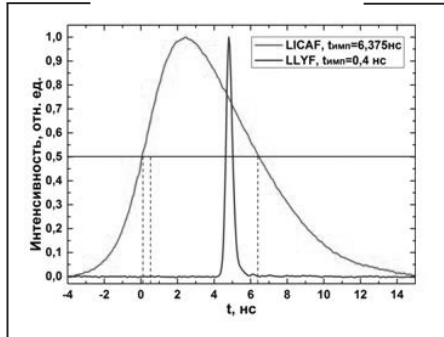


Рис.1 Временное распределение лазерных импульсов полученных с Се:LLYF и Се:LICAF

Лазерная генерация с Се:LLYF получена на длине волны 311 нм с длительностью импульсов 400 пс (Рис. 1), излучение накачки имело длительность импульса порядка 6,4 нс. Время жизни фотона в резонаторе составляло 300 пс. Длительность импульса лазерной генерации Се: LLYF превышает время жизни фотона в резонаторе, что свидетельствует о многопиковом режиме. Однако мы наблюдаем единичный импульс, что говорит о возможной модуляции добротности.

В других работах показано, что увеличение плотности лазерной генерации в активной среде приводит к обесцвечиванию центров окраски [3,4]. Потери при более высоких энергиях излучения накачки, где, по всей видимости, интенсивность лазерного излучения также высока, будут ниже. В свою очередь, число центров окраски зависит от обесцвечивающих факторов, к которым относятся внешняя подсветка. Это открывает возможность управления числом центров окраски.

Мы разработали модель динамических процессов в Се: LLYF, которая содержит 4f-5d лазерные переходы иона Се³⁺, поглощение из возбужденного состояния, фотоионизационные процессы и образование центров окраски. В данной модели мы учитываем поглощение лазерной генерации центрами окраски, которые влияют на внутрирезонаторные потери, и обесцвечивание центров окраски за счет внешней подсветки и температурного фактора. Путем численного решения системы скоростных уравнений была смоделирована лазерная генерация исследуемой активной среды.

Из работы [5] известно, что параметры активной среды Се: LLYF при внешней подсветке на длине волны 532 нм улучшаются за счет обесцвечивания центров окраски. В настоящей работе показано, что при внешней подсветке растет интенсивность лазерной генерации и формируется дополнительный синхронизованный импульс с длительностью порядка 600 пс и задержкой 2,5 нс (Рис. 2). По результатам математического моделирования видно, что в лазерной генерации появляется

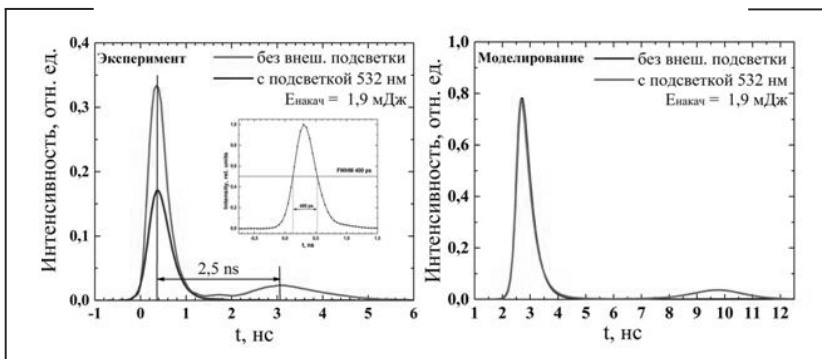


Рис. 2 Экспериментальное и теоретическое временное распределение лазерной генерации с Се:LLYF в низкодобротном режиме

дополнительный импульс и интенсивность генерации растет. При рассмотрении системы без центров окраски однопиковый режим в лазерной генерации отсутствует, что не соответствует экспериментальным результатам. Таким образом, центры окраски расширяют возможный диапазон получения коротких импульсов и стабилизируют лазерные импульсы во времени.

Мы предполагаем, что укорочение импульса лазерной генерации связано с пассивной модуляцией добротности за счет обесцвечивания центров окраски, поглощающих импульс накачки. В результате измерений было зафиксировано изменение внутрирезонаторных потерь и показано, что управление потерями может осуществляться за счет изменения энергии накачки, изменения коэффициента отражения выходных зеркал и внешней резонансной подсветки.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Salimonia A, et. al, Inscription of strong Bragg gratings in pure silica photonic crystal fibers using UV femtosecond laser pulses, 2014 Optics Communications 333133–138

2. Dubinskii, M. A., et. al., On the interconfigurational 4f25d-4f3 VUV and UV fluorescence features of Nd3+ in LiYF4 (YLF) single crystals under F2 laser pumping 1992 Optics Communications 94 (1-3) 115–118
3. Lim, K.-S., et. al., UV-induced loss mechanisms in a Ce3+:YLiF4 laser, (1988) Journal of Luminescence, 40–41 (C), pp. 319–320
4. Semashko, V. V. et. al., Photodynamic nonlinear processes in UV solid-state active media and approaches to improving material laser performance, 2002 Proceedings of SPIE 4766119–126
5. Nurtdinova, L. A., et. al., Enhanced efficiency ultraviolet LiYXLu1-XF4:RE3+ (RE = Ce, Yb) laser, 2014 Las. Phys. Lett. 11 (12) 125807.

SUMMARY OF THE PROJECT

We have obtained the single pulse laser oscillation with 400 ps at 311 nm from LiLu0.7Y0.3F4:Ce3+ crystal. Short pulse was obtained from intracavity loss modulation via pump-induced color centers bleaching. Modulation of intracavity losses is regulated via color centers concentrations.

KEYWORDS

Ultraviolet sources, rare earth materials, Q-factor modulation, solid-state lasers.

ДОКЛАДЧИК
 Чередниченко Антон Иванович
 Cherednichenko Anton

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА
 Дискретные бризеры в кристаллах

ОРГАНИЗАЦИЯ

Алтайский государственный гуманитарно-педагогический университет имени В. М. Шукшина

РЕЗЮМЕ

В данной работе были изучены свойства дискретных бризеров в моноатомных кристаллах и в кристаллах стехиометрии АВ и АЗВ. Методом молекулярной динамики в ГЦК кристалле Pd был получен дискретный бризер с жестким типом нелинейности, изучены характеристики дискретного бризера, приведена зависимость частоты от амплитуды, проведено исследование влияния начальных условий на характеристики дискретного бризера. Исследовано взаимодействие нелинейной локализованной моды большой амплитуды с бивакансией Pt в кристалле Pt3Al. Обнаружен дискретный бризер в кристалле CuAu. Предложена функция для возбуждения дискретного бризера с жестким типом нелинейности в кристалле CuAu.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Дискретный бризер, солитон, нелинейная динамика, волны в кристаллах, молекулярная динамика.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Цель научного исследования: изучение свойств дискретных бризеров в моноатомных кристаллах и кристаллах стехиометрии АВ и АЗВ.

Задачи исследования:

1. Анализ литературы по тематике исследования.
2. Разработать модели кристаллов и минимизировать их энергию.
3. Рассчитать плотности фоновых состояний созданных моделей кристаллов.
4. Произвести моделирование дискретных бризеров в моноатомных ГЦК кристаллах.

5. Произвести моделирование дискретных бризеров в биатомных кристаллах стехиометрии АВ со сверхструктурой L10 и A3B со сверхструктурой L12.

ВВЕДЕНИЕ

В течение последних десятилетий в физике конденсированного состояния наиболее активно изучаются нелинейные системы. Одним из наиболее интересных и важных для практического применения объектов нелинейной физики являются волны солитонного типа (уединенные волны). Не смотря на то, что солитоны известны науке более 170 лет, во многих областях знания они мало изучены. Так в последнее время возрастает интерес к дискретным нелинейным системам, в которых возможно существование динамических солитонов. Примером динамического солитона могут служить дискретные бризеры (ДБ) — локализованные в пространстве и периодические по времени высокоамплитудные возбуждения в нелинейных дискретных структурах с трансляционной симметрией.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

В силу сложности проведения натуральных экспериментов основным методом исследования являлся метод компьютерного моделирования. Компьютерное моделирование стало весьма продуктивным методом исследования в физике конденсированного состояния и в материаловедении. Этот факт обусловлен постоянным ростом мощности и доступности вычислительных машин, разработкой и программной реализацией численных методов. Одним из наиболее эффективных методов изучения ДБ является метод молекулярной динамики (МД), опирающийся на хорошо апробированные межатомные потенциалы. Говоря более подробно о методе молекулярной динамики, следует отметить, что он позволяет решать задачи, касающиеся проблем структурно энергетических трансформаций, как в кристаллических, так и в некристаллических материалах. Кроме того, данный метод позволяет рассчитать многие свойства системы как термодинамические (например, энергию, давление, энтропию), так и кинетические (коэффициенты диффузии, частоты колебаний атомов). Причем в данном методе имеется возможность соизмерять динамику исследуемых процессов с реальным временем.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

В данной работе мы изучали свойства дискретных бризеров в моноатомных кристаллах и в кристаллах стехиометрии АВ и A₃B. В ходе работы нами были выполнены все поставленные задачи.

Проведя анализ литературы по проблематике нашей курсовой, мы ознакомились с понятиями солитон, дискретный бризер.

Опираясь на полученные теоретические данные, мы реализовали минимизацию энергии кристаллической структуры Pd и провели расчет фононных спектров кристалла Au, получили плотности его фононных состояний при помощи программного пакета LAMMPS Molecular Dynamics Simulator. Методом молекулярной динамики в ГЦК кристалле Pd был получен дискретный бризер с жестким типом нелинейности, изучены характеристики дискретного бризера, приведена зависимость частоты от амплитуды, проведено исследование влияния начальных условий на характеристики дискретного бризера. Исследовано взаимодействие нелинейной локализованной моды большой амплитуды с бивакансией Pt в кристалле Pt₃Al. Выявлены зависимости времени жизни нелинейной локализованной моды от начальной температуры модельного кристалла, а также расстояния до внедренной бивакансии Pt в плоскости (111) кристалла. Методом молекулярной динамики обнаружен дискретный бризер в кристалле CuAu. Предложена функция формирования начальных условий для возбуждения дискретного бризера с жестким типом нелинейности в кристалле CuAu. Показано, что дискретный бризер может быть получен в плотноупакованном ряду атомов Cu вдоль направления [110]. Проанализированы условия для возбуждения дискретного бризера, а так же зависимость его частоты от амплитуды.

В рассмотренных нами кристаллах возможно существование дискретных бризеров, как с жестким типом нелинейности, так и с мягким типом нелинейности. Программный пакет LAMMPS имеет большие возможности для моделирования физических процессов.

Полученные результаты свидетельствуют о важной роли дискретных бризеров в кристаллах, об их вкладе в свойства кристаллов. Данные результаты будут полезны при разработке новых конструкционных материалов, а также возможно использование в некоторых технологических процессах.

По результатам исследования опубликовано 6 работ, одна из которых в журнале из списка ВАК.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

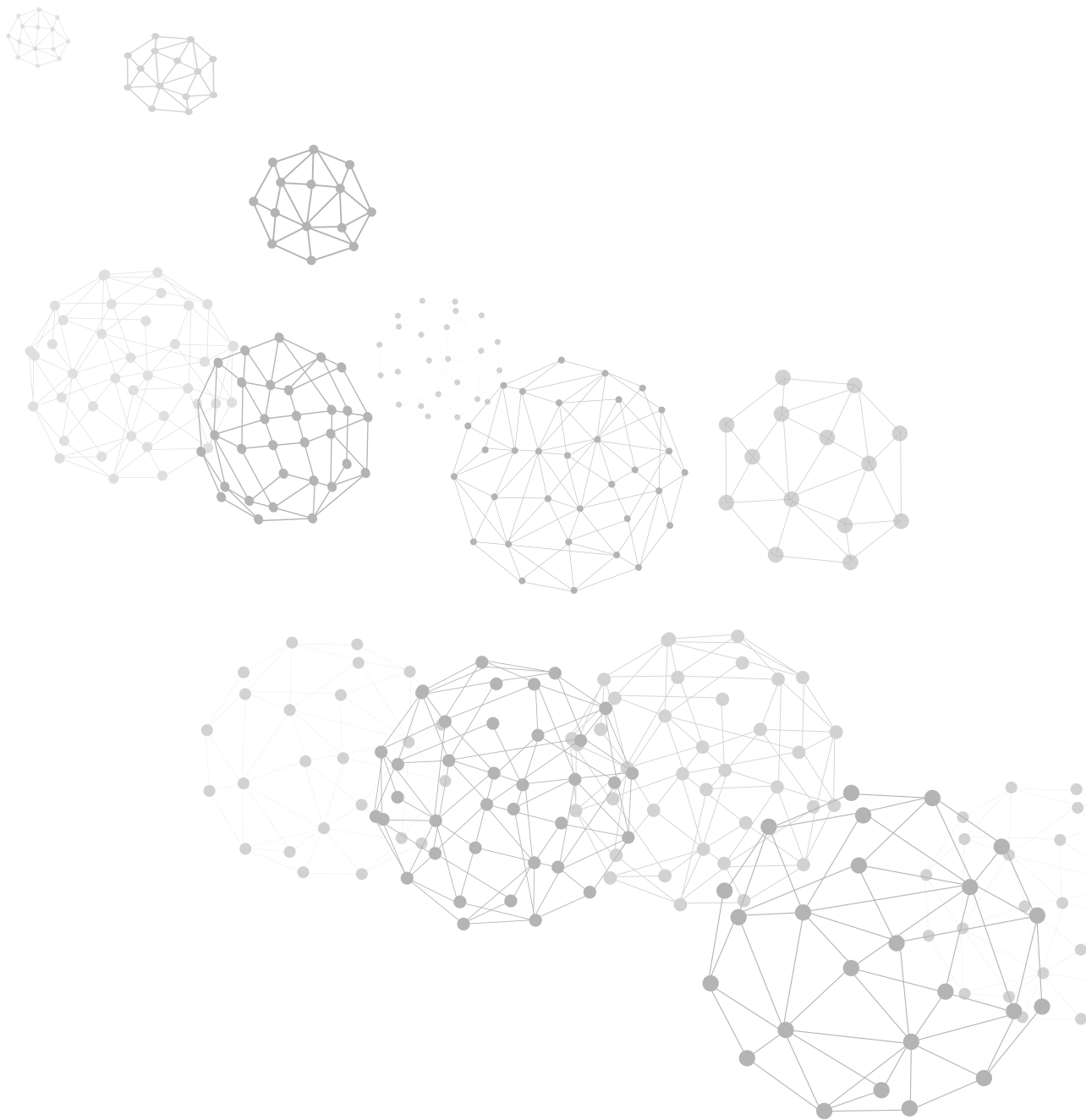
1. Kivshar, Yu.S. Optical Solitons: From Fibers to Photonic Crystals [Текст] / Yu. S. Kivshar, G. P. Agrawal. — San Diego: Academic Press. — 2003. — 540 p.
2. Браун, О.М. Модель Френкеля-Конторова. Концепции, методы, приложения [Текст] / О.М. Браун, Ю.С. Кившарь. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. — 536 с. ISBN 978-5-9221-0973-4.
3. Габов, С.А. Введение в теорию нелинейных волн [Текст] / С.А. Габов. — М.: МГУ, 1988. — 177 с.
4. Дмитриев, С.В. Волны солитонного типа в дискретных системах в физике конденсированного состояния [Текст]: дис.... доктора. физ.-мат. наук: 01.04.07 / Дмитриев Сергей Владимирович. — Барнаул, 2007. — 236 с.
5. Sievers, A.J. Intrinsic Localized Modes in Anharmonic Crystals [Текст] / A. J. Sievers, S. Takeno // Phys. Rev. Lett. — 1988. — v. 61. — №8. — p. 970–973.

SUMMARY OF THE PROJECT

In this paper, the properties of discrete breathers in monatomic crystals and crystals stoichiometry A_3B and AB were studied. Molecular dynamics in fcc Pd crystal was obtained discrete breathers with a hard type of non-linearity, studied the characteristics of the discrete breather, shows the frequency of the amplitude, studied the influence of initial conditions on the characteristics of the discrete breather. We studied the interaction of large-amplitude nonlinear localized mode with bivalencies Pt in Pt_3Al crystal. Discovered discrete breathers in CuAu crystal. A function to drive the discrete breather with a hard type of the nonlinearity in CuAu crystal.

KEYWORDS

Discrete breathers, soliton, nonlinear dynamics, waves in crystals, molecular dynamics.



ХИМИЯ И ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

ДОКЛАДЧИК:

Бычков Алексей Леонидович

Aleksey Bychkov

Член экспертной группы

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА:

Как пройти путь от идеи до внедрения

How to go from Idea to Pilot Plant

ОРГАНИЗАЦИЯ

Институт химии твердого тела
и механохимии СО РАН

РЕЗЮМЕ

В лекции будет изложен опыт, полученный при организации малых инновационных предприятий, запуске пилотных линий. Будут даны основные «инструкции» по ведению прикладных научных исследований, взаимодействию с инвесторами, технологами, специалистами по патентному праву.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Химическая технология, внедрение, малые инновационные предприятия, механохимия

ТЕЗИСЫ

В настоящее время в Российской Федерации проводится коренная реформа образования и науки. Всё большее внимание уделяется доведению фундаментальных исследований до стадии опытно-конструкторских, технологических работ и последующего внедрения, стимулируется создание малых наукоёмких предприятий, для научных работ всех уровней выделяются средства государственной поддержки.

Однако, на деле, многие перспективные разработки остаются на стадии научно-исследовательской работы. С одной стороны, это часто происходит из-за непонимания учёными специфики прикладных работ, нежелания заниматься внедрением, непрозрачности механизмов финансирования. С другой стороны, представители предприятий — потенциальных инвесторов — не всегда ориентируются в тонкостях организации научной деятельности, не осознанно предъявляя учёным неадекватные требования.

В лекции будет изложен опыт, полученный автором и его коллегами при организации малых инновационных предприятий, запуске пилотных линий. Будут даны основные «инструкции» по ведению прикладных научных исследований, взаимодействию с инвесторами, технологами, специалистами по патентному праву.

SUMMARY OF THE PROJECT

The lecture will be outlined the experience gained in the organization of small innovative enterprises, launching of pilot lines. Will be given the basic «instructions» on the organization of R&D, interaction with investors, technologists, specialists in patent law.

KEYWORDS

Chemical engineering, R&D, small innovative enterprises, mechanochemistry

ДОКЛАДЧИК:

Мажуга Александр Георгиевич

Majouga Alexander

Член экспертной группы

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА:

Магнитные наноматериалы для биомедицины: от синтеза до клинических применений

Magnetic Materials for Biomedicine: from Synthesis to Clinical Application

ОРГАНИЗАЦИЯ

Московский государственный
университет
им. М. В. Ломоносова

РЕЗЮМЕ

В данной работе представлен синтез и оптимизация методов получения магнитных наночастиц, приведены примеры использования наночастиц в биомедицине, в том числе для целей адресной доставки терапевтических агентов, создания контрастных агентов для МРТ и др.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Наночастицы магнетита, МРТ, гипертермия, магнетит-золото

ТЕЗИСЫ

Методы доставки противоопухолевых препаратов на основе наночастиц обладают большим потенциалом — низкой токсичностью, селективностью за счет пассивного накопления и возможностью контролировать перемещение препарата в организме при помощи магнитного поля. Наноразмерные векторные системы являются высокоотзывчивыми и динамически реагируют на изменения в окружающей среде. Эти стимулы могут быть связаны с изменением температуры, облучением светом, изменением pH, экспозицией в ультразвуке, или магнитном поле.

Среди широкого спектра наночастиц суперпарамагнитные наночастицы занимают особенное положение: их поверхность может быть функционализирована векторными фрагментами: антителами, витаминами, фрагментами углеводов и т.п. для обеспечения адресной доставки препаратов в определенный орган; также возможно использование внешнего магнитного поля для направленной доставки. Среди различных типов магнитных частиц суперпарамагнитные наночастицы на основе магнетита, средний диаметр которых колеблется в области 5–30 нм, являются наиболее перспективными для применения в области биотехнологий и наномедицины. Необходимым условием для применения наночастиц в медицинских целях является узкое распределение наночастиц по размерам, что требует тщательного подбора условий синтеза. Важным фактором является то, что намагниченность наночастиц пропадает при удалении внешнего магнитного поля, таким образом, возможно избежать эмболии сосудов.

Метод магнитно-резонансной томографии (МРТ) является одним из наиболее распространенных способов неинвазивной диагностики онкологических патологий. Среди ряда контрастных агентов суперпарамагнитные наночастицы магнетита являются чрезвычайно востребованными.

До недавнего времени в клинической практике использовался ряд контрастных препаратов для МРТ на основе наночастиц магнетита: Ferumoxide, Ferumoxtran, Resovist, Clariscan и Lumirem, однако, в настоящее время четыре из пяти применяемых препаратов (кроме Lumirem) были выведены из клинической практики, поскольку была доказана их токсичность. Таким образом, снижение общей токсичности наночастиц магнетита позволит использовать такие препараты для МРТ-диагностики.

Одним из факторов, сдерживающих активное использование наночастиц магнетита в медицине является их низкая коллоидная стабильность в физиологических условиях. Наночастицы магнетита без какого-либо покрытия легко захватываются фагоцитами и быстро выводятся из кровотока, поэтому необходима их дальнейшая модификация. Для обеспечения возможности введения молекулы цитотоксичного препарата, а также для препятствия фагоцитарному захвату, в качестве покрытия часто используется полиэтиленгликоль (ПЭГ) и/или его блок-сополимеры, которые обеспечи-

вают возможность дальнейшей модификации по терминальным группам полимера.

В настоящей работе впервые исследованы наночастицы магнетита имеющие различное покрытие, в том числе полимерное. Будут приведены примеры использования наночастиц магнетита в качестве агентов для терапии и диагностики. Приведены примеры использования низкочастотного магнитного поля для контролирования биохимических параметров биомолекул, адсорбированных на поверхности наночастиц.

SUMMARY OF THE PROJECT

This paper presents the synthesis and optimization of the methods for the synthesis of magnetic nanoparticles, examples of application of nanoparticles in biomedicine, including targeted drug delivery of therapeutic agents, MRI contrast agents and others.

KEYWORDS

Nanoparticles, magnetite, MRI, magnetite-gold, hyperthermia

ДОКЛАДЧИК

Пулялина Александра Юрьевна

Pulyalina Alexandra

Член экспертной группы

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Полимерные мембранные материалы для эффективного выделения промышленно значимых жидкостей и газов

Polymer Membrane Materials for Effective Separation of Industrially Important Liquids and Gases

ОРГАНИЗАЦИЯ

Санкт-Петербургский
государственный университет

РЕЗЮМЕ

Настоящая работа посвящена разработке и детальному физико-химическому исследованию полимерных мембран в процессах очистки и концентрирования промышленно значимых жидкостей и газов. В качестве объектов исследования были выбраны термо- и химической стойкости полимерные материалы, обладающие высокими механико-прочностными показателями. Детально исследованы их физико-химические свойства и дана интерпретация особенности массопереноса при диффузионном мембранном разделении жидких и газовых смесей. Изучены зависимости транспортных характеристик от условий проведения процессов, способов создания или модификации рассматриваемых мембранных материалов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Мембрана, первапорация, газоразделение, диффузия

ТЕЗИСЫ

В последние десятилетия мембранные методы разделения жидких и газовых смесей выделились в динамично развивающуюся отрасль промышленности. Они эффективны для концентрирования, очистки и разделения промышленно значимых индивидуальных компонентов. Использование мембранных технологий на производстве позволяет решать как задачи высокоэффективного разделения смесей, так и экологические задачи ввиду возможности работы с водными средами, безреагентности и безотходности.

Диффузионные мембранные методы — первапорация и газоразделение обладают преимуществами перед другими способами разделения смесей благодаря низкой энергоемкости и безотходности. С их помощью становится возможным разделение азеотропных, близкикоптящих (в том числе гомологов и изомеров), термически и химически неустойчивых смесей, что применимо для решения промышленных задач разделения растворов, регенерации растворителей из водных сред и выделения особо чистых химических веществ.

В настоящее время основным фактором, препятствующим широкому внедрению современных мембранных технологий разделения и очистки, является ограниченный набор используемых функциональных материалов с заданными свойствами. Небольшой ассортимент мембранных материалов, сочетающих высокие механико-прочностные параметры с высокой разделительной способностью, а также ограниченность подходов прогнозирования свойств материалов приводит к крайне ограниченному применению диффузионных мембранных процессов в промышленности.

Основным материалом для изготовления диффузионных мембран служат полимеры. Низкая стоимость и хорошие пленкообразующие свойства полимерных мембранных материалов являются очевидными дополнительными технико-экономическими показателями, отражающими их значимость для промышленного применения.

В качестве мембранного материала в настоящей работе предполагается использовать полигетероарилены и полифениленоксиды. Материалы на их основе обладают исключительной термостойкостью, химической и радиационной устойчивостью, имеют высокую прочность и износостойкость.

Совокупность уникальных физико-химических параметров полимеров этой группы определяет высокий уровень селективности разделения различных смесей. Ввиду структурной упорядоченности, фиксированного свободного объема и ряда термодинамических характеристик полигетероарилены и полифениленоксиды широко зарекомендовали себя как материал для диффузионных мембранных процессов, где эффективность разделения во многом определяется селективным транспортом молекул через полимерную матрицу.

Настоящая работа направлена на разработку мембранных методов разделения с использованием указанных новых полимерных материалов для концентрирования, очистки и выделения промышленно-значимых веществ.

Детальные исследования физико-химических и структурных характеристик были проведены для интерпретации транспортных свойств. Степень кристалличности, температура стеклования, доля свободного объема, морфология мембран были изучены для анализа возможности регулирования структуры мембран при введении гибридного модификатора и обеспечения избирательной диффузии молекул разделяемых веществ. Транспортные свойства мембран были изучены в процессах пермеации и газоразделения. Особое внимание уделено влиянию структуры полимеров, а также природы функционального модификатора на разделительные свойства мембран.

SUMMARY OF THE PROJECT

The present work is devoted to design and detailed physico-chemical studies of polymer membranes in the purification and concentration of industrially important liquids and gases. The objects of study are thermal and chemical stability, high mechanical-strength polymer materials. Detail study of their physico-chemical properties and interpretation of mass transfer in the diffusion membrane separation of liquid and gas mixtures were performed. The dependence of the process conditions, ways of design or modification of membrane materials on the transport characteristics was under consideration.

KEYWORDS

Membrane, pervaporation, gas separation, diffusion

ДОКЛАДЧИК:

Рычков Денис Александрович

Rychkov Denis

Член экспертной группы

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА:

Расчетные методы в химии как инструмент создания новых форм лекарственных и биоактивных веществ

Computational Chemistry as a Tool to Provide New Forms of Biologically Active and Pharmaceutical Substances

ОРГАНИЗАЦИЯНовосибирский Государственный
УниверситетИнститут химии твердого тела
и механохимии СО РАН**РЕЗЮМЕ**

Ввиду серьезного развития расчетных методов, многие задачи фармацевтической промышленности в настоящее время решаются расчетными методами. Расчетные методы в химии позволяют получить информацию о поведении системы при различных условиях и дополнить экспериментальный материал. В работе приведены примеры реальных научных задач, где привлечение расчетных методов позволило получить критически важную информацию о различных системах и определить дальнейшее развитие их исследования. В качестве объектов исследования использовались биологически активные и фармацевтические вещества.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Расчетные методы, DFT, полиморфизм, фармацевтические препараты, фазовые переходы

ТЕЗИСЫ

Разработка и создание новых фармацевтических препаратов является долгим и затратным процессом, особенно если в их основе лежат впервые синтезированные вещества. Необходимы многолетние испытания, которые включают в себя определение различных физико-химических свойств, доклинические и клинические испытания. Однако, помимо органического синтеза, есть и другие способы разработки фармацевтических препаратов. В странах с развитой фармацевтической промышленностью особое внимание уделяется не химическому изменению действующего вещества, а изменению формы его выпуска. Притом, таким образом удастся не только обойти защиту на интеллектуальную собственность, но и улучшить ряд свойств для многих веществ. Согласно данным FDA (Federal Drug Administration) около 90% веществ, пригодных для использования в фармацевтических препаратах, попадают во вторую группу классификации — высокая биодоступность, но низкая растворимость [1]. Очевидно, что такие свойства как растворимость, скорость и динамика растворения играют критическую роль при создании новых препаратов. Более того, в научной литературе и реальной промышленности разработаны эффективные методы и подходы по улучшению критических физико-химических свойств органических веществ. Среди наиболее востребованных — получение новых полиморфных модификаций, образование солей и сокристаллов с различными вспомогательными компонентами [2,3].

Полиморфизм органических веществ известен давно и хорошо изучен для ряда веществ. Например, для хорошо известного вещества парацетамола известно 5 полиморфных модификаций. Тем не менее, в данном вопросе существует целый ряд проблем: полиморфные модификации получены не для всех веществ вопреки распространенному мнению [4], вопрос устойчивости и получения формы с улучшенными свойствами не до конца решен [5,6]. Эти проблемы связаны с несколькими факторами. Во-первых, условий кристаллизации веществ существует бесконечно много и все перебрать невозможно. Во-вторых, предсказание поведения кристаллических структур во времени или просто их свойств — вопрос не тривиальный.

Чтобы приблизиться к ответу на данные вопросы существует целый ряд методов, не предполагающих эксперименты в классическом представлении. Это набор различных расчетных методов, включающих расчеты, основанные на силовых полях, полуэмпирических вычислениях, теории функционала плотности и целый набор методов молекулярной динамики.

В данной работе представлены реальные научные задачи, где привлечение расчетных методов являлось необходимостью, и их использование позволило ответить на критически важные вопросы. Основные из них были — влияние сверхвысоких давлений на поведение полиморфных модификаций в различных жидкостях (растворяющих образцы и инертные к ним), исследование конформационного многообразия молекулы в растворе и твердой фазе, сравнение устойчивости различных форм органических веществ. Во всех примерах использовались биологически активные и фармацевтические вещества, такие как ряд аминокислот, серотонин, толазамид, фуросемид и другие.

В работе представлены примеры и методы использования расчетных техник в дополнении к экспериментальным данным. Во всех случаях расчетные методы позволили решить конкретную научную задачу, а также определить направление развития исследований для многих систем.

Работа выполнена при поддержке проекта РФФ 14-13-00834 (<http://rscf.ru/en/>). Расчеты проведены на мощностях Сибирского Суперкомпьютерного Центра (<http://www2.sccc.ru/>)

1. Fed. Regist. 65 (2000) 83041–83063.
2. N. Qiao, M. Li, W. Schlindwein, N. Malek, A. Davies, G. Trappitt, Pharmaceutical cocrystals: an overview., *Int. J. Pharm.* 419 (2011) 1–11. doi:10.1016/j.ijpharm.2011.07.037.
3. R. Hilfiker, *Polymorphism*, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, FRG, 2006. doi:10.1002/3527607889.
4. J. Halebian, W. McCrone, *Pharmaceutical applications of polymorphism*, *J. Pharm. Sci.* 58 (1969) 911–929. doi:10.1002/jps.2600580802.
5. D.-K. Bučar, R.W. Lancaster, J. Bernstein, *Disappearing Polymorphs Revisited*, *Angew. Chemie Int. Ed.* 54 (2015) 6972–6993. doi:10.1002/anie.201410356.
6. A. Llinàs, J.M. Goodman, *Polymorph control: past, present and future.*, *Drug Discov. Today*. 13 (2008) 198–210. doi:10.1016/j.drudis.2007.11.006.

SUMMARY OF THE PROJECT

Due to the major improvements in the field of computational chemistry, lots of challenges in pharmaceutical industry are being solved by these methods. Computational chemistry methods provides information about the system that can barely be achieved with experimental techniques. In this work we describe real scientific challenges where critical information was obtained using modern computational techniques and lead the future investigation of reported systems. All substances are biologically active or real pharmaceutical drugs.

KEYWORDS

Computational Chemistry, DFT, Polymorphism, Pharmaceutical drugs, Phase transitions

ДОКЛАДЧИК

Соловьева Елена Викторовна

Solovyeva Elena

Член экспертной группы

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Актуальные приложения спектроскопии усиленного поверхностью комбинационного рассеяния для исследования межфазной границы и поверхностных явлений

SERS Spectroscopy for Directly Probing the Interface and Surface Phenomena

ОРГАНИЗАЦИЯ

Санкт-Петербургский

Государственный Университет

РЕЗЮМЕ

В работе рассмотрены современные приложения спектроскопии усиленного поверхностью комбинационного рассеяния (УПКР) для исследования межфазной границы и поверхностных явлений. На примере систем с разными УПКР-активными субстратами показана возможность получения уникальной информации о процессах переориентации молекул в адсорбционных слоях, их переходе из одной формы в другую, в взаимодействии с компонентами раствора. Наряду с фундаментальными закономерностями в докладе кратко рассмотрен практический аспект применения спектроскопии УПКР в качестве аналитического метода для высокочувствительного анализа фармацевтических препаратов в отсутствие сложной пробоподготовки и необходимости предварительного разделения.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Усиленное поверхностью комбинационное рассеяние, адсорбция, наноструктурированная поверхность, межфазная граница

ТЕЗИСЫ

Усиленное поверхностью комбинационное рассеяние (УПКР) — современный метод колебательной спектроскопии, основанный на явлении усиления сигнала комбинационного рассеяния света молекулами, адсорбированными на наноструктурированных поверхностях или наночастицах. О бурном развитии, которое претерпевает данный метод в настоящее время, свидетельствует лавинообразный рост числа публикаций по данной тематике. Согласно наукометрическому ресурсу scopus за период 2007–2009 гг. в свет вышло 1849 работ, в которых УПКР упоминается в названии, реферате или ключевых словах публикации, за период 2010–2012 гг. — 3217 работ, за период 2013–2015 гг. — 4650 работ. Сопоставимый характер показывает динамика появления патентов, относящихся к области УПКР или смежным направлениям. Метод УПКР является настолько востребованным благодаря его уникальной чувствительности, позволяющей обнаруживать даже единичные молекулы. Помимо высокой чувствительности аналитического определения УПКР является необычайно ценным для изучения физико-химических аспектов адсорбции молекул на поверхности.

В данной работе представлено исследование методом УПКР отдельных представителей азотсодержащих ароматических соединений проведенное с применением двух типов активных субстратов: наноструктурированной поверхности массивной металлической подложки и золь благородных металлов. Специфика использования субстратов первого типа заключается в возможности контролируемого изменения потенциала поверхности, особенность субстратов второго типа состоит в возможности более точного контроля и задания свойств поверхности, в частности путем использования модифицирующих добавок.

Для исследованного ряда веществ обнаружено, что характер зависимости их спектров УПКР от потенциала поверхности позволяет установить процессы, происходящие в адсорбционных слоях. Для простейших молекул плоских азагетероциклов, не имеющих заместителей, при изменении потенциала поверхности основными являются процессы переориентации адсорбата. В случае, когда исследуемые вещества имеют дополнительные конформационные возможности, наряду с процессами переориентации происходят конформационные переходы молекул адсорбата. Результаты исследований в растворах коллоидного серебра показали, что в ряде случаев возможна

устойчивая иммобилизация молекул на поверхности даже в условиях протонирования атома азота.

Установленные закономерности о селективном взаимодействии азотсодержащих ароматических соединений с поверхностью серебра открывают перспективы привлечения метода УПКР для анализа подобных веществ широко используемых в практике. В частности, нами показано, что возможно применение спектроскопии УПКР в качестве аналитического метода для высокочувствительного анализа некоторых фармацевтических препаратов в отсутствие сложной пробоподготовки и необходимости предварительного хроматографического разделения.

SUMMARY OF THE PROJECT

In this work we report the modern applications of Surface enhanced Raman spectroscopy (SERS) for the interface and surface phenomena investigation. The possibility of obtaining unique information about the processes of molecules reorientation in the adsorption layers, their transformation from one form to another, their interaction with the components of solution are demonstrated based on consideration of systems with different SERS-active substrates. Along with the fundamental side we briefly discuss the practical aspects of SERS spectroscopy as an analytical method for highly sensitive analysis of pharmaceuticals in the absence of complex sample preparation and the need for prior separation.

KEYWORDS

Surface enhanced Raman scattering, adsorption, nanostructured surface, interface

ДОКЛАДЧИК

Щербина Анна Анатольевна

Shcherbina Anna

Член экспертной группы

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Переходные зоны в полимерных адгезионных соединениях

Transition Zones in Polymer Adhesive Joints

ОРГАНИЗАЦИЯ

Институт физической химии и электрохимии им. А. Н. Фрумкина

РЕЗЮМЕ

В докладе будет предложена и проиллюстрирована классификация переходных зон в полимерных адгезионных соединениях, учитывающая среди большого многообразия систем основные процессы, происходящие при формировании адгезионных соединений, информацию о специфических особенностях внутреннего строения адгезионных зон, фазовую структуру, коэффициенты диффузии компонентов, стабильность структуры и кинетику структурных перестроек в процессе эксплуатации и хранения материалов и изделий.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Переходная зона, структура, стабильность, адгезионное соединение, фазовая структура, диффузия, полимеры

ТЕЗИСЫ

Переходная зона, возникающая как результат процесса взаимодействия полимерного адгезива с субстратом, является одним из самых важных элементов адгезионного соединения. Известно, что переходные зоны в значительной степени ответственны за макро поведение адгезионных систем, контролируют механические и эксплуатационные свойства всех видов соединений: покрытие — подложка, волокно — связующее, частицы наполнителей — полимерные матрицы и т. д.

В работе впервые предложена и проиллюстрирована классификация переходных зон в полимерных адгезионных соединениях, учитывающая фазовое равновесие систем адгезив — субстрат, взаимодиффузию макромолекул ком-

понентов соединения, структурно-морфологические особенности организации и эволюции переходных зон.

Классификация обладает несколькими важными качествами. Она учитывает среди большого многообразия систем основные процессы, происходящие при формировании адгезионных соединений. Содержит информацию о специфических особенностях внутреннего строения адгезионных зон, позволяет прогнозировать фазовую структуры переходных зон на основе данных о диаграммах состояния систем адгезив — субстрат и информации о коэффициентах диффузии макромолекул, оценивать стабильность структуры и кинетику структурных перестроек в процессе эксплуатации и хранения материалов и изделий.

Предложено выделить четыре основных класса переходных зон: структурно-механического, структурно-градиентного, концентрационно-градиентного и сложного комбинированного строения. Полученная информация по структуре, фазовому состоянию, трансляционной подвижности компонентов и адгезионным свойствам обобщена для более двухсот полимерных систем, имеющих широкое практическое применение.

SUMMARY OF THE PROJECT

New classification of transition zones in polymer adhesive joints will be proposed and illustrated. This classification takes into account the major processes that occur during adhesive joints formation, information about the specific features of the internal structure of adhesion zones, phase structure and diffusion coefficients of the joint components, the stability and the kinetics of structural rearrangements under usage and storage of materials and products.

KEYWORDS

Transition zone, structure, stability, adhesion joint, phase structure, diffusion, polymers

ДОКЛАДЧИК:

Аллаяров Ильшат Русланович
Allayarov Ilshat

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА:

Получение гелевых лекарственных форм на основе хитозана

ОРГАНИЗАЦИЯ

Башкирский государственный университет

РЕЗЮМЕ

Одним из приоритетных направлений развития современной медицины, химии и фармакологии является создание новых высокоэффективных лекарственных форм. Среди большого их разнообразия, особо можно выделить мягкие лекарственные формы, например, гели. В качестве полимера гелеобразователя используется хитозан. Однако его использование затруднено тем, что высоковязкий раствор, путем прямого растворения в индивидуальном растворителе, получить не удастся. Выходом является использование со-растворителя, способного к созданию комплекса с полимером или сшиванию макромолекул полимера. В качестве со-растворителя используется глицерин.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Лекарственные формы, гель, хитозан, глицерин.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Определение реологических характеристик растворов хитозана (ХТЗ) разных концентраций в смесях 1% уксусная кислота и 1% уксусная кислота-глицерин с различными объемными долями глицерина.

ВВЕДЕНИЕ

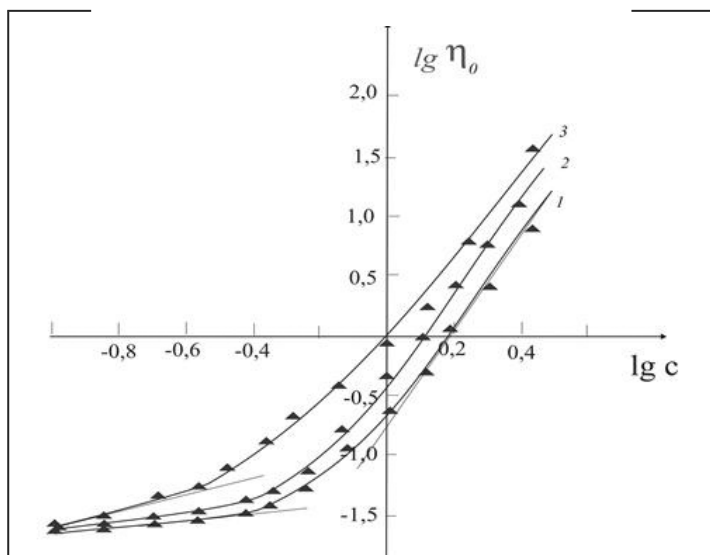
Одним из приоритетных направлений развития современной медицины и химии является создание новых высокоэффективных мягких лекарственных форм, к безусловным достоинствам которых можно отнести их высокую вязкость, поскольку, в вязкой среде физико-химические процессы (гидролиз, окисление и др.) протекают значительно медленнее и обеспечивает высвобождение действующего вещества в течение длительного времени, так как лекарственная форма представляет упруго-вязкое тело, в такой системе не будут протекать седиментационные процессы. Особую роль играют гели на основе биополимеров. В качестве полимера — гелеобразователя был использован полисахарид-хитозан (ХТЗ), обладающим комплексом уникальных свойств.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

В работе использовали образец ХТЗ (ТУ 9289-067-00472124-03) производства ЗАО «Биопрогресс» (г. Щелково, Россия) со степенью деацетилирования 82. Растворителем ХТЗ служила 1% уксусная кислота. Значение характеристической вязкости ХТЗ в 1% уксусной кислоте при 25 °С, определенное методом Баранова, составляло 22,6дл/г.

Реологические измерения систем ХТЗ-1% уксусная кислота и ХТЗ-1% уксусная кислота-глицерин проводили на модульном динамическом реометре HaakeMarsIII при 25 °С в двух режимах — непрерывного сдвигового деформирования в диапазоне скоростей сдвига от 0.1 до 100 с⁻¹ и в осцилляционном режиме. Поскольку испытания в осцилляционном режиме должны выполняться в области линейной вязкоупругости, первоначально, на основе зависимостей модулей накопления и потерь от амплитуды напряжений,

Рис.1 Зависимость динамической вязкости от концентрации ХТЗ в индивидуальном (1) и смешанном растворителе 1% уксусная кислота: глицерин состава 80:20 (2) и 70:30 (3)



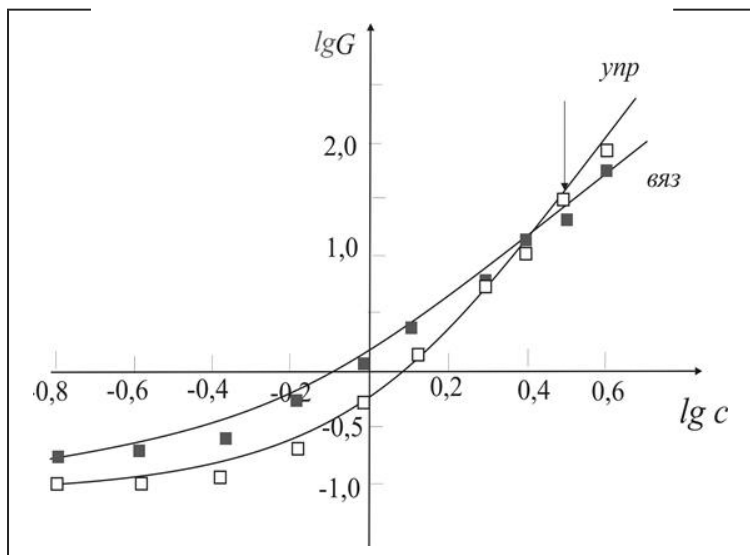


Рис.2 Зависимость модулей упругости и вязкости от содержания ХТЗ в растворе 1% уксусной кислоты

полученных при постоянной частоте осцилляции, определяют оптимальные значения амплитуды, соответствующие неизменным значениям модулей (область линейной вязкоупругости). В предварительных испытаниях было установлено, что в диапазоне амплитуд от 0.1 до 10 Па и частот осцилляции от 0.1 до 10 Гц, раствор соответствует области линейной вязкоупругости, так как значения модулей упругости и потерь не зависят от амплитуды напряжения.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

На рисунке 1 представлена зависимость наибольшей динамической вязкости h_0 от концентрации ХТЗ в растворе в двойных логарифмических координатах.

Растворение ХТЗ в смешанном растворителе приводит к существенному нарастанию вязкости (рис. 11, кривые 2 и 3). Обращает на себя внимание тот факт, что добавление со-растворителя к раствору ХТЗ приводит к уменьшению значений концентрации c_e , что говорит о более раннем формировании сетки зацеплений, возможно, вследствие «сшивания» глицирином макромолекул ХТЗ.

Интересно, что вязкость исследуемых систем ХТЗ-смешанный растворитель, измеренная при больших скоростях сдвига (порядка 100 c^{-1}), скорее всего соответствующая полностью разрушенной сетке, совпадает с вязкостью раствора полимера в индивидуальном растворителе соответствующей концентрации. Это позволяет предположить, что наблюдаемые эффекты увеличения вязкости в системах ХТЗ смешанный растворитель по сравнению с вязкостью раствора ХТЗ в уксусной кислоте, обусловлены образованием или разрушением дополнительной сетки, узлами которой служат физические сшивки между полимером и глицирином.

Важно не то, что флуктуационная сетка зацеплений начинает формироваться раньше, а то, что это приводит к формированию упруго-вязких систем.

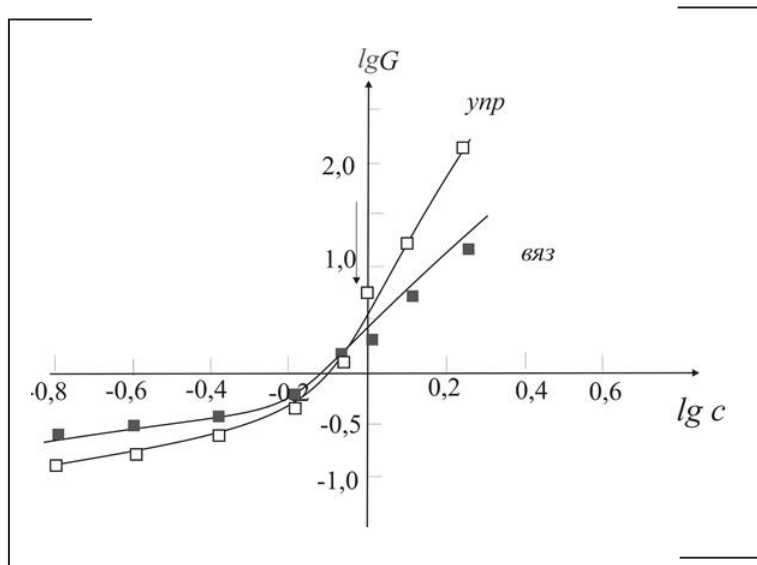


Рис.3 Зависимость модулей упругости и вязкости от содержания ХТЗ в смешанном растворителе 80% 1% уксусной кислоты-20% глицирина

Из рисунка 12 видно, что для растворов ХТЗ в индивидуальном растворителе только при достижении концентрации ХТЗ в растворе более 3% масс, модуль упругости становится больше модуля потерь, что свидетельствует о формировании упруго-вязкой системы. В случае используемого нами высокомолекулярного образца, прямым растворением получить растворы такой концентрации не удастся и их приходится получать упариванием более разбавленного раствора, что крайне неудобно с технологической точки зрения. Между тем, замена части уксусной кислоты на со-растворитель — глицин приводит к значительно более раннему переходу системы от вязкоупругой жидкости к упруго-вязкому телу (рис. 13 и 14). Как видно из данных рисунков 3 и 4 уже в области 1% концентрации ХТЗ в растворе формируется нетекучая упруго-вязкая система.

Таким образом, применение со-растворителя глицирина в системе ХТЗ-1% уксусная кислота позволяет получить прямым растворением ХТЗ гелеобразную систему, обладающую упруго-вязкими свойствами.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Роговина Л.З., Васильев В.Г., Браудо Е.Е. К определению понятия «полимерный гель» // Высокомолекулярные соединения. 2008. Т. 50. №7. С. 1397–1406.
2. Тагер А.А. Физико-химия полимеров. М.: Химия, 1978.
3. Пантюхин А.В., Краснюк И.И. Реологические модели в упруго-вязких лекарственных формах.

SUMMARY OF THE PROJECT

One of the priority directions of development of modern medicine, chemistry and pharmacology is the creation of new high-performance formulations. Among the large variety of them, especially can distinguish soft dosage forms, such as gels. As used polymer gelling chitosan.

However, its use is hindered by the fact that the highly viscous solution, by direct dissolution in the solvent individually, can not be obtained. The output is the use of a co-solvent capable of creating complex polymer or crosslinking of the polymer macromolecules. As the co-solvent used is glycerol.

KEYWORDS

Dosage forms, gel, chitosan, glycerin.

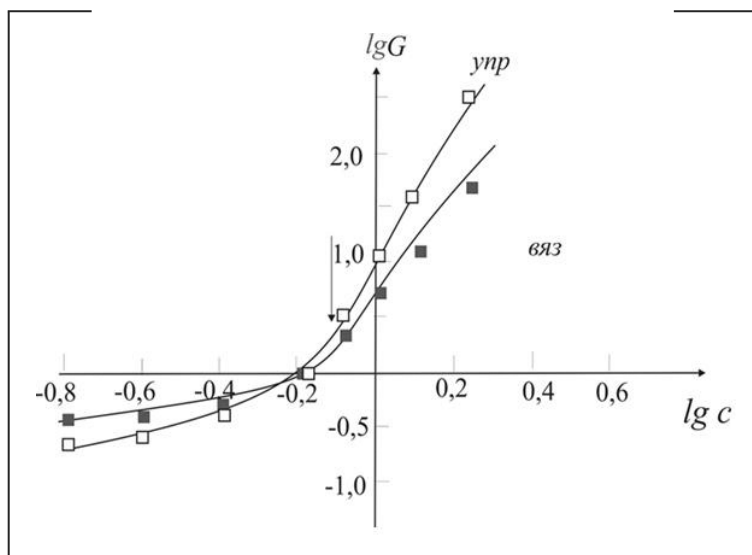


Рис.4 Зависимость модулей упругости и вязкости от содержания ХТЗ в смешанном растворителе 70% 1% уксусной кислоты-30% глицерина

ДОКЛАДЧИК
 Бондарь Ольга Валентиновна
 Bondar Olga

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА
 Производные гиперразветвленных полиэфиры для биомедицинского применения

ОРГАНИЗАЦИЯ
 Казанский (Приволжский) федеральный университет

РЕЗЮМЕ
 Проект направлен на синтез и исследование физико-химических свойств функциональных производных гиперразветвленных полиэфиры, содержащих фрагменты карбоновых кислот, ионы и наночастицы металлов. Определены пути создания полимерметаллических комплексов и полимер-композитных наночастиц биофильных металлов с заданной фунгицидной и антипротеиназной активностями. Показано, что комплексы меди с поликислотами обладают антимикотической активностью преимущественно к грибам рода Candida, и полимер-композитные наночастицы меди проявляют большую активность к грибам рода Aspergillus и Penicillium.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Гиперразветвленные полиэфиры, металлополимерные комплексы, наночастицы металлов, биологическая активность.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Целью настоящей работы является синтез и исследование новых функциональных гиперразветвленных полиэфиры, содержащих фрагменты карбоновых кислот в терминальных положениях, их полимерметаллических комплексов с ионами 3d-металлов Co(II), Ni(II), Cu(II) или полимер-композитных наночастиц, обладающих фунгицидной и антипротеиназной активностями.

Задачи работы:

1. Разработать способы синтеза полидентатных полиэфиополикарбоновых кислот третьей генерации.
2. Установить влияние строения функционализирующего реагента и степени функционализации на кислотно-основные свойства и механизмы ионизации полиэфиополикарбоновых кислот третьей генерации.
3. Синтезировать, определить структурную организацию, состав и устойчивость полядерных комплексов Co(II), Ni(II), Cu(II) с гиперразветвленными полиэфиополикарбоновыми кислотами третьей генерации.
4. Разработать способы функционализации платформ полиэфиополикарбоновых кислот наночастицами d-металлов.
5. Оценить фунгицидную и антипротеиназную активности гиперразветвленных полиэфиополикарбоновых кислот третьей генерации и их производных.

ВВЕДЕНИЕ

Синтез биологически активных веществ с заданными свойствами на основе функционализированных гиперразветвленных полимеров является актуальной задачей современной фундаментальной и прикладной химии. Использование наноразмерных нетоксичных, биodeградируемых, гиперразветвленных полиэфиополиолов в качестве платформы для функционализации позволит получить новые производные для биомедицинской химии. Методом последовательной функционализации полимерной платформы сначала органическими фрагментами, а затем ионами или наночастицами металлов можно получить новые соединения с сопряженной антимикотической и антипротеиназной активностями.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Исходные вещества: гиперразветвленный полиэфиополиол (ГРПО) Boltorn H30 фирмы *Perstorp Speciality Chemicals AB*, Швеция, янтарный ангидрид $C_4H_4O_3$ и малеиновый ангидрид $C_4H_2O_3$ (99%, Alfa Aesar), соли: $LiClO_4$, $NaHCO_3$ и $Cu(NO_3)_2 \cdot 3H_2O$, $Co(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$, $Ni(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ (99%, Alfa Aesar), растворители «ч.д.а.», «ос.ч» и «х.ч»: диэтиловый эфир, 1,4-диоксан, ацетон, этанол, бензол, диметилсульфоксид (ДМСО), гидразин гидрат и тетрагидроборат натрия (массовая доля основного вещества 99%) (ос.ч.).

Аппаратура: ИК-спектры поглощения твердых веществ регистрировали на Фурье-спектрометре Spectrum 400 (Perkin Elmer) с приставкой НВПО Алмаз KRS-5. Спектры ЯМР в (CD₃)₂CO записаны на многофункциональном спектрометре ЯМР с Фурье-преобразованием «Avance 400» (Bruker). Электронные спектры поглощения снимали на спектрофотометре Lambda 750 (Perkin Elmer, UK). pH-метрическое титрование проводили с помощью титровальной станции модульной конструкции AT-210 (Kioto Electronics, Япония). Термическая стабильность и тепловые эффекты разложения определены методом совмещенной термогравиметрии (ТГ) и дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК) на дериватографе STA 449 C Jupiter (Netzsch). Микрофотографии получены с помощью просвечивающего электронного микроскопа автоэмиссионного сканирующего электронного микроскопа Merlin (Carl Zeiss) STEM детектор для работы на просвет. Определение гидродинамического диаметра частиц проводили с помощью NanoSight LM10.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Синтезирован ряд гиперразветвленных полиэфиополикарбоновых кислот, содержащих фрагменты акриловой и пропановой кислот в терминальных положениях. Методами ИК, ЯМР спектроскопии и pH-потенциометрического титрования установлены состав и строение полученных функционализированных производных.

Методами pH-метрического титрования с моделированием сложных равновесий по программе SAGAFit установлено, что ионизация полиэфиополи-

пропановой кислоты третьей генерации со степенью функционализации 69% происходит блочно с отрывом 3 или 4 протонов. Ионизация полиэфирополиакриловых кислот третьей генерации со степенью функционализации 56 и 69% происходит ступенчато, повышение степени функционализации приводит к повышению долей накопления и большему разнообразию ионизированных форм поликислоты в растворе.

Синтезированы новые полиядерные металлокомплексы с ионами Co(II), Ni(II) и Cu(II).

Термический анализ в диапазоне температур 50–500 °С показал, что для полиядерных комплексов Co(II) и Ni(II) наблюдается повышение, а для комплекса Cu(II) понижение температуры термолиза при переходе от полиэфирополипропановой к полиэфирополиакриловой кислоте с одинаковой степенью функционализации. Для всех комплексов полиэфирополиакриловых кислот и наблюдается возрастание термической устойчивости при увеличении степени функционализации платформы ГРПО, а, следовательно, содержания ионов металла в комплексе.

Методом ИК-спектроскопии установлено, что координационные полиэдры во всех гиперразветвленных полиэфирополипропионатах Co(II), Ni(II), Cu(II) имеют октаэдрическую симметрию с хелатной и бедентатно-мостиковой координацией иона металла через атомы кислорода терминальных карбоксильных групп. В гиперразветвленных полиэфирополиакрилатах Co(II), Ni(II), Cu(II) координационный узел имеет тетраэдрическую симметрию с хелатной координацией иона металла через атомы кислорода терминальных карбоксильных групп.

Выявлена большая устойчивость гиперразветвленных полиэфирокарбоксилатов меди по сравнению с поликарбоксилатами кобальта и никеля того же состава.

Методом химического восстановления синтезированы композитные наночастицы меди сферической формы со средним гидродинамическим диаметром 110–220 нм в растворе ($C=1.55\pm 0.1e8$ ч/мл).

Установлено, что полиэфирополикарбоновые кислоты, их металлополимерные комплексы и полимеркомпозитные наночастицы обладают антипротеиназной и противогрибковой активностью. Комплексы Cu(II) с полиэфирополикарбоновыми кислотами и наночастицы меди обладают антимикотической активностью преимущественно к грибам рода *Candida*. В то время как наночастицы меди на основе металлокомплексов проявляют большую активность к грибам рода *Aspergillus* и *Penicillium*.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. White, T. C. Three distinct secreted aspartic proteinases in *Candida albicans*. Кутырева, М. П. Металлосодержащие функционализированные полиэфирополиолы как основа новых гибридных биологически активных материалов.
2. Zagar E. Characterization of a commercial hyperbranched aliphatic polyester based on 2,2-bis(methylol)propionic acid.
3. Усманова, Г. Ш. Полиядерные комплексы кобальта (II) и меди (II) с гиперразветвленными полиэфирополикарбоновыми кислотами: дис. канд. хим. наук.
4. Haußler, M. Hyperbranched polymer containing transition metals: synthetic pathways and potential applications.
5. Помогайло, А. Д. Металлосодержащие мономеры и полимеры на их основе.
6. Ernst J. F. Transcription factors in *Candida albicans* — environmental control of morphogenesis.

SUMMARY OF THE PROJECT

The project is devoted to the synthesis and study of physicochemical properties of functional derivatives of hyperbranched polyesters, which include units of carboxylic

acids, metal ions and nanoparticles. The methods to obtain polymermetallic complexes and polymer-composite nanoparticles of biophilic metals with tailor-made fungicidal and antiproteinase activity were determined. It was shown that copper complexes of polyacids exhibit antimycotic activity mainly against *Candida* fungi as well as polymer-composite copper nanoparticles demonstrate high activity against *Aspergillus* and *Penicillium* fungi.

KEYWORDS

Hyperbranched polyesters, metal-polymer complexes, metal nanoparticles, bioactivity.

ДОКЛАДЧИК

Борисов Кирилл Михайлович
Borisov Kirill

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Кремнийорганические покрытия с эффектом самозалечивания

ОРГАНИЗАЦИЯ

Московский государственный
университет дизайна
и технологии

РЕЗЮМЕ

В работе проведены попытки добиться эффекта самозалечивания у силсесквиоксанов за счёт добавления в композиции блокированных MQ смол. Также проведёно исследование эффекта самозалечивания полидиметилсилоксановых покрытий сшитых железосилоксаном и проведён анализ влияния MQ смол на данный эффект.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Самозалечивание, полисилоксаны, MQ-смолы, металлосилоксаны.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Цель работы — нахождение методов самозалечивания кремнийорганических покрытий. Изучение условий и кинетики залечивания. Изучение изменения залечивающей способности, при использовании MQ смол как многофункциональных модификаторов.

ВВЕДЕНИЕ

К настоящему времени разработаны многочисленные методы и способы по восстановлению видимых или инструментально определяемых повреждений в полимерных материалах. Некоторые из этих приемов залечивания внедрены в промышленность. Тем не менее, такие способы восстановления как склеивание, сплавление и т.д. не эффективны в случае устранения невидимых микротрещин внутри структуры полимерного изделия, появляющихся при его эксплуатации. В ответ на это, в 1980-х годах была выдвинута концепция самовосстанавливающихся полимерных материалов.

Кремнийорганические покрытия имеют широкое применение в разных сферах, поэтому их модификация с целью придания эффекта самозалечивания представляет большой научный и практический интерес.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

В работе использовали органохлорсиланы, органоалкоксисиланы, уксусная кислота, пиридин, толуол. Все реагенты подвергали предварительной подготовке в соответствии с общепринятыми методиками. Уксусную кислоту подвергали осушке перегонкой над оксидом фосфора (V).

Спектроскопия ядерного магнитного резонанса

Спектры ЯМР¹H регистрировали на приборе «Bruker WP-200 SY» (200/13 МГц), внутренний стандарт- Me₄Si

Гель – проникающая хроматография (ГПХ)

ГПХ анализ проводили на хроматографической системе, состоящей из насоса высокого давления СТАЙЕР серия 2 (Аквилон, Россия), рефрактометрического детектора Smartline RI 2300 (KNAUER, Германия) и термостата колонок JETSTREAM 2 PLUS (KNAUER, Германия). Температура термостатирования — 40 °С (±0,1 °С). Элюенты — смесь растворителей (толуол + 2% ТГФ), скорость потока — 1,0 мл/мин. Колонки длиной 300 мм и диаметром 7,8 мм (300 x 7,8 мм) заполнены сорбентом Phenogel (Phenomenex, США), размер частиц — 5 мкм, размер пор — от 10³ до 10⁵ Å. ММ сополимеров определяли методом полистирольных стандартов [46].

Оптическая микроскопия

Микроскопические исследования проводили с помощью цифрового стереоскопического микроскопа DMW143.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Для сшивания СКТН-Е были приготовлены следующие композиции: СКТН-Е: Fe-силоксан (3:1); СКТН-Е: Fe-силоксан: MQ (3:1:1); СКТН-Е: Fe-силоксан: MQ (3:1:2). Процесс сшивания проводили в открытом реакторе при T=200 °С в течение 2 часов. Готовый материал представлял собой плёнку толщиной 0,3 мм.

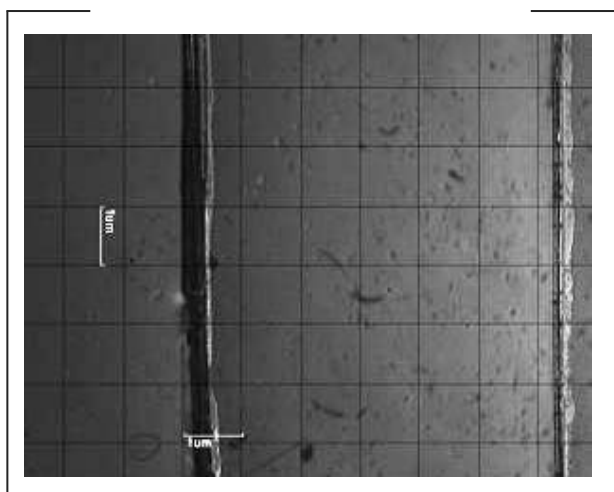
Исследование процесса самозалечивания проводили на готовых плёнках путем нанесения 3-х трещин шириной 40–50; 70–80 и 110–120 мкм, с последующим нагреванием до 200 °С в течение 2 часов. Фиксацию изменения толщины трещин проводили при помощи цифрового стереоскопического микроскопа DMW143 при четырёхкратном увеличении. Результаты исследований представлены в табл. 1.

Табл. 1. Зависимость залечивания от состава материала и ширины трещины

СКТН-Е : Fe-силоксан (3:1)	40-50 70-80 110-120	+ - -	Отсутствует	Отсутствует	Полное
СКТН-Е: Fe-силоксан : MQ (3:1:1)	40-50 70-80 110-120	+ + -	Отсутствует Отсутствует	Отсутствует Отсутствует	Полное Полное
СКТН-Е: Fe-силоксан: MQ (3:1:2)	40-50 70-80 110-120	+ + +	Отсутствует Отсутствует Отсутствует	Полное, ча- стичное или отсутствует	Полное Полное Полное

Рис.1 СКТН-Е: Fe-силоксан: MQ (3:1:2).

а) трещины до прогрева;
б) трещины после прогрева (110-120 мкм) и (40-50 мкм)



В образце, содержащем 2 масс. ч. MQ залечивание тонких трещин шириной 40–50 мкм, происходит в течение 1 часа, при большей ширине трещины, залечивание имеет частичный характер или отсутствует (рис. 1). Исследование кинетики самозалечивания показало, что полное заживление трещин в образцах, полученных из всех композиций происходит в течение минимум 2 часов непрерывного прогрева.

Таким образом в ходе работы было установлено, что увеличение количества жидкой MQ смолы в композиции, приводит к понижению температуры разложения и увеличению деформаций в материале при повышении температуры. Также это улучшает залечивающие свойства полученных материалов, ширина заживляющейся трещины может достигать 120 мкм. Видимо это связано с тем, что MQ смола не отверждается в ходе сшивания полидиметилсилоксана и играет роль смазки для его макромолекул.

Вероятно, сам эффект самозалечивания у покрытий на основе СКТН-Е и Fe-силоксана проявляется за счёт большой каталитической активности железа.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Б. В. Молчанов, К. В. Док. QM-силоксаны — основа композиционных материалов нового поколения // Пластические массы. 1997. №6. с. 26.
2. М. В. Миронова, Е. А. Татарина, И. Б. Мешков, А. М. Музафаров, В. Г. Куличихин. Реологические и релаксационные свойства MQ сополимеров. Высокомолекулярные соединения. 2012; 54; №3, 371–381.
3. L. N. Lewis, J. H. Wengrovius, T. B. Burnell, J. D. Rich. Powdered MQ resin platinum complexes and their use as silicone-soluble hydrosilylation cure catalysts // Chem. Mater. 1997. V9. 761–765.
4. Е. В. Егорова, Н. Г. Василенко, Н. В. Демченко, Е. А. Татарина, А. М. Музафаров. Поликонденсация алкоксисиланов в активной среде — универсальный метод получения полиорганосилоксанов. // доклады академии наук, 2009. т. 424, №2, с. 200–204.

SUMMARY OF THE PROJECT

The work carried out attempts to achieve self-healing effect in silsesquioxanes by adding in the composition blocked MQ resins. Studies have also self-healing effect of crosslinked polydimethylsiloxane coatings iron siloxane and conducted analysis of the impact on the MQ resin effect.

KEYWORDS

Self-healing, polysiloxanes, MQ-resin, metal siloxanes.

ДОКЛАДЧИК

Власова Валентина
Вячеславовна
Vlasova Valentina

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Придание биологически активным веществам специальных свойств методом микрокапсулирования

ОРГАНИЗАЦИЯ

Курский государственный
университет

РЕЗЮМЕ

Проект направлен на создание модели, позволяющей на основе микрокапсул биологически активных веществ создавать различные формы лекарственных веществ с повышенной биодоступностью и пролонгированным действием.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Микрокапсулирование, биодоступность, пролонгированное действие, готовые формы лекарственных средств.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Мы добивались создания инкапсулированных биологически активных веществ, которые можно использовать как перорально в виде таблетированных форм, в форме сиропов, порошков для приготовления напитков и др., так в качестве инъекционных форм. Цель данной работы — придание биологически активным веществам специальных свойств методом микрокапсулирования. Для реализации данной цели были поставлены следующие задачи: получение микрокапсул окситетрациклина в форме основания в альгинате натрия, гуаровой камеди, поливинилового спирте, поливинилпирролидоне, нитроцеллюлозе, ацетилцеллюлозе, Eudragit® L 100; цефтриаксона в форме гидрохлорида в альгинате натрия, гуаровой камеди, поливинилового спирте, поливинилпирролидоне; акридонукусной кислоты в нитроцеллюлозе и альгинате натрия, ацетилцеллюлозе и альгинате натрия, Eudragit® L 100 и альги-

нате натрия; исследование седиментационной устойчивости водных суспензий полученных продуктов; подтверждение структуры полученных продуктов методом ИК — спектроскопии; определение количественного состава полученных микрокапсул методом УФ — спектроскопии.

ВВЕДЕНИЕ

Научный и практический интерес к проблеме микрокапсулирования остается высоким, это подтверждает обширная литература по этой теме.

Большинство фармацевтических препаратов подвергают микрокапсулированию с целью удлинения времени терапевтического действия с одновременным снижением максимального уровня концентрации препарата в организме.

В настоящее время антибиотики — одно из основных средств борьбы с бактериальными инфекциями человека и животных. С помощью микрокапсулирования можно придать антибиотикам ценные свойства.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

В качестве экспериментальных методов использовали методы УФ — спектроскопии, ИК — спектроскопии. Эксперимент выполнен в научно-исследовательской лаборатории органического синтеза кафедры химии КГУ. Некоторые образцы микрокапсул были исследованы на электронном микроскопе «Quanta 650 FEQ».

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

В качестве капсулируемых веществ были выбраны антибиотики.

Методику капсулирования прорабатывали на окситетрациклине гидрохлориде. На первоначальном этапе нашей работы мы использовали водорастворимые полимеры: альгинат натрия, гуаровую камедь, поливиниловый спирт, поливинилпирролидон.

Заключение нерастворимых в воде веществ в оболочку из водорастворимых полимеров приведет к получению продуктов, способных образовывать водные суспензии, устойчивые в большей или меньшей степени.

Затем для достижения пролонгированного действия капсулируемого препарата использовали в качестве оболочки водонерастворимые полимеры: ацетилцеллюлозу, нитроцеллюлозу, Eudragit® L 100.

После осуществили микрокапсулирование цефтриаксона в водорастворимые полимеры: в альгинат натрия, гуаровую камедь, поливиниловый спирт, поливинилпирролидон. Микрокапсулирование цефтриаксона в данные полимеры позволит повысить биодоступность препарата и облегчит его применение.

Впоследствии мы решили придать композиции лекарственных препаратов целый ряд свойств. Для этого использовали микрокапсулирование в двойные оболочки. В качестве действующего вещества выбрали акридонуксусную кислоту.

В качестве первой оболочки для капсулирования были выбраны следующие полимеры: поли(метил)метакрилат-ко-метакриловая кислота, нитроцеллюлоза и ацетилцеллюлоза. Применение водонерастворимого полимера в качестве первой оболочки, помимо защитных свойств, в первую очередь призвано обеспечить пролонгированное действие капсулируемого лекарственного препарата в определенном участке желудочно-кишечного тракта.

В качестве второй оболочки был выбран водорастворимый и биodeградируемый полимер — альгинат натрия. Такой выбор обусловлен его способностью сообщать препарату, заключенному в оболочку из него псевдорастворимые свойства.

Таким образом, использование одинарной или двойной оболочек для микрокапсулирования биологически активных веществ позволяет преодолеть проблему быстрого выведения лекарственного средства из организма, обе-

спечивает создание равномерной терапевтической дозы, позволяет снизить концентрацию лекарственного вещества. Придание полученной композиции псевдорастворимых свойств дает возможность создавать различные виды лекарственных форм: сиропы, порошки для приготовления раствора, лекарственные препараты для детей и др.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Грехнева Е. В., Власова В. В. Способы микрокапсулирования биологически активных веществ в двойные оболочки [Текст] // Е. В. Грехнева, В. В. Власова. — Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Актуальные проблемы химии, химической технологии и химического образования». — Курск. — 2015. — С. 47–50.
2. Степанова Э. Ф., Ким М. Е., Мурзагулова К. Б., Евсеева С. Б. Микрокапсулы: перспективы использования в современной фармацевтической практике [Текст] // Э. Ф. Степанова, М. Е. Ким, К. Б. Мурзагулова, С. Б. Евсеева. — Фундаментальные исследования. № 3. — Пятигорск. — 2014. — С. 766–769.

SUMMARY OF THE PROJECT

The project aims to build models based on microcapsules of biologically active substances to create different forms of drugs with high bioavailability and prolonged action.

KEYWORDS

Microencapsulation, bioavailability, prolonged effect, the finished forms of medicines.

ДОКЛАДЧИК

Глушихина Елена Игоревна
Glushihina Elena

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Аскорбаты никеля(II) в водных растворах

ОРГАНИЗАЦИЯ

Оренбургский государственный
педагогический университет

РЕЗЮМЕ

Состав и устойчивость координационных соединений в системе Ni^{2+} — L-аскорбиновая кислота изучались методами потенциометрии, кондуктометрии и математического моделирования. Установлен состав, рассчитаны константы образования комплексных форм, определены области существования аскорбатов никеля(II) в водных растворах в зависимости от величины pH. Показано образование моноядерных аскорбатов и гидроксоаскорбатов различной степени депротонизации для двух-трехкратного избытка аскорбиновой кислоты. Предложены оптимальные матрицы стехиометрии для описания равновесных схем комплексообразования в системах $Ni(II)$ — аскорбиновая кислота при соотношении реагентов 1:1–1:3.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Координационная химия, аскорбиновая кислота, никель(II), комплексообразование, водные растворы.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Целью данного исследования являлось установление состава образующихся в водных растворах аскорбатов никеля(II) и расчет констант равновесия образования данных соединений.

В соответствии с указанной целью нами были поставлены следующие задачи:

1. Определить состав комплексных форм никеля(II) в водных растворах аскорбиновой кислоты при различном соотношении металл-лиганд.

2. Рассчитать константы равновесия образования данных соединений.
3. Выявить области существования аскорбатов никеля(II) различной протонизации в водных растворах.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Исследования проводились потенциометрическим и кондуктометрическим методами в системе сульфат никеля(II) — аскорбиновая кислота при соотношении металла и лиганда 1:1–1:3 в интервале pH 3–10. Концентрации металла и лиганда составляли 0.001–0.005 моль/л и 0.0011–0.0055 моль/л соответственно.

Все растворы готовились на бидистиллированной воде, свободной от карбонат- и гидрокарбонат-ионов, из реактивов марки «ч.д.а.». Для приготовления растворов использовали $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ и аскорбиновая кислота квалификации «ч.д.а.» без дополнительной очистки. Рабочие растворы готовили по точной навеске.

В качестве титранта выбран раствор KOH 0,1 моль/дм³, стандартизованный по приготовленному из фиксанала раствору H_2SO_4 0,1 моль/дм³ в присутствии раствора метилового красного 0,1%. Титрантом являлся раствор гидроксида калия с концентрацией 0,1 моль/дм³.

Активность протонов определяли на pH-метре «pH-150M» (Россия) с точностью до 0.01 ед. pH. Электропроводность измеряли на кондуктометре «Анион-4100» (Россия). Измерения проводили с помощью термостатируемой ячейки ($T = 25 \pm 0.1$ °C). Схема установки для потенциометрического и кондуктометрического титрования приведена на рисунке 2.1.

Показания pH растворов снимали с помощью pH-метра pH-150 M. Стеклокислотный электрод (ЭСКЛ — 08M.1) служил в качестве индикаторного, а насыщенный хлорсеребряный — в качестве электрода сравнения.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Поскольку ход кривых в области pH 3–5 идентичен ($\bar{n} = 1,0$), можно сделать вывод о доминировании в данной области гидроаскорбат-иона. Среди моноядерных комплексов состава 1:1 подобную функцию образования имеет форма состава [1:1:1] ($[\text{NiHAsc}]^+$) с $\bar{n} = 1,0$.

Также можно предположить, что этот участок кривой описывается гидроаскорбат-ионом HAsc⁻. В области pH 5–7,5 кривые выходят на плато с $\bar{n} = 1,25$. Так как среди моноядерных комплексов состава [1:1:0] — [1:1:4] нет формы с $\bar{n} = 1,25$, можно предположить, что соответствующий участок кривой описывается димером [2:2:3] с наиболее близкой $\bar{n} = 1,5$. В точке перегиба $\bar{n} = 2,8$ следует ожидать образования смешаннолигандной формы 1:1:3 ($[\text{Ni}(\text{OH})\text{Asc}]^-$).

Расчет равновесий показал, что модель, включающая только моноядерные комплексы различной степени депротонизации, является неудовлетворительной при описании процессов комплексообразования в изучаемой системе (доля отклонения теоретических значений от экспериментальных превышает 5%). Поэтому в матрицу стехиометрии были введены биядерные формы различной степени протонизации. Включение комплексов состава [2:2:3], [2:2:5], [2:2:6], [2:2:7] оказалось наиболее значимым для описания равновесий.

В кислой области существует единственный моноядерный протонированный катионный комплекс состава $[\text{NiH}_2\text{Asc}] \text{SO}_4$, доля накопления которого не превышает 15%.

Диапазон значений pH 5–7 описывается аква-ионом никеля и гидроаскорбат-ионом, комплексообразование в данной области не происходит. Данный факт находит отражение в характере кривых потенциометрического титрования аскорбиновой кислоты и системы Ni(II) — H_2Asc , которые располагаются параллельно друг другу в этой же области. Значение удельной электропрово-

дности на данном участке практически не меняется. Около pH 7 наблюдаемый резкий излом на кондуктометрической кривой можно объяснить связыванием добавляемых гидроксид-ионов в комплекс. В щелочной области происходит депротонизация по второму гидроксилу лиганда и димеризация с образованием биядерных форм [2:2:3], [2:2:5], [2:2:6], [2:2:7], причем доля накопления последнего приближается к 90%.

Двухлигандная форма 1:2:2 $[\text{Ni}(\text{HAsc})_2]_0$ и трехлигандная 1:3:2 $[\text{Ni}(\text{H}_2\text{Asc})(\text{HAsc})_2]_0$ образуются в кислой области (pH < 5) и существуют в равновесии. Двухлигандная форма [1:2:2] присоединяет еще один остаток аскорбиновой кислоты, продуктом данного присоединения, по-видимому, является однозарядный анионный комплекс 1:1:3 $[\text{Ni}(\text{HAsc})_3]^-$. С ростом pH комплекс состава [1:3:3] постепенно отщепляет протоны, переходя в формы состава 1:3 различной депротонизации, существующие в области pH 5–9 (рис. 2.7). Дальнейший рост pH приводит к постепенному вытеснению остатков аскорбиновой кислоты из первой координационной сферы и формированию смешаннолигандных форм $[\text{Ni}(\text{OH})(\text{Asc})_3]^{5-}$, $[\text{Ni}(\text{OH})_2(\text{Asc})_3]^{6-}$ и $[\text{Ni}(\text{OH})_3(\text{Asc})_2]^{5-}$.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Металлы в живых организмах. Учебное пособие для лекционного курса «Основы бионеорганической химии» / Н.А. Улахович, Э.П. Медянцева, С.С. Бабкина, М.П. Кутырева, А.Р. Гатаулина. — Казань: Казанский университет, 2012. — 102 с.
2. Альберт, А. Константы ионизации кислот и оснований / А. Альберт, Е. Сергент. — М., Л.: Химия. — 1964. — 181 с.
3. Безрядин С.Г. Виннокислые комплексы титана (IV) в водных растворах / С.Г. Безрядин, В.В. Чевела, О.П. Айсувакова // Известия Академии наук. Серия химическая, 2015. — № 11. С. 2665–2662.
4. Глушихина Е.И. Комплексы никеля(II) с аскорбиновой кислотой в водных растворах/ Е.И. Глушихина //XXXVII Студенческая международная научно-практическая заочная конференция «Научное сообщество студентов XXI столетия. ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ», 2016. — № 1 (36) — с. 79–85.

SUMMARY OF THE PROJECT

The composition and stability of coordination compounds in the system Ni^{2+} — L-ascorbic acid were studied by potentiometry, conductometry and mathematical simulation. The composition was determined, stability constants of complex forms were calculated and the existence regions of ascorbates nickel (II) in aqueous solution depending on the pH were defined. It was found that nickel (II) with ascorbic acid forms the mono- and binuclear complexes of equimolar composition. The formation of mononuclear ascorbates and hydroxyascorbates varying degrees of deprotonation was found in the case of two- or threefold ascorbic acid excess. The optimal stoichiometry matrix was offer for describing equilibrium in the systems Ni (II) — ascorbic acid at metal to ligand ratio 1:1–1:3.

KEYWORDS

Coordination chemistry, ascorbic acid, nickel (II), complex formation, aqueous solutions.

ДОКЛАДЧИК

Грудина Виктория Андреевна
Grudina Viktoriya

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Разработка жаростойких материалов на основе искусственных керамических вяжущих из термоактивированных глин

ОРГАНИЗАЦИЯ

Белгородский государственный
технологический университет
им. В. Г. Шухова

РЕЗЮМЕ

В данной работе была показана возможность получения теплоизоляционных и теплоизоляционно-конструкционных материалов на основе искусственных керамических вяжущих (из термоактивированных глин) различного состава с комплексным механизмом упрочнения, основанном на сочетании самоотвердения шлакощелочного вяжущего и росте прочности после сушки и обжига керамических вяжущих.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Ячеистые керамобетоны, искусственные керамические вяжущие, пенометод, плотность, прочность, композиционное связующее, коэффициент конструктивного качества, микроструктура.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Целью данной работы является разработка эффективных легковесных жаростойких теплоизоляционных материалов на основе искусственного керамического вяжущего из термоактивированных глин. Научная новизна включает в себя следующие составляющие:

- Для создания жаростойких пеноблоков предлагается новая композиция на основе шлакощелочного вяжущего и искусственного керамического вяжущего (ИКВ);
- Пластическая прочность и прочность готовых изделий (формирование межпоровых перегородок) определяется наличием коллоидного компонента ИКВ и шлакощелочного вяжущего;
- Использование разработанных составов дает экологический эффект от вовлечения вторичных сырьевых ресурсов в технологический процесс за счет утилизации отходов;
- Комплексное упрочнение материала основано на сочетании самоотвердения шлакощелочного вяжущего и росте прочности после сушки и обжига.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в связи с быстрым ростом цен на энергоносители особую актуальность приобретает вопрос улучшения энергоэффективности жилых и производственных зданий и сооружений. Одним из путей повышения энергоэффективности является применение современных теплоизоляционных материалов.

Обоснованная техническая и экономическая концепция развития производства и применения теплоизоляционных материалов способна оказать большое влияние на всю структуру строительного производства.

Спрос на теплоизоляцию находится на достаточно высоком уровне и продолжает демонстрировать устойчивый рост.

Все это обусловило расширение работ по созданию новых высокотемпературных и огнеупорных теплоизоляционных материалов.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Теплоизоляционный материал получали путем смешения минеральной составляющей — ИКВ (ИКВ получали помолом активированного материала осуществлялся в мельнице объемом 100 л, в щелочной области pH методом

постадийной загрузки) и шлакощелочного вяжущего с предварительно полученной пеной на основе раствора ПАВ, т.к. наиболее высокая степень пористости (85–90%) достигается именно при пеновом способе производства. В работе использовался 3% раствор пенообразователя «ТЭАС». Содержание шлакощелочного вяжущего в массе составляло от 5 до 15%. Для его получения использовали жидкое стекло и шлак Северского трубного завода (СТЗ).

В данной работе для механоактивации шлака СТЗ, полученного по воздушно-сухой технологии, использовалась шаровая мельница.

Формование образцов осуществлялось методом литья в металлические формы размером 50х50х50 мм. В формах образцы выдерживались в течение суток, а затем формы разбирались и образцы подвергались сушке при температуре 50–100 °С.

Термообработка производилась в силитовой печи с карбидокремниевыми нагревателями при двух различных температурах: 1000 °С — в первом случае и 1100 °С во втором, с выдержкой в 1 ч. при 600 °С.

После обжига образцы теплоизоляционных материалов были подвержены испытаниям, в результате которых были определены такие физико-механические характеристики, как кажущаяся плотность, усадка, предел прочности при сжатии и рассчитан коэффициент конструктивного качества.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

1. Показана возможность получения теплоизоляционных и теплоизоляционно-конструкционных материалов на основе искусственных керамических вяжущих (из термоактивированных глин) различного состава с комплексным механизмом упрочнения, основанном на сочетании самоотвердения шлакощелочного вяжущего и росте прочности после сушки и обжига керамических вяжущих.
2. Получены искусственные керамические вяжущие на основе термоактивированных глин и определены их свойства и реологические характеристики.
3. Проведен сравнительный анализ зернового состава шлака при различном времени помола и определены основные гранулометрические характеристики.
4. Анализ полученных данных показал, что оптимальным содержанием шлакощелочного вяжущего в составе материала является 5%.
5. Получен легковесный теплоизоляционный материал на основе искусственной керамической вяжущей суспензии из красноярской глины со следующими характеристиками:
 - плотность 0,5 г/см³;
 - усадка 1,2%;
 - прочность при сжатии 5,3 МПа;
 - коэффициент конструктивного качества 21.
6. Получен легковесный теплоизоляционный материал на основе искусственной керамической вяжущей суспензии из быковской голубой глины со следующими характеристиками:
 - плотность 0,75 г/см³;
 - усадка 1,5%;
 - прочность при сжатии 23 МПа;
 - коэффициент конструктивного качества 28.
7. Получен легковесный теплоизоляционный материал на основе искусственной керамической вяжущей суспензии из быковской пестроцветной глины со следующими характеристиками:
 - плотность 0,56 г/см³;

- усадка 1,9%;
- прочность при сжатии 14 МПа;
- коэффициент конструктивного качества 35.

Составы 1.1, 4.1, и 7.2 соответствуют требованиям ГОСТ Р 52803–2007 «Изделия огнеупорные, теплоизоляционные» и могут быть рекомендованы к производству.

С экономической точки зрения производство проектируемого вида жаростойких пеноматериалов необходимо и выгодно; при сравнении разработанного состава с промышленным прототипом он имеет ряд преимуществ. С изменением состава уменьшается стоимость сырьевых материалов. Это даёт существенную экономию при производстве и снижает себестоимость жаростойких бетонов, не снижая при этом их качества, что позволяет увеличить прибыль предприятия производителя и делает товар конкурентоспособным на рынке стройматериалов.

Таким образом, использование шлакощелочного вяжущего и искусственной керамической вяжущей на основе термоактивированных глин является весьма эффективным технологическим приемом для получения жаростойкого теплоизоляционного материала, т.к. позволяет расширить сырьевую базу, снизить стоимость жаростойких материалов и в ряде случаев получать изделия с более высокими показателями, чем на традиционных составляющих.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Пивинский Ю.Е., Епифанова Т.Н., Перетокина Н.А. Материалы на основе высококонцентрированных керамических вяжущих суспензий (ВКВС). Получение и свойства тонкозернистых пенобетонов на основе ВКВС кварцевого песка // Огнеупоры и техническая керамика. 1998. № 10. С. 6–11.
2. Евтушенко Е.И., Перетокина Н.А. Теплоизоляционные материалы на основе искусственных керамических вяжущих различного состава // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2013. № 6. С. 149–151.
3. Евтушенко Е.И., Перетокина Н.А. Получение ячеистого керамобетона на основе высококонцентрированных вяжущих суспензий // Известия вузов. Строительство. 2007. № 9. С. 28–31.
4. Дороганов В.А., Перетокина Н.А. Разработка и исследование составов масс и технологии изготовления шамотных теплоизоляционных огнеупоров // Новые огнеупоры. 2011. N 2. С. 27–29.

SUMMARY OF THE PROJECT

Possibility of receiving a heat insulating structural materials based on artificial ceramic binders (thermoactivating clays of different composition with a complex mechanism of hardening, based on a combination of samootverzhennyj slag-alkaline binder and the strength after drying and firing, the ceramic binders.

KEYWORDS

The cellular keramobetona, artificial ceramic knitting, penov method, density, durability, composite binding, coefficient of constructive quality, a microstructure.

ДОКЛАДЧИК

Гуляева Юлия Андреевна
Gulyaeva Julia

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Получение полимерных дисперсий на основе казеина, дивинила и акриловых мономеров с целью создания адгезива медицинского назначения

ОРГАНИЗАЦИЯ

Ярославский государственный
технический университет

СОАВТОР(Ы) ДОКЛАДА

Масюлис Алина Владимировна

РЕЗЮМЕ

Синтезированы водные дисперсии привитых сополимеров на основе казеина, дивинила и акриловых мономеров радикальной полимеризацией в эмульсии. Получены искусственные полимерные дисперсии на основе бутадиенового каучука и казеината калия. Проведено тестирование и установлена эффективность их применения в качестве полимерной основы дерматологических клеев.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Казеин, акриловые мономеры, привитой сополимер, адгезия, этанол, коллоидный раствор наночастиц серебра.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Целью настоящей работы является получение синтетических и искусственных водных дисперсий как полимерной основы для создания адгезивов медицинского назначения. Стабилизация полученных полимерных дисперсий от микробиологической порчи, и тестирование их органолептических свойств респондентами. Задача заключается в разработке полимерной основы новых медицинских клеев, обладающих высокой адгезией к различным поверхностям, низкой токсичностью, бактерицидной активностью, биосовместимостью с живой тканью.

ВВЕДЕНИЕ

Полимерные клеи различной природы нашли широкое применение в медицине для герметизации швов, закрытия ран и трещин на поверхности кожи. Но на практике спектр их действия ограничен из-за имеющихся недостатков, главными из которых являются: хрупкость пленок, наличие в составе токсичных веществ, низкая агрегативная устойчивость, плохая биodeградация. Актуальной является разработка тканевого клея простого в применении, удовлетворяющего механическим и медико-биологическим требованиям по разумной цене. Один из способов решения данной проблемы, предлагаемый в работе, заключается в модификации поверхности природных макромолекул синтетическими полимерами методом прививочной полимеризации и стабилизация полученных полимерных дисперсий.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

В процессе работы методом динамического светорассеяния для определения распределения частиц по размерам использовался прибор Microtrac S3500, концентрация полимерных дисперсий определялась гравиметрически. В работе использовались мелкодисперсный казеин производства Германии, бутадиеновый каучук СКД-НД, циклогексан, система инициаторов, дивинил и акриловые мономеры, этанол, коллоидный раствор наночастиц серебра.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Осуществлен синтез полимерных дисперсий по разработанным рецептам, заключающийся в прививке дивинила и акриловых мономеров к макромолекулам казеина в водной дисперсионной среде с использованием гидропероксидных соединений. Все незаполимеризовавшиеся в ходе синтеза мономеры отгонялись в токе азота.

Процесс получения искусственных полимерных дисперсий осуществлялся в соответствии с разработанным рецептом, путем эмульгирования в водном растворе казеината калия раствора бутадиенового каучука с последующей отгонкой р-ля и концентрированием полученных дисперсий. Установлено,

что с увеличением содержания эмульгатора в системе повышается агрегативная устойчивость дисперсии.

С целью оценки востребованности дерматологических клеев на основе полученных полимерных дисперсий, органолептических свойств было проведено их тестирование группой респондентов. Исследуемые образцы оценивались по следующим параметрам: цвет, запах, время высыхания, качество и удаляемость пленок с кожных покровов, аллергия, побочные эффекты. Более 80% респондентов отметили, что тестируемые клеи не имеют побочных эффектов и не вызывают аллергических реакций, структура пленок на их основе сохраняется под воздействием воды и в щелочных растворах ПАВ.

В процессе хранения полученные дисперсии полимеров подвергались процессам микробиологической порчи, что сопровождалось появлением резкого неприятного запаха и коагуляцией. Поэтому, возникла необходимость проведения антимикробной стабилизации.

В качестве консервантов в работе апробированы: сорбат калия, бензоат натрия, нипазол, нипагин, мирамистин, раствор бриллиантового зеленого, раствор фурацилина. Но они не проявили достаточного антимикробного действия в данных системах, при хранении в течение 2 месяцев происходила микробиологическая порча дисперсий. В качестве более эффективных консервантов в работе использовались этанол и коллоидный раствор наночастиц серебра. Важным при введении стабилизаторов является вопрос о сохранении постоянства поверхности раздела фаз. О ее неизменности можно судить по результатам исследования распределения латексных частиц по размерам во времени методом светорассеяния. Установлено, что при введении этанола размер частиц уменьшается и снижается относительная доля сверхкрупных частиц в дисперсиях, что подтверждает действие этанола как диспергатора, а при добавлении коллоидного раствора наночастиц серебра сохраняется агрегативная устойчивость вододисперсионных систем, а так же их микробиологическая стабильность в течение продолжительного срока их хранения.

Таким образом, результаты тестирований адгезионных показателей, органолептических свойств, а также устойчивость к процессам микробиологической порчи показали эффективность и перспективность применения разработанных полимерных дисперсий в качестве основы клеевых составов медицинского назначения.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Пат. 2283668 Российская Федерация, МПКА61L24/10, А61P43/00. Хирургический полимерный клей. / Сиротинкин Н. В. (RU), Левечева Н. Ф. (RU), Савина Ю. А. (RU), Попов В. А. (RU), Пышков Е. А. (RU), — опубл. 20.09.2006. Заявка: 2005105492/15, 21.02.2005.
2. Туров, Б. С. Методы получения и анализа синтетического каучука и пластмасс / Туров Б. С., Миронова Н. М., Швецов О. К. — Ярославль: ЯГТУ, 2000. — 76 с.
3. Аверко-Антонович, Л. А. Химия и технология синтетического каучука / Л. А. Аверко-Антонович, Ю. О. Аверко-Антонович, И. М. Давлетбаева, П. А. Кирпичников. — М: Химия, изд-во «КолосС», 2008. — 357 с.
4. Ягер М., Люк Э. Консерванты в пищевой промышленности / Ягер М., Люк Э. — 3-е изд. Пер. с нем. — СПб: ГИОРД, 1998—256 с.

SUMMARY OF THE PROJECT

Aqueous dispersions of graft copolymers based on casein, butadiene and acrylic monomers by radical polymerization in emulsion were synthesized. Artificial aqueous dispersions were obtained from a butadiene rubber and potassium caseinate. Testing was carried out and established the effectiveness of their use as a dermatological adhesives.

KEYWORDS

Casein, acrylic monomers, graft-copolymer, adhesion, ethanol, colloidal solution of silver nanoparticles.

ДОКЛАДЧИК

Дремлева Ольга Юрьевна
Dremleva Olga

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Разработка нового эффективного и экологичного способа растворения накипно-коррозионных отложений

ОРГАНИЗАЦИЯ

Тверской государственный университет

РЕЗЮМЕ

Устранение накипно-коррозионных отложений и борьба с накипеобразованием — основная задача, решаемая на различных энергообъектах. Известны составы промывочных реагентов, в которых присутствует динатриевая соль этилендиаминтетрауксусной кислоты, которая практически не разлагается в живой природе. Нами представлен способ очистки внутренних полостей теплообменного оборудования, систем охлаждения двигателей внутреннего сгорания от накипно-коррозионных отложений раствором, содержащим экологически безопасные комплексоны ЭДДЯК, ГМДДЯК, ИДЯК. На инновационный способ получено решение ФИПС о выдаче патента на изобретение.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Накипно-коррозионные отложения, промывочные реагенты для растворения отложений, экологически безопасные комплексоны.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Цель проекта. Разработка способа очистки внутренних полостей теплообменного оборудования (теплообменных контуров) и систем охлаждения двигателей внутреннего сгорания или других агрегатов от накипно-коррозионных отложений без применения реагентов, оказывающих негативное воздействие на природную среду.

Задачи:

- подбор экологически безопасных компонентов для включения в состав промывочной композиции растворения накипно-коррозионных отложений;
- создание инновационной, оптимально сбалансированной, промывочной композиции для растворения накипно-коррозионных отложений на основе экологически безопасных комплексонов (ЭБК) и закрепление авторского приоритета на неё патентом на изобретение.

ВВЕДЕНИЕ

Растворенные в воде вещества вызывают неполадки в работе энергетического оборудования, связанные с образованием накипных и коррозионных отложений, состоящих из солей кальция и магния, железа, содержащихся в используемой воде. Устранение накипно-коррозионных отложений и борьба с накипеобразованием — основная задача, решаемая на различных энергообъектах. Эти загрязнения приводят к снижению эффективности работы оборудования, а зачастую и выходу его из строя.

Сегодняшнее состояние отечественной экономики и окружающей среды предполагает применение альтернативных умягчению воды экологически безопасных, но в то же время дешевых технологических решений при эксплуатации энергетического оборудования.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Обычно промывочные реагенты содержат этилендиаминтетрауксусную кислоту. Этот комплексон практически не поддается разложению в живой природе и накапливается в мировом океане. В Европе в поверхностных водах содержится ЭДТА до 35 мг/л, в грунтовых водах США ЭДТА накопился до 72 мг/л.

Нами представлен способ очистки внутренних полостей теплообменного оборудования от накипно-коррозионных отложений экологически безопасными реагентами.

Предлагается способ растворения отложений промывкой обрабатываемой полости реагентом при температуре 50–80 °С со сменой направления движения потока с последующей нейтрализацией промывочного реагента, содержащего экологически безопасный комплексон (ЭБК). В качестве промывочного реагента использован раствор, содержащий компоненты, мас. %: сульфаминовая кислота — 2–5; ЭБК {этилендиаминдиантарная кислота (ЭД-ДЯК), или гексаметилендиаминдиантарная кислота (ГМДДЯК), или иминодиантарная кислота (ИДЯК)} — 1–1,5; ингибитор коррозии — 0,1–0,2; вода — остальное.

Для осуществления промывки систему заполняют водой и нагревают до температуры 50–80 °С. При циркуляции добавляют ингибитор коррозии. Через 10 мин добавляют ЭБК. Через 30–60 минут в раствор добавляют сульфаминовую кислоту. Раствор имеет pH= 0,5–4,5. Циркуляцию обеспечивают до прекращения изменения pH в течение 30 минут.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Установлено, что ингибирование процесса солеотложений с помощью комплексонов основано на явлении порогового (или субстехиометрического) эффекта. Пороговым эффектом называют предотвращение осадкообразования в пересыщенных растворах неорганических солей, содержащих субстехиометрические (микродозы) количества ингибитора. При этом следует отметить, что эффективность комплексонов в 5–10 раз выше, чем при применении традиционных неорганических фосфатов.

Экспериментально установлено, что комплексоны вызывают также разрушение уже образовавшихся карбонатных отложений: в присутствии комплексонов происходит перестройка кристаллов CaCO₃, рост отдельных кристаллов приводит к возникновению механических напряжений в слое накипи, что вызывает ее растрескивание. Это явление используют иногда для очистки оборудования «на ходу» т.е. не останавливая его.

Наряду с ингибированием накипеобразования не менее важна проблема защиты теплообменного оборудования, контактирующего с водой, от коррозии.

Исследования показали, что комплексоны, при концентрации более 50 мг/л, проявляют эффект ингибирования коррозии низкоуглеродистой стали.

ЭБК обеспечивают умягчение используемой воды в течение всего процесса промывки путем образования комплексных соединений с ионами металлов, в том числе железа, кальция и магния. Информация о комплексообразовании ЭДДЯК, ГМДДЯК и ИДЯК с ионами железа, кальция и магния изложена в научной литературе.

В отличие от неразлагаемого в живой природе классического комплексона ЭДТА, используемого в качестве лиганда в ранее использованных растворах, заявляемый состав основан на использовании ЭБК, которые содержат в своем составе фрагменты янтарной кислоты. И это важно, так как комплексоны, производные янтарной кислоты при попадании в окружающую среду быстро разлагаются под действием света на составляющие их безвредные усвояемые аминокислоты.

Предлагаемые комплексоны являются экологически безопасными, т.к. в условиях природных сбросов разлагаются на составляющие аминокислоты и не загрязняют окружающую среду.

Техническим результатом, обеспечиваемым предложенным составом, является растворение накипно-коррозионных отложений экологически безопасным способом. На предлагаемый проект получено решение Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам от 05.05.2016 г. о выдаче патента на изобретение по заявке № 2014153073.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Патент РФ №2532867, опубл. 10.11.2014. Metsarinae S., Tuhkanen T., Aksela R. // Chemosphere. 45 (2001). P. 949–955.
2. Sillanpaa M. E. T., Kurniawan T. A., Lo W.-H. // Chemosphere, 2011, V. 83, № 11, P. 1443.
3. Nowack B., VanBriesen J. M. // ACS Symposium Series 910 — N. Y.: Washington, DC.—2005. P. 1. Горелов И. П., Бабич В. А. // Журн. неорган. химии, 1971, 16, 4, 902.
4. Никольский В. М., Симонова М. В., Гридчин С. Н. и др. // Известия ВУЗов. Химия и химическая технология, 2013, 56, № 9, С. 112.
5. Малахаев Е. Д., Никольский В. М., Горелов И. П. // Журн. общ. химии, 1978, 48, 11, 2601.
6. Позняк А. Л., Стельмашок В. Е., Стопьянская Л. В. // Координационная химия, 17, № 2, 1991, С. 188.
7. Hyvonen H., Orama M., Saarinen H., Aksela R. // Green Chemistry, 2003, 5, 410.
8. Tolkacheva L. N., Nikol'skii V. M. // Russian Journal of Physical Chemistry A, 2013, Vol. 87, No. 9, P. 1500.

SUMMARY OF THE PROJECT

Eliminating crustose-corrosive deposits and control of scale formation — the main problem to be solved at various power facilities. The compositions of washing reagents, in which there is disodium edetate, which practically does not decompose in nature are known. We have provided a method for cleaning internal cavities of heat transfer equipment, cooling systems of internal combustion engines by crustose-corrosion deposits with a solution containing environmentally friendly chelating EDDS, GMDDS, IDS. The Patent Office has allowed Patent grants for innovative formulation.

KEYWORDS

Crustose-corrosive deposits, rinsing agents for dissolving deposits, environmentally friendly chelating.

ДОКЛАДЧИК

Зими́на Викто́рия Дми́триевна
Zimina Viktoriya

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Исследование высокоэффективных катализаторов в процессах получения экологически чистых топлив

ОРГАНИЗАЦИЯ

Российский университет дружбы народов

СОАВТОР(Ы) ДОКЛАДА

Шорова Диана Робертовна,
Пивоварчик Антон Сергеевич

РЕЗЮМЕ

Данный проект посвящен изучению каталитических и физико-химических свойств наноструктурированных перовскитоподобных ферритов ($An+1, BnO_3$, $A=Gd, Sr, B=Fe, Mn$ $n=1,2,\dots,\infty$) в процессах углекислотной конверсии метана и гидрировании монооксида углерода.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Углекислотная конверсия метана, синтез-газ, синтез Фишера-Тропша, перовскитоподобные катализаторы, экологически чистое топливо, нефтехимия, гетерогенный катализ, ферриты, перовскиты, олефины.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Целью данной работы являлось изучение возможности использования в качестве катализаторов перовскитоподобных сложных оксидов $An+1BnO_{3n+1}$,

$A = \text{Gd}, \text{Sr}, B = \text{Fe}, \text{Mn}, (n=1,2,\dots,\infty)$ в двухстадийном процессе: углекислотной конверсии метана и гидрирования оксидов углерода в легкие олефины.

Задачи:

- Исследовать каталитические свойства в углекислотной конверсии метана и гидрировании монооксида углерода перовскитоподобных сложных оксидов GdFeO_3 , SrFeO_3 , GdSrFeO_4 , $\text{Gd}_2\text{SrFe}_2\text{O}_7$.
- Исследовать влияние марганца, введенного в анионную подрешетку феррита, на каталитическую активность и селективность сложных оксидов.
- Исследовать влияние присутствия диоксида углерода в реакционной смеси на активность и селективность образцов GdFeO_3 и GdMnO_3 в процессе гидрирования монооксида углерода.

ВВЕДЕНИЕ

В ближайшее время зависимость от природного газа будет увеличиваться, в связи с сокращением запасов сырой нефти и ужесточением экологических требований к топливам. Решением этой проблемы может стать использование природного газа для получения синтез — газа методом УКМ, и его дальнейшее использование в синтезе Фишера — Тропша. Углеводороды, получаемые в этом процессе, являются экологически чистыми из-за практически нулевого содержания серы. На данный момент почти нет селективных катализаторов, которые могут работать, не подвергаясь дезактивации вследствие коксообразования. Перовскитоподобные структуры, обладающие высокой активностью и стабильностью, перспективны как катализаторы для высокотемпературных процессов.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

В качестве катализаторов использовались образцы сложных слоистых оксидов GdFeO_3 , GdSrFeO_4 и $\text{Gd}_2\text{SrFe}_2\text{O}_7$ и GdMnO_3 полученные золь-гель технологией. Исследуемые образцы относятся к фазам Раддлсдена — Поппера ($A_{n+1}\text{BnO}_{3n+1}$, $n = 1, 2, 3, \dots, \infty$) и построены по блочному принципу.

Характеризация образцов до и после каталитического процесса проводилась методами РФА, СЭМ, БЭТ, мессбауэровской спектроскопии, термогравиметрии с масс-спектрометрическим анализом выделяющихся газов.

Каталитическую активность в УКМ определяли, подавая смеси газов при соотношении компонентов $[\text{CO}_2:\text{CH}_4] = 1:1$. Опыт вели в проточной каталитической установке при атмосферном давлении, в интервале температур 773–1223 К и объемных скоростях реакционной смеси 0,5–1,0 л/ч. Гидрирование СО проводили при — $[\text{CO}:\text{H}_2] = 1:1, 1:2, 1:4$, в диапазоне температур 250–435°C в проточной каталитической установке с U-образным молибденовым реактором

Анализ продуктов осуществлялся хроматографически на приборах Кристалл 2000М и Кристалл 5000. В качестве газа-носителя в УКМ использовался аргон для возможности детектирования водорода, в гидрировании СО-гелий. Разделение анализируемой смеси осуществлялось на колонке длиной 2 м, диаметром 3 мм, заполненной Порапаком Q.

Для температурных зависимостей скорости образования продуктов реакции и конверсий исходных соединений измерялись после достижения стационарного состояния, подтверждением которого являлось постоянство площадей хроматографических пиков.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Установлено, что на каталитическую активность в УКМ влияет число перовскитных слоев n , и она увеличивается в ряду $\text{GdSrFeO}_4 (n = 1) \leq \text{Gd}_2\text{SrFe}_2\text{O}_7 (n = 2) < \text{GdFeO}_3 (n = \infty)$. В тоже время, наибольшие значения селективностей по легким олефинам в гидрировании СО показал образец $\text{Gd}_2\text{SrFe}_2\text{O}_7 (n = 2)$. Показано, что неизовалентное замещение гадолиния на стронций вызывает

понижение симметрии в структуре перовскита и появление гетеровалентного состояния атомов железа. Увеличение доли Fe⁴⁺ приводит к снижению каталитической активности феррита в риформинге метана, но благоприятно для активации процесса образования непредельных соединений. Все исследуемые ферриты показали высокую стабильность: каталитические характеристики сохранялись при проведении повторных опытов и не изменялись после 50 часов работы.

Установлено, что полная замена железа на марганец в анионной подрешетке перовскита приводит к уменьшению каталитической активности и селективности по водороду в процессе УКМ.

Показано, что при использовании манганита гадолиния наблюдается минимальное зауглероживание катализатора в ходе УКМ.

Снижение доли парафинов и рост селективности по олефинам при совместном гидрировании оксидов углерода (CO+CO₂):H₂ = 1:2 обусловлено ростом числа активных центров поверхности, ответственных за образование непредельных соединений.

Установлено, что гидрирование смеси оксидов углерода протекает через стадию диссоциативной адсорбции обоих компонентов. Предполагается, что активный углерод, возникающий в результате диссоциативной адсорбции СО частично гидрируется атомарным водородом до метана, а поверхностный углерод, образующийся при диссоциации СО₂ — преимущественно до олефинов.

Результаты РФА до и после каталитического процесса, подтверждают сохранение структуры и однофазности образцов. Исследование морфологии образцов показало, что частицы размером 50–200 нм. имеют правильную форму и агрегированы в пористую структуру, немного меняющуюся в ходе высокотемпературного каталитического процесса. Поскольку на Fe³⁺ формируются атомарный водород и СН_х-радикалы, то было исследовано состояние атомов железа. Мессбауэровская спектроскопия показала, что в образцах до каталитического процесса железо находится в гетеровалентном состоянии (Fe⁺³ и Fe⁺⁴), после реакции наблюдается некоторое изменение состояния атомов железа и его окружения.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Крылов О. В. Углекислотная конверсия метана в синтез-газ// Ж. Российского хим. Общества им. Д. И. Менделеева. — М., 2000. — Т. XLIV. — № 1. — С. 19–33.
2. Числова И. В., Матвеева А. А., Волкова А. В., Зверева И. А. Золь-гель синтез наноструктурированных перовскитоподобных ферритов гадолиния / Физика и химия стекла. 2011. Т. 37. №6. С. 913–922.
3. Зверева И. А., Отрепина И. В., Семенов В. Г., Тугова Е. А., Попова В. Ф., Гусаров В. В. Механизм формирования сложного оксида Gd₂SrFe₂O₇ / ЖОХ. 2007. Т. 77. №6. С. 881–886.
4. Рогинский С. З.// Гетерогенный катализ: Тр Всесоюз. конф. по катализу. М.: Изд-во АН СССР, 1949. С. 5–53.
5. Прудников И. О., Колебания температуры в частице катализатора процесса синтеза Фишера-Тропша. Студ. научн. вестн., 2008, Том 6, № 1, С. 108–109.

SUMMARY OF THE PROJECT

This project is devoted to the study of catalytic and physico-chemical properties of nanostructured perovskite-ferrite (An=1BnO3, A = Gd, Sr, B=Fe, Mn, n = 1,2,..., ∞) in the processes of carbon dioxide conversion of methane and carbon monoxide hydrogenation.

KEYWORDS

Carbon dioxide reforming of methane, synthesis gas, Fischer-Tropsch synthesis, perovskite catalysts, environmentally friendly fuel, petrochemicals.

ДОКЛАДЧИК

Ибатуллина Марина
Рафаиловна
Ibatullina Marina

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Синтез и свойства комплекса 1-гексадецил-4-аза-1-азониабцикло[2.2.2]октан бромид с ионом Cu(II) — потенциального агента для биологической, сорбционной и каталитической практики

ОРГАНИЗАЦИЯ

Казанский (Приволжский)
федеральный университет

РЕЗЮМЕ

Синтезировано новое комплексное соединение DABCO-16 с ионом Cu(II). Методом рентгеноструктурного анализа установлена структура комплекса Cu(II) с DABCO-16, имеющая координацию тригональной бипирамиды. Изучена солюбилизация красителя Оранж-ОТ в водных растворах комплекса [CuBr₂xDABCO-16]. Определены размеры частиц лиганда и комплекса в растворе и на поверхности разных подложек с помощью различных методов. Спектрофотометрическим методом установлен состав комплекса DABCO-16 с ионом Cu(II) 2:3 в ацетоне и логарифм константы устойчивости составляет 18.9. Комплекс DABCO-16 с бромидом меди(II) проявляет на ряде штаммов улучшенную биологическую активность.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Металломицеллы, наноконтейнеры, комплексы с ПАВ, самоорганизация.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Целью работы является синтез и оценка физико-химических характеристик комплекса 1-гексадецил-4-аза-1-азониабцикло [2.2.2] октан бромид с ионом меди (II).

Задачи работы:

1. Оценка спектральных характеристик 1-гексадецил-4-аза-1-азониабцикло[2.2.2]октан бромид (DABCO-16).
2. Синтез нового комплексного соединения меди(II) с DABCO-16.
3. Исследование спектральных характеристик, оценка состава и устойчивости комплекса DABCO-16 с CuBr₂.
4. Определение физико-химических характеристик комплекса DABCO-16 с Cu(II).
5. Изучение самоагрегации образующегося комплекса, сравнение с самоагрегацией лиганда DABCO-16 различными методами.
6. Описание морфологии лиганда и синтезированного комплекса DABCO-16 с Cu(II).
7. Исследование биологической активности лиганда и комплекса и сравнение их с уже существующими препаратами.

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность работы заключается в придании новых функциональных возможностей практически полезному амфифильному соединению. Переходный металл придает требуемые физические, химические и биологические функции поверхностно-активному веществу (ПАВ), структура которого может быть адаптирована в соответствии с требованиями.

Оценка возможного применения. Комплексы металлов с ПАВ находят широкое применение в различных областях, таких как медицина, моделирование мезопористых материалов, тонкопленочные устройства, гомогенный и гетерогенный катализ. Также изучается возможность использования металломицелл как нанореакторов для катализа химических реакций.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Методы: спектрофотометрия, рентгеноструктурный анализ, тензиометрия, кондуктометрия, динамическое рассеяние света, анализ траекторий движения наночастиц, атомно-силовая микроскопия.

Материалы: комплекс 1-гексадецил-4-аза-1-азониабцикло[2.2.2]октан бромида (DABCO-16) с бромидом меди(II).

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

1. Синтезировано новое комплексное соединение 1-гексадецил-4-аза-1-азониабцикло[2.2.2]октан бромида (DABCO-16) с ионом Cu(II), изучены и описаны его физико-химические свойства, а именно, состав и структура координационного узла комплекса, спектральные характеристики в различных средах, агрегационная способность в воде.
2. Методом рентгеноструктурного анализа установлена структура комплекса Cu(II) с DABCO-16. Показано, что ион меди в данном комплексе имеет координацию тригональной бипирамиды с координационным числом 5.
3. Методом кондуктометрии определено значение критической концентрации мицеллообразования (ККМ) комплекса DABCO-16 с ионом Cu(II) в воде, которое составляет 0.61 мМ и ниже, чем ККМ лиганда (1 мМ).
4. С помощью методов динамического светорассеяния, анализа траекторий движения наночастиц и атомно-силовой микроскопии определены размеры комплексных частиц и частиц лиганда на поверхности разных подложек и непосредственно в растворе. Установлено формирование частиц двух типов — в растворе мелких (порядка 1–9 нм) и крупных (в пределах 120–300 нм); на поверхности подложек их размер сильно варьируется.
5. Спектрофотометрическим методом исследован процесс комплексообразования DABCO-16 с ионом Cu(II) в ацетоне. Состав комплекса 2:3. Логарифм константы устойчивости комплекса составляет 18.9.
6. Показано, что комплекс DABCO-16 с бромидом меди(II) проявляет на ряде штаммов улучшенную биологическую (а именно фунгистатическую, бактерицидную и фунгицидную) активность.

Создание комплексных соединений переходных металлов с поверхностно-активными веществами является принципиально новой и перспективной областью исследования. Благодаря амфифильному строению молекулы катионного ПАВ DABCO-16 могут образовывать микроэмульсии вода/масло или масло/вода, снижать поверхностное натяжение, солюбилизировать в мицеллах и везикулах различные вещества (лекарственные препараты, наночастицы, красители для исследования внутренних органов человека и животных и т. д.), использоваться в процессах флокуляции и коагуляции, легко встраиваться в липидные слои, связываться с отрицательно заряженными частями ДНК, РНК и др. Некоторые переходные металлы, такие как медь, участвуют в окислительно-восстановительных процессах живых организмов, имеют антигрибковую и антимикробную активность, применяются в промышленности: электротехнике, гальванике, теплоотводных устройствах и др. Комплекс переходного металла с поверхностно-активным лигандом позволит не только улучшить уже существующие качества исходных компонентов, но и получить принципиально новые свойства.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Scrimin P. et al., J. Org. Chem. 1991, 56, С. 161–166.
2. Кабдыракова А. М., автореф. дис. магистра хим. наук, Семипалатинский государственный университет им. Шакарима г. Семипалатинск 2006, С. 7.
3. Машковский М. Д., Новая волна 2012, 16 изд., С. 954, 956.
4. Mehta S. K. et al., Colloids and Surfaces A: Physicochem 2012. — С. 103–109.
5. Jervis H. B. et al., Chem. Commun. (1999) 2031–2032.

6. M. J. Danks et al., Catal. Lett. 82 (2002) 95–98.
7. Chu B. W.-K. et al., Inorg. Chem. 40 (2001) 3324–3329.
8. E. Kimura et al., J. Am. Chem. Soc. 118 (1996) 10963–10970.
9. Hay R. W. et al., Inorg. Chem. Commun. 1 (1998) 228–231.
10. Weijnen J. G. J. et al. J. Chem. Soc. Perkin Trans. 2 (1991) 1121–1126.

SUMMARY OF THE PROJECT

The new complex of DABCO-16 modified by a Cu(II) ion ($[CuBr_2 \times DABCO-16]$) was synthesized. Its physicochemical properties were studied. The complex particles and the ligand particles forming particles of two types has a small sizes (from 1 to 9 nm) and large (in the range 120–300 nm) were determined. The complex composition 3:2 and the high complex stability ($\lg \beta = 18.9$) were establish. It is found that the complex of DABCO 16 with copper (II) bromide exhibits the improved biological activity on series of strains.

KEYWORDS

Metallomicelles, nanocontainer, complexes with surfactants, selforganization.

ДОКЛАДЧИК

Идрисов Айрат Ринатович
Idrisov Ayrat

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Термостабильный реагент для увеличения добычи нефти»
или «термостабильный самоотклоняющийся кислотный состав
для интенсификации добычи нефти и газа из карбонатных коллекторов

ОРГАНИЗАЦИЯ

Казанский национальный
исследовательский
технологический университет

СОАВТОР(Ы) ДОКЛАДА

Ризатдинова Алия Равилевна,
Курашов Дмитрий
Александрович

РЕЗЮМЕ

Реализация проекта предполагает создание новой технологии интенсификации добычи нефти из высокотемпературных скважин. С этой целью, будет разработан самоотклоняющийся кислотный состав на основе термостабильного вязкоупругого ПАВ, а также создана и отлажена технология его производства. Кроме того, реализация проекта предполагает проведение опытно-промышленных испытаний разработанной технологии и внедрение ее в промышленность. Необходимость выполнения проекта обусловлена отсутствием эффективных технологий интенсификации добычи нефти и газа из скважин, вскрывших неоднородные, высокотемпературные (выше 90° С) карбонатные коллектора.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Термостабильность, цвиттер-ионные ПАВ, цилиндрические мицеллы, реологические свойства, вязкоупругость, микрореология, диффузионно-волновая спектроскопия, статическое рассеяние света, микроструктура.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Цель: разработать термостабильный реагент для увеличения добычи нефти из высокотемпературных скважин.

Задачи:

1. 2016 год — Исследование реологических свойств водных растворов термостабильного вязкоупругого поверхностно-активного вещества, а также разработка на его основе самоотклоняющегося кислотного состава для интенсификации добычи нефти и газа из высокотемпературных карбонатных коллекторов.
2. 2017 год — Разработка и отладка технологии производства термостабильного вязкоупругого поверхностно-активного вещества. Нарботка опытной партии.

3. 2018 год — Опытно-промышленные испытания самоотклоняющегося кислотного состава для интенсификации добычи нефти и газа из высокотемпературных карбонатных коллекторов. (Обработка самоотклоняющимся кислотным составом призабойной зоны двух-трех высокотемпературных скважин.) СКС — самоотклоняющийся кислотный состав КС-кислотный состав.

ВВЕДЕНИЕ

Наиболее эффективных методов интенсификации добычи нефти из карбонатных коллекторов является применение СКС. В основе действия таких составов лежит их способность многократно увеличивать вязкость в ходе реакции с карбонатной породой. Образующийся в результате гель создает эффективное локальное отклонение новых порций КС к ранее необработанным низкопроницаемым участкам пласта. Существенным ограничивающим фактором применения самоотклоняющихся кислот является значительное снижение их вязкости, а следовательно и эффективности, при температурах выше 90°C. Поэтому, актуальной научно-технической задачей является разработка самоотклоняющегося кислотного состава, эффективного при обработках высокотемпературных скважин (до 150 °С).

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Для исследования свойств нового термостабильного вязкоупругого ПАВ будут использоваться следующие методы: тензиометрия, ротационная вискозиметрия, кондуктометрия, рН-метрия, динамическое рассеяние света (Photocor Complex). Применение традиционных методов (тензиометрия, кондуктометрия) в сочетании с инструментальными методами позволит не только установить концентрационные и температурные границы существования вязкоупругих растворов (критическую концентрацию мицеллообразования и температуру Крафта), но и получить информацию об их структуре растворов. Для разработки и оценки эксплуатационных характеристик высокотемпературного самоотклоняющегося кислотного состава будет использована оригинальная методика, обеспечивающая сравнительный анализ основных реологических характеристик и отклоняющую способность системы в широком диапазоне температур (от 20 до 150 °С).

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Разработанный самоотклоняющийся кислотный состав на основе термостабильного вязкоупругого ПАВ будет способен обеспечить достижение следующих полезных свойств:

1. Диапазон применимых концентраций соляной кислоты 10–28 мас. %.
2. Гомогенность и стабильность кислотной системы при концентрации соляной кислоты 10–28 мас. % в диапазоне температур раствора минус 10 °С — плюс 150 °С.
3. Вязкость самоотклоняющейся кислотной системы в 15%-ной соляной кислоте, при комнатной температуре, не более 10–100 мПа·сек (при скорости сдвига 1001/с).
4. Повышение вязкости самоотклоняющейся кислотной системы до 500–1000 мПа·сек (при скорости сдвига 1001/с) при частичной или полной нейтрализации кислоты в результате реакции с карбонатом кальция при температурах до 150 °С.
5. Снижение вязкости самоотклоняющейся кислотной системы до 5–10 мПа·сек (при скорости сдвига 1001/с) при контакте с углеводородами — «эффект разрушения» при разбавлении нефтью.
6. Отсутствие в составе нерастворимых твердых частиц.
7. Минимальная чувствительность (в пределах не более ±10%) реологических и физико-химических свойств к присутствию ионов железа (до 3 г/л), алюминия (до 5 г/л), магния (до 20 г/л), натрия (до 100 г/л), калия (до 10 г/л), ингибиторов коррозии.

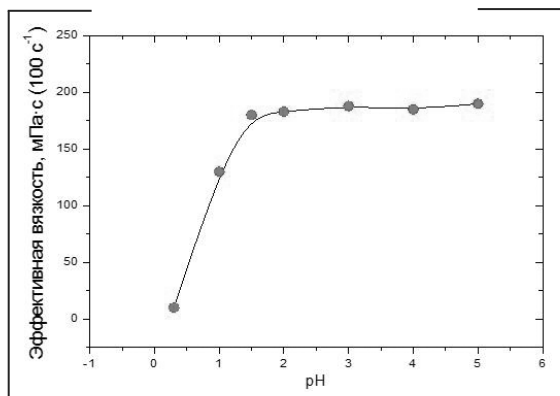


Рис.1 Зависимость эффективной вязкости кислотного состава от рН. t = 130°C

8. Простота и легкость приготовления кислотного состава в промышленных условиях путем смешения компонентов без уникального оборудования.

Уникальным отличием разработанного самоотклоняющегося кислотного состава станет способность поддерживать вязкость до 500–1000 мПа·сек (при скорости сдвига 100 1/с) при частичной или полной нейтрализации кислоты, при температурах до 150 °С.

В основе технологии лежит способность «самоотклоняющегося» кислотного состава многократно увеличивать вязкость в ходе реакции с карбонатной породой пласта (рис. 1). Образующийся в результате гель создает эффективное локальное отклонение новых порций кислотного состава к ранее необработанным низкопроницаемым участкам. В результате достигается равномерная стимуляция всего продуктивного интервала пласта.

Самоотклоняющиеся кислоты на основе нового гелеобразователя обладают значительно более широким рабочим интервалом температур. Считается, что для эффективного отклонения потоков необходима вязкость, не менее 100 мПа·с (100 1/с). Из рис. 2 видно, что применение нового гелеобразователя позволяет достигать требуемых значений вязкости вплоть до 150 °С.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Raghavan S.R., Kaler E.W. Highly viscoelastic wormlike micellar solutions formed by cationic surfactants with long unsaturated tails // *Langmuir*. 2001. V. 17. P. 300–306.
2. Shashkina J.A., Philippova O.E., Zaroslov Y.D., Khokhlov A.R., Pryakhina T.A., Blagodatskikh I.V. Rheology of viscoelastic solutions of cationic surfactant. Effect of added associating polymer // *Langmuir*. 2005. V. 21. № 4. P. 1524–1530.
3. Kern F., Lequeux F., Zana R., Candau S.J. Dynamic properties of salt-free viscoelastic micellar solutions // *Langmuir*. 1994. V. 10. №6. P. 1714–1723.
4. Couillet I., Hughes T., Maitland G. Synergistic effects in aqueous solutions of mixed wormlike micelles and hydrophobically modified polymers // *Macromolecules*. 2005. V. 38. № 12. P. 5271–5282.

(полный список смотреть во вложенном файле: «информация. doc».)

SUMMARY OF THE PROJECT

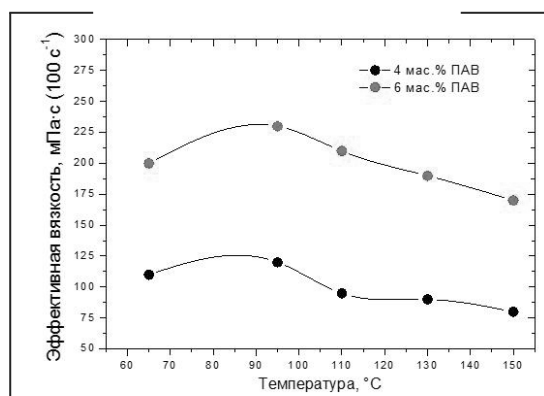
One of the most effective methods for intensifying of oil production from carbonate reservoirs is using of the fail-safe acid composition, which are viscoelastic surfactant solution in a mineral acid. The operation of such compositions is their ability to multiply increase the viscosity during reaction with carbonate rock. The resulting gel creates effective local deviation of new portions of the acid composition to previously untreated low-permeability reservoir sites. Thus, application of the acidic composition based on viscoelastic surfactant provides uniform intensification of entire productive interval. An important factor limiting the application fail-safe acid composition is a significant reduction in their viscosity and in view of this the efficiency at temperatures above 90 °С. It limits the scope of application of this method, since the temperature in carbonate reservoirs can be considerably higher. Therefore actual scientific and technical task is to develop fail-safe acid composition, which effective in the treatments of high temperature wells (up to 150 °С). The present project is directed on the solution of this problem.

composition is a significant reduction in their viscosity and in view of this the efficiency at temperatures above 90 °С. It limits the scope of application of this method, since the temperature in carbonate reservoirs can be considerably higher. Therefore actual scientific and technical task is to develop fail-safe acid composition, which effective in the treatments of high temperature wells (up to 150 °С). The present project is directed on the solution of this problem.

KEYWORDS

Thermal stability, zwitterionic surfactants, cylindrical micelles, rheology, viscoelasticity, microrheology, diffusion-wave spectroscopy, static light scattering, microstructure.

Рис.2 Зависимость эффективной вязкости, прореагировавшего кислотного состава от температуры



ДОКЛАДЧИК

Иордан Юлия Вячеславовна

Jordan Yuliya

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Разработка теоретико-экспериментальной методики выбора эффективных пиротехнических составов для обеспечения сжигания или диспергирования головного обтекателя ракеты-носителя на атмосферном участке траектории спуска

ОРГАНИЗАЦИЯ

Омский государственный
технический университет

РЕЗЮМЕ

Работа направлена на решение проблемы уменьшения площадей районов падения, выделяемых под головной обтекатель. Предлагается новый способ, основанный на сжигании конструкции головного обтекателя после его отделения от ракеты-носителя на атмосферном участке траектории спуска за счет применения пиротехнической смеси. В работе представлен анализ оптимальных пиротехнических составов, определены граничные условия функционирования системы, а также приведены результаты экспериментальных исследований. Проведенное исследование показывает возможность реализации данного способа, а также указывает дальнейшее направление исследований.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Композиционный полимерный материал, пиротехнический состав, горение.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Цель: Разработка способа сокращения площадей районов падения, выделяемых под створки головных обтекателей, на основе введения эффективных пиротехнических смесей в состав конструкции.

Задачи проекта:

1. Выбор оптимальных пиротехнических составов, исходя из условий минимизации газовой фазы продуктов реакции и оценки их теплотворной способности.
2. Оценка содержания кислорода по траектории спуска головного обтекателя для определения временного интервала, в рамках которого реализуется процесс сжигания.
3. Оценка прироста температуры от аэродинамического нагрева.
4. Проведение предварительных экспериментов для анализа выбранных составов и способов размещения пиротехнических составов в конструкции створок головного обтекателя.

ВВЕДЕНИЕ

Проблема уменьшения площадей районов падения в настоящее время актуальна, об этом свидетельствует проведенный патентно-информационный обзор. В качестве варианта решения проблемы предлагается сжигание ГО после отделения от ракеты-носителя на атмосферном участке траектории спуска за счет внесения в конструкцию ГО пиротехнических смесей (ПС), которые воспламеняются в заданный момент времени и доведут температуру конструкции ГО до начала горения его материала.

В работе представлено исследование по определению граничных условий функционирования системы «ГО+ПС»; описаны возможные ПС: газообразующие составы и безгазовые составы; представлены результаты предварительных экспериментов по сжиганию элементов конструкции ГО совместно с ПС.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Методы:

1. Теоретический метод определения физико-химических параметров возможных вариантов пиротехнических смесей.

2. Экспериментальные методы определения термодинамических параметров возможных вариантов пиротехнических смесей.

Материалы:

В работе представлены малогазовые и безгазовые пиротехнические составы. Эксперименты проводились с использованием фрагментов однослойного углепластика и двухслойной конструкции «углепластик+алюминиевый сотовый наполнитель».

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

В работе представлены различные рецептуры малогазовых и безгазовых составов, включающих:

- смеси порошков активных металлов с оксидами менее активных металлов.
- смеси порошков двух металлов или металла с углеродом, способные гореть с выделением большого количества тепла без образования газообразных продуктов реакции.

В качестве активных металлов предлагается использовать порошок магния (Mg) или алюминия (Al) с оксидами кобальта (CoO), железа (Fe_2O_3), марганца (MnO_2), ванадия (V_2O_5) и др. Для этих пиротехнических составов с помощью программного продукта «ТЕРРА» был выполнен термохимический и термодинамический расчет, в результате которого была получена величина прироста температуры всей системы.

Безгазовый режим горения позволяет реализовать механически активированный порошковый состав $V_4C - Ti$. Механическая активация состава проводилась в планетарной шаровой мельнице АГО-2 с водяным охлаждением в течении 7 минут. Предварительно проведенные эксперименты по определению температуры горения состава показали, что максимальная температура в волне горения достигает 2350 °С.

Предварительные экспериментальные исследования проводились на базе Института проблем химической физики РАН (г. Черноголовка, Московская область) для малогазовых составов и на базе Института химии твердого тела и механохимии СО РАН (г. Новосибирск) для безгазового состава.

Эксперименты выполнялись на фрагментах ГО — однослойных и трехслойных конструкциях, на основе углеродной ленты и связующего вещества.

Все эксперименты проводились при нормальном атмосферном давлении и диффузионном притоке кислорода без учета требования массового соотношения «ГО — ПС». Иницирование горения составов осуществлялось нихромовой спиралью, нагреваемой электрическим током.

Проведенные эксперименты показали, что сжигание углеродных волокон требует большего тепловыделения от ПС, а сам процесс представляет значительно более сложную задачу.

Так, для малогазовых составов по результатам экспериментов видно, что в реальных условиях присутствуют большие тепловые затраты из-за низкой теплопроводности и высокой температуры горения углепластика. Для того, чтобы прогреть углепластик до температуры воспламенения требуются малогазовые ПС с более низкой скоростью протекания реакции и большим тепловыделением.

Для безгазовых составов важным отрицательным результатом является наличие конденсированных продуктов реакции, соответствующих по форме и размерам исходному образцу. Это говорит о том, что требуется рассмотреть другие составы с большим содержанием газообразной фазы (для минимизации конденсированных продуктов реакции).

Таким образом, в процессе решения поставленных задач установлено, что сжечь конструкцию ГО возможно, но для этого необходимо подобрать энергетически более выгодные ПС, а также найти конструктивные пути реализации предлагаемого способа.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Шатров Я.Т. Обеспечение экологической безопасности ракетно-космической деятельности. Часть 1, 2: учеб.-метод. — Королев: ЦНИИмаш, 2010.
2. Trushlyakov V.I., Lempert D., Zarko V. The use of thermite-incendiary compositions for burning of fairing of space launch vehicle // Использование термитно-зажигательных смесей для сжигания обтекателей ракет космического назначения// 18th International Seminar «New Trends in Research of Energetic Materials. 2015. v. 2. pp. 901–904. Pardubice, Czech Republic, April 15–17, 2015
3. Головной обтекатель ракеты: пат. 2581636 Рос. Федерация: МПК F42B 10/46, B64G 1/64 / Трушляков В.И., Шатров Я.Т., Лемперт Д.Б., Иордан Ю.В., Зарко В.Е.; патентообладатель — ФГБОУ ВПО «Омский государственный технический университет»; №2015105466/11; заявл. 17.02.15; опубл. 20.04.2016, Бюл. №11.

SUMMARY OF THE PROJECT

The paper presents the analysis of optimal pyrotechnic compositions, determined by the boundary conditions of the system, as well as the results of experimental studies. The study shows the possibility of implementing this method, and also indicates the future direction of research.

KEYWORDS

Composite polymeric material, a pyrotechnic composition, burning.

ДОКЛАДЧИК

Кехваева Анна Эдуардовна
Kekhvaeva Anna

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Трансформации фурана в синтезе бензофуранов

ОРГАНИЗАЦИЯ

Пермский государственный
национальный
исследовательский университет

РЕЗЮМЕ

В ходе выполнения научно-исследовательской работы реализованы новые методы синтеза замещенных бензофуранов. В основе всех разработанных способов лежит способность замещенных фуранов выступать в качестве скрытых 1,4-дикарбонильных соединений. Используемые в работе фураны являются легкодоступными в результате переработки отходов лесной и сельскохозяйственной промышленности, что открывает новые возможности для использования возобновляемого сырья в органическом синтезе. Полученные продукты — перспективные объекты для фармации, поскольку содержат каркасы, аналогичные природным соединениям.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Фуран, бензофуран, рециклизация, алкилирование.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Учитывая важность производных бензофурана как потенциальных биологически активных веществ, а также теоретический интерес к химии соединений этого класса, создание новых и модификация известных методов синтеза представителей ряда бензофурана, изучение их химических и физико-химических свойств является важной и актуальной задачей. Целью научно-исследовательской работы является разработка новых эффективных методов синтеза замещенных бензофуранов. Для выполнения поставленной цели предполагается решение следующих задач: анализ литературных данных по тематике работы, поиск и оптимизация реакционных условий, синтез широкого ряда целевых соединений.

ВВЕДЕНИЕ

Бензофуран один из распространенных гетероциклов в природе, поэтому не удивительно, что он является структурным компонентом многих биологически активных веществ. В связи с этим синтез и функционализация бензофуранов важное направление современной синтетической органической химии. На сегодняшний день существует множество подходов к синтезу бензофуранового каркаса, однако существует проблема синтеза бензофуранового ядра в мягких условиях с одновременным введением широкого спектра функциональных групп, ключевыми причинами которой является доступность исходного материала и степень толерантности вводимых заместителей к реакционным условиям.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

В работе использовались коммерчески доступные реактивы и растворители. Очистка и осушка реagens осуществлялись общепринятыми способами. Для синтеза исходных соединений использовались классические методы современной органической химии — реакция Гриньяра, перегруппировка Фрисса, алкилирование по Фриделю-Крафтсу, арилирование по Меервейну, восстановление по Кижнеру-Вольфу и др. Для осуществления ключевых реакций нами разработаны оригинальные методики. Для доказательства структуры полученных соединений использован стандартный набор современных методов физико-химических анализов: ЯМР-, ИК- спектроскопия, масс-спектрометрия и данные элементного анализа. Контроль за ходом реакции и чистотой полученных продуктов осуществляли методами тонкослойной и газовой хроматографии. Для очистки полученных продуктов использовали колоночную хроматографию.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

В ходе поиска эффективного, но дешевого катализатора алкилирования фуранов нами обнаружено, что CuBr_2 является доступной альтернативой дорогостоящим катализаторам. Разработанный метод позволяет в мягких условиях с высокими выходами синтезировать замещенные фураны. Продолжая исследования в данной области, мы решили изучить возможность протекания tandemных процессов алкилирования фуранов производными бензилового спирта, содержащих во 2-ом положении подходящую нуклеофильную функцию и дальнейшую рециклизацию образующихся бензилфуранов с образованием замещенных бензофуранов.

Стартовые эксперименты показали, что при использовании 2-гидроксибензгидрола при нагревании в DCE в присутствии CuBr_2 целевой бензофуран образуется с выходом 85%. Заинтересованные полученным результатом мы решили проверить границы применимости обнаруженной реакции. Оказалось, что метод позволяет синтезировать бензофураны, содержащие в ядре широкий набор заместителей с выходами от умеренных до высоких.

Дальнейший этап работы заключался в изучении реакции алкилирования 2-метилфурана замещенными по атому С (2) бензальдегидами, вовлечение которых позволило бы провести домино-реакцию алкилирования/рециклизации с образованием полизамещенных гетероциклов. Исследование этой реакции мы начали с изучения взаимодействия салицилового альдегида и 2-метилфурана при нагревании в DCE в присутствии каталитических количеств CuBr_2 . Неожиданно из реакционной смеси помимо бензофурана был выделен тетрациклический бензофуран. Данным методом нами был получен ряд замещенных бензофуранов и тетрациклов.

Второе направление нашей работы связано с разработкой кислотно-катализируемого метода синтеза замещенных бензофуранов в режиме *one-pot*. Первый этап исследований в этом направлении был связан с поиском оптимальных условий взаимодействия модельных 2-гидроксибензгидрола и 2-метилфурана. Варьированием реакционных условий было найдено, что максимальный выход целевого бензофурана наблюдаются при проведении реакции в DCE при температуре 80 °С в присутствии трифторметансульфо кислоты. Используя найденные условия с выходами от умеренных до количественных нами синтезирован широкий ряд бензофуранов, содержащих различные заместители в целевом ядре.

Полученные в ходе исследований бензофураны и тетрациклы являются перспективными объектами для медицинской химии, поскольку их можно использовать для синтеза природного Сугикуроджинола Б, а также замещенных бензо [3,4] циклогепта [1,2-б] бензофуранов, содержащих фрагмент, аналогичный каркасу природных соединений фрондозина В и лифагала.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Kadieva, M. G.; Oganesyanyan, E. T. Chem. Heterocycl. Comp. 1997, 33 (11), 1245–1258.
2. Chen, W.; Zhang, Y.; Zhang, L.; Wang, M.; Wang, L. Chem. Commun. 2011, 47 (37), 10476–10478.
3. Xu, W.; Li, Q.; Cao, C.; Zhang, F.; Zheng, H. Org. Biomol. Chem. 2015, 13 (22), 6158–6161.
4. Li, H. S.; Liu, G. J. Org. Chem. 2014, 79 (2), 509–516.
5. Lattanzi, A.; Senatore, A.; Massa, A.; Scettri, A. J. Org. Chem. 2003, 68 (9), 3691–3694.
6. Chittimalla, S. K.; Chang, T.-C.; Liu, T.-C.; Hsieh, H.-P.; Liao, C.-C. Tetrahedron 2008, 64 (11), 2586–2595
7. Chang, M.-Y.; Chan, C.-K.; Lin, S.-Y. Tetrahedron 2013, 69 (5), 1532–1538.
8. Rajesh, M.; Thirupathi, N.; Reddy, T. J.; Kanojiya, S.; Reddy, M. S. J. Org. Chem. 2015, 80 (24), 12311–12320.
9. Martinez, C.; Alvarez, R.; Aurrecoechea, J. M. Org. Lett. 2009, 11 (5), 1083–1086.
10. Lu, S. C.; Zheng, P. R.; Liu, G. J. Org. Chem. 2012, 77 (17), 7711–7717.

SUMMARY OF THE PROJECT

New synthetic approaches toward substituted benzofurans have been developed. Conceptually, described transformations are based on the ability of the furan ring to behave as a masked 1,4-dicarbonyl compound. Furan substrates that have been used in this study are readily available from biomass processing thus obtained results uncover novel synthetic features of such renewable starting materials for organic chemistry. Target products are highly attractive objects for medicinal chemistry as their molecular structure is closely related to natural scaffolds.

KEYWORDS

Furan, benzofuran, recyclization, alkylation.

ДОКЛАДЧИК

Кобелев Александр Иванович
Kobelev Alexandr

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Синтез новых спиро-бис-гетероциклических систем взаимодействием гетаренопирролдионов с тиамидами

ОРГАНИЗАЦИЯ

Пермский государственный
национальный
исследовательский университет

СОАВТОР(Ы) ДОКЛАДА

Степанова Е. Е., Масливец А. Н.

РЕЗЮМЕ

3-Ароилпирроло[2,1-с][1,4]бензоксазин-1,2,4-трионы взаимодействуют с тиамидами с образованием замещенных спиро[пиррол-3,2'-пирролов] и спиро[тиазол-5,2'-пирролов]. Синтезированные соединения обладают выраженной противомикробной активностью в отношении золотистого стафилококка.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Тиамиды, гетаренопирролдионы, противомикробная активность, спиро-бис-гетероциклические системы.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Цель работы: исследование взаимодействия гетарено[е]пиррол-2,3-дионов с тиаамидами.

Задачи исследования:

1. Исследование взаимодействия гетарено[е]пиррол-2,3-дионов с тиаоацетамидом и тиаобензамидом.
2. Изучить влияние структуры тиаамида на протекание этих реакций.
3. Исследовать биологическую активность синтезированных соединений.

ВВЕДЕНИЕ

На основе взаимодействия гетарено[е]пиррол-2,3-дионов (1Н-пиррол-2,3-дионов, аннелированных различными азаетероциклами по стороне [е]) с различными СН, NH и NH, SH бинуклеофильными реагентами разработаны препаративные способы синтеза малодоступных или ранее недоступных конденсированных, спиро-бис- и мостиковых гетероциклических систем, зачастую обладающих полезными свойствами. Реакции гетарено[е]пиррол-2,3-дионов с тиаамидами не изучены.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Синтез исходных гетарено[е]пиррол-2,3-дионов осуществлен методом взаимодействия гетероциклических енаминов с оксалилхлоридом в среде безводных апротонных растворителей. В рамках проведенных исследований был использован широкий набор классических методов органического синтеза, выделение продуктов реакции проведено нехроматографическими методами. Для установления структуры синтезированных соединений использованы современные методы установления структуры и состава: спектроскопия ИК, ЯМР ^1H , ЯМР ^{13}C , масс-спектрометрия, ультра-высокоэффективная жидкостная хромато-масс спектрометрия, элементный анализ, рентгеноструктурный анализ. Контроль и оптимизацию условий протекания реакций проводили методами спектроскопии ЯМР ^1H , ультра-высокоэффективной жидкостной хромато-масс спектрометрии, тонкослойной хроматографии.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

3-Ароилпирроло[2,1-с][1,4]бензоксазин-1,2,4-трионы 1а-е (1Н-пиррол-2,3-дионы, аннелированные по стороне [е] бензоксазин-2-оновым фрагментом) взаимодействуют с тиаоацетамидом с образованием 4-ароил-3-гидрокси-1-(2-гидроксифенил) — 8-тиоксо-1,7-диазаспиро[4.4]нон-3-ен-2,6-дионов 2а-е, структура которых подтверждена данными РСА.

При взаимодействии пирролобензоксазинтриона 1а, с тиаоацетамидом, проводимом путем выдерживания реагентов в соотношении 1:1 при комнатной температуре в среде сухого ацетона в течение 120 мин (до исчезновения фиолетовой окраски исходного пирролобензоксазинтриона), получен 9-бензоил-8-гидрокси-6-(2-гидроксифенил)-2-метил-1-тиа-3,6-диазаспиро[4.4]нон-8-ен-4,7-дион 2ж.

При кипячении раствора 3-ароилпирроло [2,1-с] [1,4] бензоксазин-1,2,4-трионов 1а-е с тиаобензамидом в соотношении 1:1 в безводном толуоле в течение 20–40 мин (до исчезновения фиолетовой окраски исходных соединений 1) получены 9-ароил-8-гидрокси-6-(2-гидроксифенил) — 2-фенил-1-тиа-3,6-диазаспиро [4.4]нон-2,8-диен-4,7-дионы 3а-е. Структура соединений 3 подтверждена данными РСА.

Соединения 2 являются гетероциклическими аналогами аматаспиромидов (*Amathaspiramides A-F*), выделенных из морских мшанок *Amathia wilsoni*, проявляющих выраженную противомикробную, противовирусную и цитотоксическую активность.

Соединения 2ж и 3а-е содержат 1,3-тиазолидиновый фрагмент, который входит в структуру гипогликемических средств группы тиазолидиндионов (глитазонов).

Исследована противомикробная активность синтезированных соединений; соединения 2в, 2г проявляют ингибирующий эффект в отношении золотистого стафилококка в концентрации 1000,0 мкг/мл и соединения 3г-е обладают бактерицидным эффектом отношении золотистого стафилококка в концентрации 62,5 мкг/мл.

ВЫВОДЫ

1. Установлено, что 3-ароилпирроло [2,1-с] [1,4] бензоксазин-1,2,4-трионы взаимодействуют с тиоацетамидом с образованием 4-ароил-3-гидрокси-1-(2-гидроксифенил)-8-тиоксо-1,7-дiazаспиро[4.4]нон-3-ен-2,6-дионов.
2. Исследована противомикробная активность синтезированных соединений; соединения 2в и 2г проявляют ингибирующий эффект в отношении золотистого стафилококка в концентрации 1000,0 мкг/мл.
3. Установлено, что 3-ароилпирроло[2,1-с][1,4]бензоксазин-1,2,4-трионы взаимодействуют с тиобензамидом с образованием 9-ароил-8-гидрокси-6-(2-гидроксифенил)-2-фенил-1-тиа-3,6-дiazаспиро[4.4]нон-2,8-диен-4,7-дионов.
4. Обнаружено, что 9-ароил-8-гидрокси-6-(2-гидроксифенил)-2-фенил-1-тиа-3,6-дiazаспиро[4.4]нон-2,8-диен-4,7-дионы 3г-е обладают бактерицидным эффектом отношении золотистого стафилококка в концентрации 62,5 мкг/мл.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. И. В. Машевская, С. В. Кольцова, Е. В. Воронина, Т. Ф. Одегова, А. Н. Масливец // ХФЖ. — 2001. — Т. 35, вып. 1. — С. 19–21.
2. И. В. Машевская Синтез и нуклеофильные превращения гетерено [а] пиррол-2,3-дионов. Дисс. док. хим. наук. Пермь, 2006.
3. А. В. Бабенышева, В. А. Масливец, А. Н. Масливец // ЖОРХ. — 2007. — Т. 43, вып. 10. — С. 1579–1580.
4. Бабенышева А. В. Исследование взаимодействия 3-ацилпирроло[1,2-с][1,4] бензоксазин-1,2,4-трионов с бинуклеофилами и диенофилами. Дисс. канд. хим. наук. Пермь, 2008. 5. И. В. Машевская, С. В. Кольцова, А. Н. Масливец // ХГС. — 2001. — Т. 37, вып. 5. — С. 705–706
5. Bruce D. Morris and Miche'le R. Prinsep // Journal of Natural Products, 1999, Vol. 62, No. 5 P. 688–693.
6. Руководство по экспериментальному (доклиническому) изучению новых фармакологических веществ / Фисенко В. П. (ред.). — М.: ИИА Ремедиум, 2000. — С. 264–273.

SUMMARY OF THE PROJECT

3-Aroylpyrrolo[2,1-c][1,4]benzoxazine-1,2,4-triones reacted with thioamides to form a substituted spiro[3,2'pyrrole-pyrrole] and spiro [thiazole-5,2'pyrrole]. The synthesized compounds possess a significant anti-microbial activity against *Staphylococcus aureus*.

KEYWORDS

Thioamides, hetarenopyrrolediones, antimicrobial activity, spiro-bis-heterocyclic system.

ДОКЛАДЧИК

Козлова Екатерина Валерьевна
Kozlova Ekaterina

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Новые амперометрические сенсоры на основе электрополимеризованных фенольных соединений для оценки антиоксидантных свойств некоторых напитков

ОРГАНИЗАЦИЯ

Казанский (Приволжский)
федеральный университет

РЕЗЮМЕ

Работа посвящена электрохимической оценке антиоксидантных свойств напитков (вин и чая) с применением новых химически модифицированных электродов на основе наноматериалов и электрополимеризованных природных фенольных антиоксидантов (полиэвгенола и поликверцетина). Модификация обеспечивает селективность и чувствительность отклика на фенольные антиоксиданты. Найдены рабочие условия модификации электродов и их операционные и аналитические характеристики. Новые электроды-сенсоры использованы для скрининга антиоксидантной емкости вин и чая и характеризуются простотой технологии их изготовления, доступностью и надежностью получаемых результатов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Химически модифицированные электроды, электрополимеризованные материалы, фенольные антиоксиданты, углеродные наноматериалы, антиоксидантная емкость, анализ пищевых продуктов.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Цель работы — создать новые модифицированные электроды на основе углеродных нанотрубок и электрополимеризованных фенольных антиоксидантов эвгенола и кверцетина и разработать способы вольтамперометрической оценки антиоксидантной емкости вин и чая с использованием таких электродов, что расширит границы применения описанных модификаторов в прикладных областях аналитической химии, в частности, химии пищевых продуктов.

В работе были поставлены следующие задачи:

- Найти условия электрополимеризации эвгенола и кверцетина на электроде, модифицированном многослойными углеродными нанотрубками;
- Оценить электрохимическую активность природных фенольных антиоксидантов на электроде, модифицированном многослойными углеродными нанотрубками и полиэвгенолом или поликверцетином;
- Разработать способы вольтамперометрической оценки антиоксидантной емкости вин и чая и сопоставить полученные результаты с общепринятыми параметрами: общим содержанием фенольных соединений и антиоксидантной активностью по реакции с 2,2-дифенил-1-пикрил-гидразилом.

ВВЕДЕНИЕ

В последнее время наблюдается устойчивая тенденция по использованию модифицированных электродов в органическом электрохимическом анализе. Одним из способов модификации поверхности электрода является формирование полимерных пленок за счет электрополимеризации подходящих мономеров, среди которых можно выделить природные фенольные антиоксиданты, представляющие теоретический и практический интерес как модификаторы поверхности электродов, в том числе в сочетании с углеродными нанотрубками. Это направление исследований является актуальным и соответствует тенденциям развития современного органического электроанализа.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

В работе использовали танин фармакопейной чистоты (Fluka, Germany), 98%-ный кверцетин дигидрат, 98%-ный катехин гидрат, 99%-ный эпигаллокатехин галлат, 99%-ную галловую, 98%-ную кофейную кислоту, 99%-ный ресвератрол (Sigma, Germany) и 99%-ную феруловую кислоту (Aldrich, Germany),

стандартные 1–10 мМ растворы которых готовили в этаноле. Остальные реактивы были марки х. ч. и этанол ректификат. В качестве модификатора поверхности электрода применяли многослойные углеродные нанотрубки (МУНТ) с внешним диаметром 40–60 нм, внутренним диаметром 5–10 нм и длиной 0.5–500 мкм от Aldrich (Germany), гомогенную 0.5 мг/мл суспензию которых получали ультразвуковым диспергированием в 1% додецилсульфате натрия. Электрод модифицировали МУНТ методом капельного испарения.

Вольтамперометрическое определение проводили на потенциостате/гальваностате μ Autolab Type III (Eco Chemie B.V., Netherlands) в трехэлектродной ячейке. Фотометрические измерения проводили на спектрофотометре ПЭ-5300 ВИ (Экрос, Россия). Для характеристики поверхности электродов применяли настольный сканирующий электронный микроскоп ТМ-1000 (Hitachi, Japan).

Чай готовили по стандартной методике: навеску чая (2.0000 ± 0.0001 г) заливали 200 мл доведенной до кипения водой, настаивали 5 мин, затем фильтровали и использовали раствор для дальнейших исследований. Вина анализировали без предварительной пробоподготовки сразу после вскрытия упаковки.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Найдены условия получения полиэвгенола и поликверцетина на поверхности стеклоуглеродного электрода, модифицированного многослойными углеродными нанотрубками, которые представляют собой трехмерные пористые покрытия, что подтверждает протекание электрополимеризации и приводит к значительному увеличению рабочей поверхности электрода. Пленки полиэвгенола и поликверцетина формируются циклированием потенциала (5 циклов) в щелочной среде от 0 до 0.8 В и от –0.1 до 1 В, соответственно. Показано, что в структуре пленки полиэвгенола присутствуют электроактивные фрагменты типа о-хинон-пирокатехин, которые в кислой среде дают обратимые пики на циклических вольтамперограммах. Электрод на основе поликверцетина не проявляет электрохимическую активность в нейтральных средах.

Найдены вольтамперные характеристики природных фенольных антиоксидантов различных классов на модифицированных полиэвгенолом и поликверцетином электродах в дифференциально-импульсном режиме. Потенциалы первого пика окисления флавоноидов и гидроксикоричных кислот, содержащих о-дигидрокси фрагмент, подтверждают сходный путь окисления и хорошо согласуются с описанными ранее на МУНТ/СУЭ [1–3]. В случае танина и галловой кислоты наблюдается незначительное смещение первого потенциала окисления, что, вероятно, связано с присутствием в их структуре тригидрокси-фрагментов. Ресвератрол окисляется при более положительных потенциалах. Первый пик соответствует окислению фенольного кольца, а второй — резорцинового фрагмента [4].

Установлено, что вина и чай электрохимически активны на созданных электродах. Наблюдаемые пики окисления являются интегральными и обусловлены окислением основных фенольных антиоксидантов объектов (флавоноидов, гидроксикоричных и галловой кислот для вин и катехинов, флавоноидов и танинов для чая). Вклад индивидуальных антиоксидантов оценен методом стандартных добавок индивидуальных соединений. На основе полученных результатов разработаны вольтамперометрические способы оценки антиоксидантной емкости вин и чая, которую выражали в эквивалентах катехина в пересчете на 1 л вина и в эквивалентах эпигаллокатехин галлата в пересчете на 100 мл чая. Диапазон определяемых содержаний составляют 1.00–250 мкМ для катехина и 0.5–10 и 10–100 мкМ для эпигаллокатехин галлата с пределами обнаружения 0.21 мкМ и 0.039 мкМ, соответственно. Подходы характеризуются простотой, доступностью и надежностью получаемых результатов. Выявлено статистически достоверное различие в антиоксидантной емкости красных и белых вин, а также зеленого, полуферментированного и черного чая. Установлены положительные корреляции антиоксидантной емкости по данным вольтамперометрии с общепринятыми параметрами, характеризующими антиоксидантные свойства напитков: общим содержанием фенольных соединений и антиоксидантной активностью ($r = 0.694–0.994$).

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Ziyatdinova G.K., Nizamova A.M., Aytuganova I.I., Budnikov H.C. Voltammetric evaluation of the antioxidant capacity of tea on electrodes modified with multi-walled carbon nanotubes // J. Anal. Chem. — 2013. — V. 68. — №2. — P. 132–139.
2. Ziyatdinova G., Nizamova A., Aytuganova I., Budnikov H. Differential pulse voltammetric assay of coffee antioxidant capacity with MWNT-modified electrode // Food Anal. Meth. — 2013. — V. 6. — №6. — P. 1629–1638.
3. Ziyatdinova G., Aytuganova I., Nizamova A., Morozov M., Budnikov H. Cyclic voltammetry of natural flavonoids on MWNT-modified electrode and their determination in pharmaceuticals // Collect. Czech. Chem. Commun. — 2011. — V. 76. — №12. — P. 1619–1631.
4. Corduneanu O., Janeiro P., Brett A.M. O. On the electrochemical oxidation of resveratrol // Electroanalysis. — 2006. — V. 18.-№8. — P. 757–762.

SUMMARY OF THE PROJECT

The work is devoted to the electrochemical evaluation of beverages (wines and teas) antioxidant properties using new chemically modified electrodes based on the nanomaterials and electropolymerized natural phenolic antioxidants (polyeugenol and polyquercetin). The electrode modification provides the response selectivity and sensitivity towards phenolic antioxidants. The working conditions of electrodes modification and their operational and analytical characteristics are found. New electrodes-sensors are used for the screening of wines and teas antioxidant capacity and characterized by easy creation technology, simplicity and reliability of the results obtained.

KEYWORDS

Chemically modified electrodes, electropolymerized materials, phenolic antioxidants, carbon nanomaterials, antioxidant capacity, food analysis.

ДОКЛАДЧИК

Кононова Арина Сергеевна
Kononova Arina

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Получение нового вида жидкого топлива из твердого углеродсодержащего остатка пиролиза автошин

ОРГАНИЗАЦИЯ

Кузбасский государственный
технический университет
им. Т.Ф. Горбачева

РЕЗЮМЕ

Научные исследования направлены на изучение существующих методов утилизации и использования изношенных автошин, разработку нового вида высококачественного композиционного вида жидкого топлива на основе низкокачественного углеродсодержащего остатка пиролиза автошин. Подобран метод обогащения углеродсодержащего остатка в соответствие с качественными и физико-химическими свойствами исходного сырья. Описана технология получения нового вида жидкого топлива, которая в перспективе развития может пополнить сырьевую базу для металлургических, коксохимических и теплоэнергетических предприятий.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Жидкое топливо, уголь, технический углерод, изношенные автошины, масляная агломерация.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Цель исследований — разработка технологии получения композиционного жидкого топлива из твердого остатка пиролиза автошин (низкокачественного технического углерода). Проведение комплексной переработки автошин и получение экологически и коммерчески выгодного продукта.

Задачи исследований:

1. Исследовать физико-химические характеристики исходного сырья, выбрать метод обогащения исходного сырья и реагент для обогащения.
2. Получить жидкое топливо на основе твердого углеродсодержащего остатка пиролиза автошин и изучить его характеристики.
3. Расширить сырьевую базу для предприятий теплоэнергетики.
4. Решить проблему накопления и утилизации резиновых отходов, путем создания дополнительных условий для развития производств по получению конечной продукции переработки шин в РФ.
5. Разработать экономически эффективную в современных условиях технологию утилизации изношенных автошин.

ВВЕДЕНИЕ

За последнее десятилетие увеличился объем потребления различного топлива. Так же все более актуальной становится проблема ресурсосбережения и использования вторичного сырья. Именно поэтому необходима разработка нового альтернативного вида топлива. В исследовательской работе предлагается решение, устраняющее одновременно две проблемы. Разработан способ получения нового вида качественного композиционного вида жидкого топлива из твердого углеродсодержащего остатка пиролиза автошин — отхода, распространенного повсеместно. Наиболее экологичный способ утилизации-пиролиз. В работе полученный при пиролизе низкокачественный остаток обогащали методом масляной агломерации и на основе концентрата получен новый вид жидкого топлива.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

В качестве объекта исследования был взят твердый углеродный остаток пиролиза автошин ООО «Экошина» г. Новокузнецк.

Проводился технический анализ сырья и полученных продуктов, который включает в себя определение зольности (ГОСТ 11022–95), выхода летучих веществ (ГОСТ 6382–2001), определение влаги (ГОСТ 11014–1981), содержания серы (ГОСТ 2059–95), теплоты сгорания (ГОСТ 147–95). Для обогащения низкокачественного углеродсодержащего твердого остатка пиролиза автошин с высокой зольностью использован метод масляной агломерации, так как другие методы обогащения неприемлемы ввиду их низкой селективности мелкодисперсных частиц. Сущность метода заключается в различной смачиваемости жидкими углеводородами углеродсодержащих частиц в воде. При этом, в результате турбулизации пульпы, происходит селективное образование углеродмасляных агрегатов, которые уплотняются, структурно преобразуются в прочные гранулы сферической формы.

Использование процесса масляной агломерации в технологии обогащения обусловлено следующими причинами:

- высокая селективность разделения углеродных и породных микрочастиц по смачиваемости;
- высокая эффективность агломерации тонкодисперсных углеродных частиц;
- практически полное извлечение (> 90% мас.) в углеконцентрат органической части твердого углеводородного сырья.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

В ходе проведения исследования были выявлены возможности получения нового вида жидкого топлива из углеродсодержащего остатка пиролиза автошин.

На первом этапе был проведен технический анализ исходного низкокачественного твердого остатка пиролиза автошин. Принимая во внимания лите-

ратурные данные, был подтвержден тот факт, что ни один из существующих методов пиролиза не дает высококачественного углерода (углеродсодержащий остаток обладает высоким содержанием серы — 4–8%, высокой зольностью — 16,7% и выходом летучих веществ — 8,6%).

На втором этапе исследований было проведено обогащение методом масляной агломерации, для возможности дальнейшего применения углеродсодержащего остатка. Показатели снизились в 1,5–2 раза (содержание серы — 0,5%, зольность — 8–8,5% и выход летучих веществ—4–7%). Именно это подтверждает тот факт, что выбран правильный метод обогащения, который выбран в соответствии с физико-химическим и качественными характеристиками исходного сырья.

На третьем этапе было приготовлено композиционное жидкое топливо. Его показатели не уступают показателям его аналога ВУТ (водоугольного топлива). Топливо соответствует ряду требований, указанным в ГОСТ 10585–2013 (Топливо нефтяное. Мазут.) на качественные параметры жидкого топлива.

Данная работа на данный момент начала свою реализацию при поддержке программы «У.М. Н. И. К.», так же отмечена дипломом I степени и золотой медалью на Всероссийском конкурсе «Моя страна Моя Россия», является победителем отборочного тура конкурса «100 идей для СНГ».

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Валуева, А.В. Перспективы переработки автомобильных покрышек в Кузбассе // Сборник научных трудов SWORLD. — 2012. — Т. 7. — № 1. — С. 19–20.
2. Кузнецова, Л.П. Утилизация отработанных автомобильных шин / Л.П. Кузнецова, И.Н. Павловский // Молодой ученый. — 2009. — № 7. — С. 57–60.
3. Водоугольное топливо на основе отходов обогащения угля коксохимических предприятий / Макаров А.С., Савицкий Д.П. // Журнал «Уголь» № 7 (999) — 2009. С. 42–45.
4. Клейн М.С., Байченко А.А., Почевалова Е.В. Обогащение и обезвоживание тонких угольных шламов с использованием метода масляной грануляции // Горный инф.-аналит. бюллетень. 2002. № 4. С. 237–239.

SUMMARY OF THE PROJECT

The project aims to develop economically and environmentally beneficial technology for high-quality composite of a new kind of liquid fuel from the low-quality carbon-technical balance tire pyrolysis. The project was carried out by refining the oil agglomeration, it is possible to improve the quality and balance of characteristics make it suitable for further use.

KEYWORDS

Tires, fuel oil, pyrolysis oil agglomeration, enrichment.

ДОКЛАДЧИК

Котков Кирилл Валерьевич
Kotkov Kirill

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Водопоглащающая способность сополимера диаллилдиметиламмоний хлорида и акриламида

ОРГАНИЗАЦИЯ

Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы

РЕЗЮМЕ

Гидрогель представляет собой полимерное соединение, способное впитывать обратимо воду в больших количествах, удерживать её и отдавать. Полимерные гидрогели — это пористые, хорошо набухающие, но не растворяющиеся в воде материалы, которые при изменении внешних условий: температуры,

кислотности окружающей среды или ее химического состава, способны изменять степени набухания в воде или даже переходить в растворимое состояние. Наиболее распространены гидрогели на основе АА. Данный гидрогель не токсичен, сохраняет свои свойства при высоких и низких температурах практически в течение пяти лет. По истечению срока действия гидрогель распадается на углекислый газ, воду, азот.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Гидрогель, диаллилдиметиламмоний хлорид, акриламид, размеры макромолекул, набухаемость.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Цель: Синтезировать сополимер ДАДМАХ и АА и исследовать его водопоглощающую способность.

Задачи:

1. Провести радикальную сополимеризацию ДАДМАХ и АА.
2. Определить размеры частиц гидрогеля.
3. Исследовать водопоглощающую способность гидрогелей.

ВВЕДЕНИЕ

Абсорбционные свойства гидрогелей зависят, прежде всего, от надмолекулярной структуры, состоящей из нанопор [7]. Актуальной остается проблема управляемого синтеза гидрогелей с заданной наноструктурой, обеспечивающей высокую эффективность поглощения воды, и выявление факторов, которые влияют на процесс формирования наноструктуры синтеза. В настоящей работе рассматривается также еще один фактор, влияющий на процесс водопоглощения — это размер макромолекул нового гидрогеля — сополимера диаллилдиметиламмоний хлорида (ДАДМАХ) и акриламида (АА).

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Для получения водопоглощающего и нерастворимого в воде гидрогеля, радикальную сополимеризацию ДАДМАХ и АА проводили в температурном интервале 30÷100 °С и переменной скорости инициирования за счет распада персульфата аммония (ПСА). Скорость инициирования принимали равной скорости распада ПСА $v_i = v_{\text{расп}} = 2ek_{\text{расп}}[\text{ПСА}]$, предполагая вероятность выхода радикалов в объем $e=0,5$. Константы скорости распада ПСА определяли экспериментально: при $[\text{ПСА}]_0 = 0,013 \text{ моль} \cdot \text{л}^{-1}$ $k_{\text{расп}} = 7,3 \cdot 10^{-8} \text{ с}^{-1}$ (30 °С) и $k_{\text{расп}} = 7,7 \cdot 10^{-4} \text{ с}^{-1}$ (100 °С); при $[\text{ПСА}]_0 = 0,13 \text{ моль} \cdot \text{л}^{-1}$ $k_{\text{расп}} = 7,9 \cdot 10^{-9} \text{ с}^{-1}$ (30 °С) и $k_{\text{расп}} = 7,3 \cdot 10^{-4} \text{ с}^{-1}$ (100 °С). Концентрацию ПСА измеряли йодометрически.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Выводы:

1. Высокая способность поглощать воду характерна для полиэлектролитных гелей, содержащих заряженные группы.
2. Радикальная сополимеризация ДАДМАХ и АА позволяет получить нерастворимый в воде гидрогель с разной способностью поглощать воду в зависимости от мольного соотношения сомономеров и скорости инициирования.
3. Водопоглощающая способность синтезированного гидрогеля зависит от содержания нанопор в структуре полимера.
4. При формировании нанопор сополимера ДАДМАХ и АА важны, также размеры образующихся частиц.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Филипова О.Е., Зарослов, Ю. Д., Митюк, Д. Ю., Гущина, Ю. Ф., Арапова К.А.//БХЖ. 2010. Т. 17. №3 С. 146–150.
2. Круль Л.П., Шахно О.В., Гринюк Е.В., Скаковский Е.Д., Тычинская Л.Ю., Господарев Д.А., Макаревич А.В.//Нефтехим. Комплекс. 2012 Т. 9 №2. С. 3–7.
3. Максимова Ю.Г., Максимов Ю.А., Демаков В.А., Будников В.И.//Вестн. Перм. Ун-та. 2010. Т. 1 №1. С. 45–49.
4. Наумов П.В., Щербакова Л.Ф., Околенкова А.А.//Изв. Нижневолж. Агроунивер. Компл. 2011. Т. 24. №4. С. 77–81.
5. Филиппова О.Е.// Природа. 2005. №8. С. 11–17.
6. Кавалерская Н.Е., Ферাপонтов Н.Б.//Сорбц. и хроматограф. Проц. 2009. Т. 9 №3. С. 433–440;

SUMMARY OF THE PROJECT

Hydrogel is a polymeric compound capable of reversibly absorb water in large quantities, hold it, and to give. Polymer hydrogel is a porous, well-swellable, but not soluble in water the materials under changing external conditions: temperature, acidity of the environment or its chemical composition, can change the degree of swelling in water or even go into a soluble state. The most common hydrogels based on AA. This hydrogel is non-toxic, retains its properties at high and low temperatures for five years. At the expiration of the hydrogel breaks down into carbon dioxide, water, nitrogen.

KEYWORDS

Hydrogel, diallyldimethylammonium chloride, acrylamide, sizes macromolecule, swelling.

ДОКЛАДЧИК

Куцевол Маргарита
Анатольевна
Kutsevol Margarita

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Совершенствование химических методов в очистке хозяйственно-бытовых сточных вод

ОРГАНИЗАЦИЯ

Вологодский государственный университет

РЕЗЮМЕ

Исследовательская работа направлена на изучение процессов обработки осадков сточных вод, и определение влияния различных видов, доз и концентраций флокулянтов на процесс влагоотдачи осадка при обезвоживании.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

ВиВ, канализация, осадки сточных вод, флокулянт, обезвоживания.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Целью настоящей работы является исследование и совершенствование процессов обезвоживания осадков сточных вод.

Для достижения поставленной цели следует выполнение ряда задач:

- анализ работы сооружений обработки осадка в г. Вологда;
- поиск направлений совершенствования методов обработки осадков сточных вод;
- определение зависимостей между параметрами осадков;

- оценка влияния видов и характеристик флокулянта на процесс обезвоживания осадка сточных вод;
- модернизация процесса обезвоживания.

ВВЕДЕНИЕ

Осадки, образующиеся при очистке сточных вод, играют важную роль в экологическом балансе. Правильная и эффективная их обработка, является важной ступенью в дальнейшем процессе утилизации осадка. Обработка осадка так же является важным технологическим этапом во всем процессе очистки сточных вод, требующий постоянного контроля и совершенствования.

Осадки сточных вод (ОСВ) не идентичный по своему составу, они подвержены постоянным изменениям в течение времени, поэтому каждые очистные сооружения канализации нуждаются в исследовании влияния применяемых ими технологий обработки осадка.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Для оценки влияния флокулянта на процесс обезвоживания, необходимо исследовать этот процесс путем определения параметров осадка и фильтрата. К основным параметрам, которые служат показателями эффективности процесса обезвоживания относится:

- удельное сопротивление;
- влажность обезвоженного осадка;
- мутность и кислотность фильтрата.

Поэтому для достижения поставленной цели, следует решение ряда задач, а именно, определение удельного сопротивления, определение мутности и кислотности фильтрата и влажности обезвоженного осадка.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Исследование позволило установить зависимости разных доз флокулянта на влажность обезвоженного осадка, мутность и скорость выхода фильтрата.

По характерным показателям фильтрата, и обезвоженного осадка сточных вод были выявлены оптимальные дозы флокулянта ZETAG 8180, 0,2% концентрации, применяемой на ОСК г. Вологды, — 4 кг/ТСО, и флокулянта PRAESTOL650, 0,1% концентрации раствора применяемого на ОСВ г. Вологды — 5,33 кг/ТСО.

Разбавление осадка дистиллированной водой в пропорциях 1:9, 2:8 и 3:7 не влияет на процесс влагоотдачи, за счет добавленной воды, он лишь снижает значение удельного сопротивления.

Изучение влияния различных концентраций флокулянтов на обезвоживание осадка показало, что наиболее эффективными являются меньшие концентрации реагента — 0,1%, 0,2% и 0,3%-ные растворы флокулянта ZETAG 8180 менее интенсивны при образовании флокул, снижении значения удельного сопротивления, мутности выделяющегося фильтрата и влажности обезвоженного осадка.

При добавлении к осадку флокулянтов кислотность варьируется в пределах 7,26–7,14 — с применением PRAESTOL 2515; 7,04–6,93 для ZETAG 8180, и при разбавлении 7,04–6,85.

Анионные флокулянты не способствуют флокулообразованию, и следовательно, эффективному обезвоживанию ОСВ г. Вологды.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Туровский И.С. Обработка осадков сточных вод. -2-е изд., перераб. и доп.-М.: Стройиздат, 1982.-223 с., ил. — (Охрана окружающей среды).

2. Статья из сборника «Водоснабжение и санитарная техника» 2011 №7 УДК 628.336.429:504.009 «Применение установки «УГОС-110» в технологических процессах обработки осадков сточных вод».
3. Осадки сточных вод и другие нетрадиционные органические удобрения: учебное пособие / Е.П. Пахненко. — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007.—311 с. ил.
4. С.В. Яковлев. Канализация. Учебник для вузов. Изд. 5-е, перераб. и доп. М., Стройиздат, 1975. 632 с.
5. Туровский И.С. Обезвоживание осадков сточных вод на барабанных вакуум-фильтрах. М.: Стройиздат, 1966.
6. Карманов, А.П. К24 Технология очистки сточных вод: учебное пособие: самост. учеб. электрон. изд. / А.П. Карманов, И.Н. Полина; Сыкт. лесн. ин-т. — Электрон. дан. — Сыктывкар: СЛИ, 2015.

SUMMARY OF THE PROJECT

Research work aimed at studying the processing of sewage sludge, and to determine the impact of different types, doses and concentrations of flocculants on the process of drying the sludge in dewatering.

KEYWORDS

Water supply and sanitation, sewage, sewage sludge, flocculants, dewatering sewage sludge.

ДОКЛАДЧИК

Лапина Анна Геннадьевна
Lapina Anna

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Исследование типа и содержания наполнителей на термостабильность эластомерных композиций

ОРГАНИЗАЦИЯ

Волгоградский государственный
технический университет

СОАВТОР(Ы) ДОКЛАДА

Кочетков Владимир Григорьевич

РЕЗЮМЕ

Проводились исследования алюмосиликатных (МСФ) и корундовых (КСФ) полых микросфер в качестве целевой добавки для повышения огнетеплостойкости теплозащитных материалов. Проведенные испытания показали преимущество алюмосиликатных микросфер перед корундовыми по комплексу свойств. Установлено, что введение МСФ (1–5 масс. ч.) способствует повышению прочности (на 23–42%) и огнетеплостойкости (в 2,3–2,7 раза) образцов, что быть связано с тем, что поверхность МСФ является более активной в поверхностно-химических взаимодействиях, за счет которых образуются дополнительные координационные связи. Работа выполнялась в рамках СЧ ОКР 7/107–15 «Барьер-ВПИ».

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Эластомеры, теплозащитные материалы, алюмосиликатные микросферы, корундовые микросферы, наполнители.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Цель — исследование влияния полых микросфер на теплостойкость эластомерных композиций. Задачи: разработка рецепта резиновой смеси; определение влияния типа, дисперсности и содержания микросфер на физико-механические показатели вулканизатов; определение влияния типа, дисперсности и содержания микросфер на огнетеплостойкость вулканизатов.

ВВЕДЕНИЕ

Развитие современной техники требует расширения пределов использования материалов, огнетеплозащитный эффект которых реализуется за счет наличия

в их составе антипиренов и компонентов с низкой теплопроводностью. К таким продуктам относятся полые микросферы, теплопроводность которых на порядок меньше чем у эластомерной матрицы. Микросферы входят в состав высокопрочных легких бетонов, огнезащитных покрытий, теплоизоляционной керамики. Однако использование микросфер в эластомерных ТЗМ исследовано недостаточно широко, что определяет актуальность данной работы.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

В работе исследовалось влияние полых алюмосиликатных и корундовых микросфер на свойства резиновых смесей и вулканизатов на основе этилен-пропилендиенового каучука с серной вулканизирующей группой.

Исследование кинетики вулканизации резиновых смесей проводилось в соответствии со стандартом «Резиновые смеси. Метод определения вулканизационных характеристик на вулканометре» на реометре MDR 3000. Методика проведения физико-механических испытаний — ГОСТ 270–75, испытания проводились на разрывной машине РМИ-50, при температуре $T = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ и скорости перемещения активного захвата разрывной машины — 500 мм/мин. Плотность вулканизатов резиновых смесей определялась в соответствии с ГОСТ 267–73 гидростатическим методом. Для оценки теплостойкости полученных вулканизатов определялась температура на необогреваемой поверхности образца толщиной 12 мм при действии на него открытого пламени плазматрона. На поверхности создавалась температура 2500 °С.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Установлено, что введение МСФ диаметром 20–100 мкм уже в малых количествах (1–5 масс. ч.) способствует повышению прочности (на 23–42%) и огне-теплостойкости (в 2,3–2,7 раза) образцов. При этом наблюдается замедление кинетики прогрева массива образца с одновременным уменьшением потери массы при прогреве.

Результаты дифференциально-термического анализа (дериватограф Q-1500 D-V1326, атмосфера — воздух) подтверждают эффективность использования микросфер — введение исследуемых добавок приводит к увеличению температуры максимальной потери массы с 458 °С до 475 °С. Дополнительным положительным фактором является увеличение коксового остатка на 16% и увеличение площади эндотермического пика на 61%, что свидетельствует о протекающих при нагревании энергоемких процессах, способствующих повышению теплозащитной эффективности материала.

Исследование теплофизических характеристик показало, что введение микросфер позволяет снизить теплопроводность эластомерной композиции на 8%. Улучшение теплофизических характеристик материала может быть связано с тем, что диаметр микросфер в диапазоне 20–100 мкм, соразмерен с длиной волны теплового инфракрасного излучения, что обеспечивает условия его максимального поглощения микросферами.

Для исследования влияния размеров КСФ на комплекс свойств теплозащитных материалов использовались фракции диаметрами 0–40, 40–70 и 70–100 мкм. Установлено, что с увеличением диаметра частиц и их содержания происходит снижение прочностных и огнетеплозащитных свойств.

Таким образом, проведенные испытания показали преимущество алюмосиликатных микросфер перед корундовыми по физико-механическим и теплофизическим характеристикам. Это может быть связано с тем, что поверхность МСФ, в отличие от КСФ, является более активной в поверхностно-химических взаимодействиях, за счет которых образуются дополнительные координационные связи.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Замедлители горения для полимеров С. М. Ломакин, Г. Е. Заиков, А. К. Микитаев, А. М. Кочнев, О. В. Стоянов, В. Ф. Шкодик, С. В. Наумов. Вестник Казанского технологического университета. 2012. № 7 (15). С. 71–86.

2. Тепло-, термо- и огнестойкость полимерных материалов Ю.А. Михайлин. СПб.: Научные основы и технологии, 2011. — 416 с.
3. Терморасширяющиеся полимерные композиционные материалы Р.В. Кропачев, В.В. Новокшенов, С.И. Вольфсон, С.Н. Михайлова. Вестник Казанского технологического университета. 2015. №5 (18). С. 60–63.
4. Изготовление микросферы на Беловской ГРЭС. Территория нефтегаз. 2014. №12. С. 115–117.

SUMMARY OF THE PROJECT

Investigation of aluminosilicate (MSF) and corundum (CSF) hollow microspheres as targeted additives to improve heat resistance of heat-shielding materials in the elastomeric compositions was carried out. Thus, our tests have shown the advantage of aluminosilicate microspheres before corundum on physical, mechanical, and thermal characteristics. It is found that the introduction of MSF already in small amounts (1–5 pbw) helps to increase the strength (at 23–42%) and fire-heat resistance (to 2.3–2.7 times) samples. This may be due to the fact that the surface of the MSF unlike CSF is active in a surface-chemical interactions of which are formed due to the additional coordination bonds. Research carried out in the framework of work unit of development effort 7 / 107–15 «Barrier-VPI».

KEYWORDS

Elastomers, heatproof materials, aluminosilicate microspheres, corundum microspheres, fillers.

ДОКЛАДЧИК

Мамченкова Светлана
Игоревна

Mamchenkova Svetlana

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Анодное электролитно-плазменное азотирование титанового сплава

ОРГАНИЗАЦИЯ

Костромской государственный
университет

РЕЗЮМЕ

В данном проекте изучено изменение поверхностных слоев титанового сплава и его свойств после электролитно-плазменного азотирования в растворе электролита, состоящего из хлорида аммония и аммиака при температурах обработки от 650 до 900 градусов Цельсия и времени обработки 5 мин. Выявлена зависимость микротвердости, шероховатости поверхностного слоя, трибологических свойств, интенсивность изнашивания и коррозионная стойкость титанового сплава в зависимости от температуры обработки после электролитно-плазменного азотирования.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Электрохимия, электролитно-плазменное азотирование, модификация, титановый сплав.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Целью работы является исследование влияния режимов обработки на свойства титановых сплавов после электролитно-плазменного азотирования (PEN) на его физические свойства.

Задачи научного исследования:

1. Исследовать поверхностный слой титанового сплава после электролитно-плазменного азотирования (PEN).
2. Выявить зависимость микротвердости поверхностного слоя от температуры обработки титанового сплава после электролитно-плазменного азотирования.

3. Установить закономерности изменения шероховатости поверхностного слоя от температуры обработки титанового сплава после электролитно-плазменного азотирования.
4. Определить закономерность изменения трибологических свойств титанового сплава в зависимости от температуры обработки после электролитно-плазменного азотирования.
5. Исследовать интенсивность изнашивания титанового сплава в зависимости от температуры обработки после электролитно-плазменного азотирования.
6. Определить коррозионную стойкость титанового сплава в зависимости от температуры обработки после электролитно-плазменного азотирования.

ВВЕДЕНИЕ

Непрерывный технический прогресс и развитие новых отраслей промышленности требуют новых высокопрочных и стойких материалов. За последние годы все большее распространение получила поверхностная термическая и химико-термическая обработка. Одним из современных способов плазменного азотирования, позволяющий сократить общее время обработки, а также повысить механические свойства конструкционных и инструментальных сталей, является электролитно-плазменное азотирование. При азотировании происходят изменения структурно-фазовых состояний и свойств материала в тонких поверхностных слоях. Развивающиеся при этом процессы позволяют получать модифицированный поверхностный слой с уникальным комплексом физико-механических свойств.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Электролитно-плазменное азотирование

Анодной электролитно-плазменной нитроцементации подвергались цилиндрические титановые образцы марки BT-22 высотой 15 мм и диаметром 10 мм. Для измерения температуры нагрева в образцах просверливали глухое осевое отверстие под хромель-алюмелевую термопару глубиной 2 мм.

Характеристика поверхности

Фазовый состав поверхностных слоев после электролитно-плазменного азотирования исследовался с помощью дифрактометра ARL X'tra излучением Cu K α со скоростью сканирования 2°/мин.

Морфология образца была исследована методом сканирующей электронной микроскопии с помощью прибора Quanta 3D 200i в поперечном сечении с последующим элементным микроанализом после полировки и травления с использованием 5%-ного раствора плавиковой кислоты в глицерине в течение 1 мин.

Микротвердость поверхности образца слоя после PEN измеряли на приборе PMT-3M при нагрузке 50 г. Шероховатость поверхности до и после того, как PEN исследовали с использованием тестера шероховатости TR200.

Трибологические испытания образцов проводили со смазкой Литол-24 на машине трения по двум схемам: «палец по диску» и «шарик по диску».

Массовый износ определялся взвешиванием образцов до и после испытаний на аналитических весах с погрешностью $\pm 0,0001$ г.

Коррозионные свойства обработанных поверхностей оценивались при помощи потенциодинамических поляризационных тестов с использованием BioLogic SP-150 потенциостат / гальваностата.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Фазовый состав

В процессе PEN в водном электролите происходит окисление поверхности анода и образование оксидного слоя. По данным рентгеновского анализа

на поверхности титанового сплава образуется рутил при всех температурах обработки.

Поперечная морфология и микротвердость образцов

В результате азотирования титанового сплава и его высокотемпературного окисления при 650–700 градусах поверхностный слой образца обогащается оксидом титана и азотом, образующим твердый раствор (Рис. 2). При температурах 750 и 800 градусов в результате азотирования и закалки в электролите в поверхностном слое структура поверхностного слоя изменяется, что соответствует неполному мартенситному превращению.

Морфология поверхности и шероховатость

Морфология поверхности азотированных образцов определяется влиянием процессов окисления, которое приводит к образованию оксидного слоя, и анодного растворения, которое способствует снижению шероховатости поверхности. При температурах 650 и 700 °С поверхность не отличается от необработанной (Рис. 4 а и б), что является следствием как ее незначительного окисления, так и анодного растворения.

Износ

Результаты трибологических испытаний показали снижение коэффициента трения после обработки при всех температурах независимо от методики испытаний. Увеличение скорости скольжения и нагрузки приводит к снижению коэффициента трения, но влияние температуры азотирования на полученные результаты выражено слабо. Минимальные значения коэффициента трения 0.12–0.14 достигаются при более низких температурах азотирования. Гораздо меньше уменьшается коэффициент трения при более низких значениях нагрузки и скорости скольжения. Здесь лучшие результаты (0.31–0.32) наблюдаются при более высоких температурах азотирования.

Устойчивость к коррозии

Результаты коррозионных испытаний в растворе Рингера показали смещение потенциала коррозии обработанных образцов в более положительную область, что указывает на некоторую тенденцию к повышению коррозионной стойкости. Сдвиг потенциала приблизительно соответствует повышению температуры азотирования, что свидетельствует о положительном влиянии оксидного слоя на стойкость к коррозии.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. S. A. Kusmanov, I. G. Dyakov, P. N. Belkin, L. A. Gracheva, and V. S. Belkin, Plasma Electrolytic Modification of the VT1–0 Titanium Alloy Surface, *J. Surf. Inv. X-ray Synchr. Neutr. Tech.* 9 (1) (2015) 98–104.
2. P. N. Belkin, S. A. Kusmanov, V. S. Belkin. Increase in Corrosion Resistance of Commercial Pure Titanium by Anode Plasma Electrolytic Nitriding // *Materials Science Forum.* 844 (2016) 125–132.
3. Белкин, П. Н. Электрохимико-термическая обработка металлов и сплавов [Текст] / П. Н. Белкин. — М.: Мир, 2005. — 336 с.
4. S. A. Kusmanov, A. A. Smirnov, Yu. V. Kusmanova, P. N. Belkin. Anode plasma electrolytic nitrohardening of medium carbon steel // *Surf. Coat. Technol.* 269 (2015) 308–313.
5. P. N. Belkin, Anode electrochemical thermal modification of metals and alloys, *Surf. Eng. Appl. Electrochem.* 46 (6) (2010) 558–569.

SUMMARY OF THE PROJECT

In this work we study a surface modification of titanium alloy and its physical properties after electrolytic-plasma nitriding in solution of ammonia and ammonium chloride at temperature from 650 to 900 Celsius and time treatment 5 min. The

paper presents dependence of micro-hardness and roughness of the surface layer; tribological properties, wear rate and corrosion resistance of titanium alloy, depending on the treatment temperature after the electrolytic-plasma nitriding.

KEYWORDS

Electrochemistry, electrolytic-plasma nitriding, modification, titanium alloy.

ДОКЛАДЧИК
Маслова Марина Вячеславовна
Maslova Marina

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА
Разработка биodeградируемых матриц на основе гидрогелей хитозана и гиалуроновой кислоты

ОРГАНИЗАЦИЯ

Московский государственный университет дизайна и технологии

СОАВТОР(Ы) ДОКЛАДА

Евстратова Ольга Дмитриевна

РЕЗЮМЕ

Проект направлен на создание биополимерных матриц, предназначенных для использования в качестве подложки для выращивания клеток.

Разработаны два метода получения высокопористых матриц:

- путем лиофильного высушивания полимерных композиций на основе дисперсии полиэлектролитного комплекса хитозана и ГК;
- поверхностной модификацией ГК пористых гидрогелей хитозана. Методами электронной и конфокальной спектроскопии изучена пористая структура полимерных матриц. Получены положительные результаты тестирования на клеточных культурах цитотоксичности биополимерных матриц на основе хитозана и его комплексов с ГК, адгезии клеток и распределении их в структуре материала.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Гиалуроновая кислота, хитозан, дженипин, скаффолды, тканевая инженерия, биodeградируемые матрицы, гидрогели, макропористые гидрогели, полимерные матрицы.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Работа направлена на создание высокопористых биосовместимых материалов на основе хитозана и гиалуроновой кислоты, использование которых позволит решить актуальную задачу тканевой инженерии — получение биodeградируемых биополимерных матриц для выращивания живых тканей.

ВВЕДЕНИЕ

Неотъемлемой частью тканевой инженерии является разработка оптимального биodeградируемого полимерного каркаса — матрицы, обеспечивающей адгезию и пролиферацию клеток, которая должна постепенно замещаться формирующимися тканями или органами. Материалы, используемые в заместительной хирургии мягких тканей, должны обладать влагоудерживающей и репаративной способностью, поэтому с точки зрения биомиметики и благодаря биологической активности, ГК и хитозан являются оптимальными прекурсорами для создания биodeградируемых матриц, которые стимулирует процессы регенерации живых тканей. В работе впервые были использованы композиции полиэлектролитных комплексов хитозана и ГК, и природного сшивающего реагента дженипина.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

В работе использованы ХТЗ (ММ 190;320 кДа) и ГК (1000 кДа), дженипин (Gr). Изучение реологических свойств водно-уксусных растворов хитозана и ГК в виде соли (гиалуронат Na) проводили на: ротационном вискозиметре

«Rheotest — 2» в ячейке цилиндр — цилиндр и вибрационном вискозиметре «SV-10A» производства «AND», Япония в открытой ячейке. Гидродинамические свойства растворов изучали методом капиллярной вискозиметрии на вискозиметре Уббелоде. Полученные закономерности позволили выбрать оптимальный состав формовочных растворов для получения гидрогелей. Гелеобразование в растворах ХТЗ устанавливали по времени потери системой текучести в присутствии различного количества сшивающего реагента. Степень набухания пленок из хитозана, и общее влагопоглощение гидрогелевых матриксов в воде изучали гравиметрическим методом. Получение биополимерных матриксов на основе хитозана и его комплексов с ГК проводили двумя способами: путем лиофильного высушивания полимерных композиций на основе дисперсии ПЭК хитозана и ГК; путем поверхностного модифицирования ГК лиофильно высушенных гидрогелей хитозана. Методом конфокальной лазерной микроскопии на инвертированном микроскопе Nikon TE-2000, Япония изучали распределение и морфологию клеток в структуре гидрогелей. Цитотоксичность гидрогелевых матриксов изучали методом тестирования экстрактов. Жизнеспособность клеток линии мышиных фибробластов L929, изучали через 24 часа культивирования в присутствии экстрактов.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

С целью управления процессом комплексообразования хитозана и ГК при получении композиционных матриксов заданного состава, растворимости и физической формы были изучены реологические свойства водных растворов ГК и ХТЗ и фазовые равновесия в их смешанных растворах. Вискозиметрические исследования показали, что раствор ГК представляет собой структурированную жидкость, что затрудняет гомогенное смешение растворов полиэлектролитов даже при низком содержании хитозана. При исследовании комплексообразования хитозана в форме поликислоты и полиоснования с ГК, было обнаружено, что на поверхности частиц твердого хитозана образуется набухший поверхностный слой полиэлектролитного комплекса (ПЭК), который замедляет диффузию гидратированных цепей ГК внутрь частиц. Изучение закономерностей фазового разделения в системе хитозан — ГК — вода показало, что в смесях полиэлектролитов комплексообразование сопровождается ростом вязкости системы, в результате чего образуются прозрачные гели, которые имеют низкую прочность.

Полученные результаты позволили выработать рекомендации для дальнейших исследований:

- для повышения прочности гелей использовать нетоксичные сшивающие реагенты;
- для увеличения поверхности контакта ПЭК с клетками целесообразно использовать гидрогели ХТЗ, полученные путем поверхностного модифицирования ГК лиофильно высушенных гидрогелей сшитого ХТЗ (в этом случае формирование ПЭК происходит на поверхности гидрогелей хитозана в ходе фронтально протекающей реакции) или путем лиофильного высушивания гидрогелевых композиций на основе дисперсии ПЭК хитозана и ГК.

На основании результатов исследования кинетики гелеобразования в растворах хитозана в присутствии сшивающего реагента природного происхождения дженипина (Gr) были выбраны оптимальные условия процесса сшивки хитозана. Путем замораживания и лиофилизации гидрогелей хитозана сшитого Gr в присутствии и отсутствие ГК, были получены биополимерные матриксы с системой взаимопроникающих пор, что является необходимым условием пролиферации клеток внутри материала. Варьирование состава системы раствор хитозана — Gr, MM биополимеров и условий формирования ПЭК с ГК позволило получить матриксы, различающиеся по структуре (морфология, средний размер пор) и по характеру распределения в них клеток. Цитотоксичность полученных матриксов была изучена методом «экстракт-теста» с использованием модельной линии мышиных фибробластов L929 и показала, биосовместимость всех исследуемых матриксов. Введение в состав гидрогелей на основе ХТЗ (MM 320 кДа) ГК приводило к увеличению

количества жизнеспособных клеток по сравнению с исходным образцом: на 16% для образца, полученного поверхностным модифицированием ГК и на 30% объемно-модифицированного матрикса. Клетки равномерно распределялись в объеме матриксов при их культивировании и успешно росли и пролиферировали.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Dhandayuthapani B., Yoshida Ya., Maekawa T., Kumar D.S. // International Journal of Polymer Science. — 2011. — Vol. 61. — pp. 475–480.
2. Bose S., Roy M., Bandyopadhyay A. // Trends in Biotechnology. —2012. — V. 30 (10). — pp. 546–554.
3. Collins M.N., Birkinshaw C. // Carbohydrate polymers. —2013. — V. 92 (2). — pp. 1262–1279.
4. Маслова М.В., Успенский С.А., Кильдеева Н.Р., Демина Т.С., Вихорева Г.А.// Известия Академии наук. Серия химическая. — 2016. — №1. — С. 273–276.
5. Маслова М.В., Успенский С.А., Гальбрайт Л.С., Кильдеева Н.Р. // Химические волокна. — 2016. — №6. — С. 5–8.
6. Кильдеева Н.Р., Михайлов С.Н. // Хитозан. — М: Центр «Биоинженерия» РАН. — 2013. — С. 271–307.

SUMMARY OF THE PROJECT

The project aims to create a biopolymer matrix, for use as a substrate for cell growth. Two methods of obtaining highly porous matrices have been developed: 1) by freeze-drying the polymeric compositions based on the dispersion of the polyelectrolyte complex of chitosan and HA 2) surface modification of porous HA hydrogels of chitosan. By electron and confocal spectroscopy to study the structure of porous polymer matrices. Positive test results for cytotoxicity in cell cultures biopolymer matrices based on chitosan and its complexes with HA, cell adhesion and their distribution in the material structure.

KEYWORDS

Hyaluronic acid, chitosan, genipin, scaffolds, tissue engineering, biodegradable matrices, hydrogels, macroporous hydrogels, polymeric matrix.

ДОКЛАДЧИК

Миронова Ирина Андреевна
Mironova Irina

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Разработка биодegradируемых матриксов на основе гидрогелей хитозана и гиалуроновой кислоты

ОРГАНИЗАЦИЯ

Национальный
исследовательский Томский
политехнический университет

ТЕМА

4-Иодилбензолсульфонат калия — удобный водорастворимый реагент на основе поливалентного иода.

РЕЗЮМЕ

Химия соединений поливалентного иода продолжает переживать взрывное развитие. Особое внимание в последнее время привлекают соединения иода с валентностью III и V. Иодорганические соединения являются важными промежуточными интермедиатами органического синтеза. Одним из таких реагентов является 4-иодилбензолсульфонат калия (PIBS), реакционная способность которого исследовалась на примере иодфункционализации алкенов и алкинов. Предлагаемый в работе реагент является водорастворимым, не требующим особых условий проведения реакций иодметоксилирования, кроме того,

4-иодилбензолсульфонат способен к рециклу, что позволяет его считать «зеленым» реагентом.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Иодирование, иод, алкилиодиды, иодметоксилирование, поливалентный иод.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Целью данного исследования является изучение реакционной способности 4-иодилбензолсульфоната калия в реакциях с непредельными соединениями.

Для достижения поставленной цели следовало решить такие задачи как:

- Синтез 4-иодилбензолсульфоната калия;
- Изучение окислительной активности PIBS в реакциях электрофильного присоединения алкенов и алкинов;
- Изучение способности PIBS к рециклу;
- Изучение химической активности регенерированного PIBS в реакции иодметоксилирования.

ВВЕДЕНИЕ

Изучение производных поливалентного иода привело к созданию большого числа реагентов на его основе, которые имеют различные свойства. Каждый из них обладает своими достоинствами и недостатками, а, значит, заслуживают пристального внимания [1–3]. Большинство из них — экологичные и универсальные реагенты для различных важных окислительных превращений [4]. Соединения иода (III и V) являются важными промежуточными интермедиатами органического синтеза. На сегодняшний день методов иодирования ароматических соединений сегодня намного больше, чем методов синтеза алифатических иодорганических производных. Поэтому поиск простых и надежных методов синтеза алифатических иодидов является актуальным.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Контроль за ходом реакции и чистотой полученных продуктов осуществляли методом ГХМС и ТСХ на пластинах «Sorbfil» с закрепленным слоем SiO₂ и «Merck» (SiO₂, 60 F254, 0.25 мм); элюирующая система указана в тексте. Детектирование пятен производили под УФ-светом. Спектры ЯМР ¹H регистрировали на приборах Bruker AV-300 (300 МГц) и Bruker DRX (200 и 500 МГц), внутренний стандарт — TMS, растворители — CDCl₃, CCl₄ и DMSO-d₆. Температуру плавления веществ определяли на столике Кофлера.

Органические растворители чистили по известным методикам. Кислота H₂SO₄ марки «х.ч.». Все соединения использовались свежеперегнанными или являются товарными продуктами компании Aldrich.

Смотреть прикрепленный файл, где приведены характеристики веществ.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Смотреть прикрепленный файл (необходимо отображение графического материала).

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Zhdankin V.V. Hypervalent Iodine Chemistry: Preparation, Structure, and Synthetic Applications of Polyvalent Iodine Compounds. — John Wiley & Sons, 2013. — 468 p.
2. Zhdankin V.V., Stang P.J. Chemistry of polyvalent iodine //Chemical reviews. — 2008. — Vol. 108. — №. 12. — P. 5299–5358.
3. Thomas Wirth (ed.). Hypervalent Iodine Chemistry: Modern Developments in Organic Synthesis. — Springer Science & Business Media, 2003. — 224 p.

4. Yusubov M.S., Zhdankin V.V. Hypervalent iodine reagents and green chemistry //Current Organic Synthesis. — 2012. — Vol. 9. — №. 2. — P. 247–272.
5. Romero R.M. et al. Vicinal Difunctionalization of Alkenes with Iodine (III) Reagents and Catalysts //Chemistry — An Asian Journal. — 2014. — Vol. 9. — №4. — P. 972–983.
6. М.С. Юсубов и др. Синтез 4-иодбензолсульфоукислоты 4-иодозилбензол-сульфоукислоты. г. Томск: Известия ТПУ №3, Том 318–2011, с. 105.

SUMMARY OF THE PROJECT

Potassium 4-iodylbenzenesulfonate (PIBS) is a thermally stable and water soluble hypervalent iodine oxidant particularly useful as a recyclable reagent for oxidative iodination of alkenes and alkynes. This reagent can be effectively recovered from the reaction mixture by treatment of the aqueous layer with Oxone at 60 °C followed by filtration of the precipitate.

KEYWORDS

Iodination, iodine, alkyl iodides, iodomethoxylation, hypervalent iodine.

ДОКЛАДЧИК

Одинцова Мария Валентиновна
Odintsova Mariya

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Изучение ванадата и ванадата самария в процессе крекинга пропана

ОРГАНИЗАЦИЯ

Российский университет дружбы народов

РЕЗЮМЕ

В ряде исследований было показано, что соединения с анионами, содержащими ванадий, способны катализировать процессы дегидрирования легких углеводородов. Так же известно, что редкоземельные элементы являются компонентами катализаторов дегидрирования и способны увеличивать срок их службы. Таким образом, создание каталитических систем, содержащих как ванадий, так и РЗЭ является весьма перспективным. Следует заметить, что ванадаты РЗЭ имеют структуру циркона, а ванадиты РЗЭ структуру перовскита. В ходе проведенных исследований впервые была исследована каталитическая активность ванадата и ванадата самария (SmVO_4 , SmVO_3) в превращении пропана.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Каталитическая активность ванадата и ванадата самария, высокая селективность по этилену и пропилену, высокая конверсия пропана.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Получение и исследование катализаторов на основе соединения ванадия в реакции крекинга попутных нефтяных газов на примере пропана.

Задачи:

- Получение катализаторов на основе ванадия.
- Выявление активности данных катализаторов по сравнению с термокрекингом.
- Определение селективности по отношению образовавшихся олефинов.
- Установление энергетических параметров реакции крекинга пропана на ванадийсодержащих катализаторах.

ВВЕДЕНИЕ

Попробуйте представить жизнь современного человека без нефтегазохимической промышленности. Говорят, что четыре предмета из пяти в любой мо-

мент времени, окружающие человека, являются продуктом данной отрасли. Автомобильное топливо, одноразовая посуда, подошва для обуви, шариковая ручка, мобильный телефон, упаковка для подарков — список можно продолжать бесконечно. Но все эти предметы не появляются сами собой. Они изготавливаются из синтетических материалов, получаемые благодаря нефтехимии в процессе долгого и кропотливого труда из ископаемых углеводородов. Поэтому данную отрасль смело можно назвать «создательницей» осязаемого мира вокруг нас. Именно о процессах переработки нефти и природного газа пойдет речь в представленной работе.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Опыты проводили в стационарных условиях, при атмосферном давлении, в проточной каталитической установке с U-образным кварцевым реактором. В качестве исходного сырья использовали пропан высокой чистоты (99,98% масс.). Скорость потока 1,25 мл/с.

Исходная газовая фракция из баллона через систему контроля расходов и вентиль поступала в кварцевый реактор, где находился катализатор крекинга. Температура реактора поддерживалась электропечью (ЭП) и контролировалась хромель-алюмелевой термопарой, помещенной внутри слоя катализатора с точностью до 2 К.

Диапазон исследуемой температурной области крекинга пропана составлял от 298 К до 1143 К, с шагом 50 К т.к. увеличение температуры процесса выше 1143 К приводит к мгновенному зауглероживанию катализатора из-за образования смол и тяжелых углеводородов. После проведения реакции через устройство отбора пробы отбирали 0,125 мл газовой смеси и подавали для анализа на хроматограф Кристалл 2000М, снабженный пламенно-ионизационным детектором. Разделение анализируемой смеси осуществляли на колонке длиной 1,5 м, диаметром 3 мм, заполненной Порапак Q. Скорость реакционной смеси и пропана поступающего в реактор измерялись мыльнопенным расходомерами.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

В ходе проведенных исследований впервые была исследована каталитическая активность ванадата и ванадита самария (SmVO_4 , SmVO_3) в превращении пропана. Для сравнения проведена некаталитическая конверсия пропана, было показано, что превращение пропана начинается при температуре 500°C, при 600°C конверсия составляла всего 2%, которая при дальнейшем повышении температуры до 650°C увеличивается до 21%, а основными продуктами являлись метан и этан. Таким образом, в условиях некаталитического термокрекинга процесс дегидрирования пропана не протекает. При температуре 700°C в присутствии SmVO_3 протекает в основном крекинг пропана с образованием этилена (селективность 70%). Дальнейшее повышение температуры приводит к незначительному увеличению селективности в отношении этилена до 72%. Селективность в отношении пропилена во всем изученном интервале температур не превышает 8%. SmVO_3 с перовскитоподобной структурой хорошо катализирует процесс крекинга пропана с образованием этилена, дегидрирование в присутствии этого катализатора протекает слабо.

В присутствии SmVO_4 , наоборот, при 650°C селективность в отношении пропилена составляет 9% и достигает значения 45% при 750°C. При конверсии пропана 100%, выход целевых продуктов этилена и пропилена максимальный, при этом селективность в отношении метана всего 11%. На катализаторе SmVO_4 , который имеет структуру циркона, в равной степени протекает, как процесс крекинга, так и дегидрирования пропана. Рассчитанная по этим данным энергия активации оказалась равной 104 кДж/моль для термического крекинга пропана, что близко к литературным данным, а для реакции с использованием катализаторов SmVO_3 , SmVO_4 она составила 39 и 42 кДж/моль соответственно.

Исследование стабильности работы катализаторов показало, что SmVO_4 сохраняет высокую каталитическую активность в течение 30 часов, при этом

конверсия пропана составляла 90%, после этого следует быстрая дезактивация катализатора и после 50 часов работы конверсия пропана составила всего лишь 20%. В случае SmVO_3 дезактивация наблюдается значительно быстрее уже после 20 часов работы, при этом скорость дезактивации несколько ниже, чем для SmVO_4 .

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Маркова Е.Б., Красильникова О.К., Серов Ю.М. Каталитическая конверсия пропана в этилен на активированном нановолокнистом аэрогеле оксида алюминия. Нефтепереработка и нефтехимия. 2013. №3. С. 8–12.
2. Маркова Е.Б., Манауре С.Д. Создание катализаторов, устойчивых к сернистым соединениям, для переработки попутного нефтяного газа. V Молодежная научно-техническая конференция «наукоемкие химические технологии-2013» Москва МИТХТ 01–02 ноября 2013 г. С. 19.
3. Рогинский С.З., Яновский М.И., Бирман А.Д., «Основы применения хроматографии в катализе», «Наука», М., 1972 г.
4. Якерсон В.И., Розанов В.В. «Исследование каталитических систем методами термодесорбции и термохроматографии», М., 1974 г.
5. Никитина Е.А. Гетерополисоединения М.: Госхимиздат, 1962. — 424 с.

SUMMARY OF THE PROJECT

In several studies it was shown that compounds with anions containing vanadium, capable of catalyzing the processes of dehydrogenation of light hydrocarbons. It is also known that rare earth elements are the components in the dehydrogenation catalysts and are able to increase their service life. Thus, the creation of catalytic systems containing vanadium and REE is very promising. It should be noted that Vanadate REE have the structure of zircon and REE venality the perovskite structure. In the course of the study was first investigated the catalytic activity of Vanadate and Vanadate Samaria (SmVO_4 , SmVO_3) in the conversion of propane.

KEYWORDS

The catalytic activity of Vanadate and Vanadate Samaria, high selectivity to ethylene and propylene, higher conversion of propane.

ДОКЛАДЧИК

Пименова Александра
Сергеевна
Pimenova Alexandra

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Адсорбция нефти с водной поверхности природным сорбентом

ОРГАНИЗАЦИЯ

Национальный
исследовательский Томский
политехнический университет

СОАВТОР(Ы) ДОКЛАДА

Гесс Татьяна Андреевна

РЕЗЮМЕ

Объектом исследования является Сфагновый мох растительного происхождения. Цель работы — исследование процесса адсорбции углеводородов с водных поверхностей природными сорбентами. В процессе исследования были изучены адсорбционные, фильтрационные свойства мха. В результате исследования определена адсорбционная емкость сорбента по метиленовому голубому; определены основные характеристики сорбента: нефтепоглощение, водопоглощение, плавучесть; проведена гидрофобизация мха методом химической реакции уксусным ангидридом, и низкотемпературной карбонизация мха. Область применения: нефтегазовая промышленность.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Адсорбция, водопоглощение, гидрофобизация, нефть, нефтепродукты, нефтемкость, плавучесть, сорбенты.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Исследование процесса адсорбции углеводородов с водных поверхностей природными сорбентами.

ВВЕДЕНИЕ

Нефтепроводы проходят под землей и под водой. Часто, особенно в воде, в трубах в результате коррозии появляются трещины, через которые нефть начинает просачиваться наружу.

Попадание углеводородов в почву влечет за собой ущерб для растительного и животного мира, водных объектов. В результате аварийных разливов теряется до 1 млн тонн нефти в год. Одним из путей решения этой задачи является сбор тонких слоев разлитой нефти и нефтепродуктов с поверхности воды и почвы при помощи сорбентов. требования к оптимальному сорбенту для сбора нефти и нефтепродуктов: гидрофобность, доступность и низкая стоимость.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Объектом исследования данной работы является сорбент мох *Sphagnum*. Сфагнум, также называемый торфяным мхом, представляет собой семейство растений, растущий на болотах, на сегодняшний день оно насчитывает около 40 разновидностей в России. Мох *Sphagnum* имеет светло — зеленый цвет. Некоторые сорта имеют желтый, розовый, коричневый и темно-красный.

Сфагнум, широко распространенный в природе, обладает высокой способностью к поглощению не только влаги, но и различных токсикантов, в том числе и нефтепродуктов. Этот мох содержит микроклетки, подобные губке, которые способны отлично впитывать нефтепродукты, а также хорошо и надолго их удерживать. Таким образом, являясь по природе хорошим абсорбентом углеводородов, мох исключает процессы их десорбции, а, следовательно — и вероятность вторичных загрязнений. Кроме того, следует отметить, что клетки мха могут впитывать и летучие пары, благодаря чему снижается взрыво-, пожароопасность на месте нефтеразлива.

1. Определение адсорбционной способности мха по метиленовому голубому. Поглощение света растворами окрашенных соединений.
2. Определение нефтепродуктов в сточных водах.
3. Метод газожидкостной хроматографии.
4. Метод ИК-спектроскопии.
5. Метод канальной тонкослойной хроматографии.
6. Определение основных характеристик сорбентов.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

По результатам исследования были сделаны следующие выводы:

1. Установлено, что адсорбционная активность мха по МГ выше торфа на 10%, но ниже активированного угля в 2,5 раза.
2. Установлено, что степень замещения гидроксильных групп составила 1,4 при гидрофобизация мха методом химической реакции с уксусным ангидридом.
3. Карбонизация мха, проведенная при температуре 100–400 °С, повышает адсорбционную способность в 2 раза.
4. Установлено, что водопоглощение модифицированного и карбонизированного мха уменьшилось практически в 3 раза по сравнению с исходным мхом.
5. Установлено, что нефтеемкость и плавучесть модифицированного и карбонизированного мха увеличились в 2 и 5 раз соответственно. Запаса плавучести хватит для завершения всех операций по очистке поверхности и сбора отработанного сорбента.

6. Показано, что сорбент обладает высокой нефтеемкостью, плавучестью, низким водопоглощением при размере частиц от 0,5–1 мм.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Тарасов Н. П., Задачи и вопросы по химии окружающей среды / Н. П. Тарасов, В. А. Кузнецов — М.: Мир, 2002. — 368 с.
2. Артемьев А. В. Сорбционные технологии очистки воды от нефтезагрязнений./ Артемьев А. В., Пинкин А. В. — М.; Вода: химия и экология, 2008. — № 1, с. 19–25.
3. Поконова Ю. Нефть и нефтепродукты. — М.; СПб, Из-во Промис, 2003. — 165 с.
4. Ante Jukić. Petroleum Refining and Petrochemical Processes Crude oil: composition, classification; Coal; Oil Shale; Tar Sand; Gas Hydrates // Faculty of Chemical Engineering and Technology University of Zagreb, Croatia, 2013. — Pp. 18.
5. Эрих В. Н. Химия и технология нефти и газа./ Эрих В. Н., Расина М. Г., Рудин М. Г. — Л.: Наука, 1985. — 200 с.

SUMMARY OF THE PROJECT

The work is presented on pages, including 46 tables, 43 illustrations, 27 formulas and consists of an introduction, 5 chapters, conclusions, list of references from 57 names and applications. Keywords: adsorption, water absorption, water-repellency, oil, petroleum products, oil capacity, buoyancy, sorbents. The object of the research is Sphagnum moss plant. Objective — study of the adsorption process of hydrocarbons from water surfaces natural sorbents. During the study we examined the adsorption, filtration properties moss. The study determined sorbent adsorption capacity for methylene blue; The main characteristics of the sorbent: нефтєпоглощення, water absorption, buoyancy; hydrophobization moss performed by chemical reaction with acetic anhydride, and low-temperature carbonization moss. Applications: oil and gas industry. Cost-effectiveness / value of the work: the use of sphagnum moss for the oil spill from the water surface is a cost-effective and environmentally friendly technology. This sorbent can be recommended for use as one of the most cheap sorbents. Process equipment for adsorption can be used in the simplest embodiment.

KEYWORDS

Adsorption, water absorption, water-repellency, oil, petroleum products, oil capacity, buoyancy, adsorbents.

ДОКЛАДЧИК

Романенко Кристина
Александровна
Romanenko Kristina

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Рециклинг отходов гидролизной промышленности с получением высокоэффективных углеродных адсорбентов

ОРГАНИЗАЦИЯ

Северный (Арктический)
федеральный университет
имени М. В. Ломоносова

РЕЗЮМЕ

В работе исследована возможность применения отходов гидролизной промышленности в качестве сырья для синтеза нанопористых углеродных материалов. Приведены результаты исследований по использованию гидроксида калия в качестве активирующего агента. Синтез адсорбентов осуществлялся по центральному композиционному ротатбельному униформ — плану второго порядка для трех факторов. Варьировались температуры предпирилиза и термохимической активации, а также дозировка активирующего агента. Была исследована адсорбционная активность, формирование пористой структуры.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Активный уголь, адсорбционные свойства, пористая структура, планированный эксперимент.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Целью данной работы является изучить влияние условий синтеза углеродных адсорбентов из гидролизного лигнина с использованием в качестве активирующего агента гидроксида калия.

Задачи, которые решались для достижения цели:

- определялось влияние температур предпиролиза и пиролиза на формирование адсорбционных свойств и пористой структуры адсорбентов;
- определялось влияние расхода активирующего агента;
- гидроксида калия на формирование адсорбционных свойств и пористой структуры адсорбентов.

ВВЕДЕНИЕ

Приведены результаты исследований по использованию гидроксида калия в качестве активирующего агента. Влияние режимных параметров на сорбционные свойства угля и формирование пористой структуры было изучено посредством построения графических зависимостей — поверхностей отклика. В результате анализа полученных данных был сделан вывод об эффективности используемого метода для синтеза углеродных адсорбентов, так как полученный уголь имеет развитую пористую структуру.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Для анализа влияния параметров синтеза активных углей из гидролизного лигнина использован один из методов планирования эксперимента, а именно центральный композиционный ротатабельный униформ — план второго порядка для трех факторов [8]. Наиболее значимыми переменными факторами синтеза активных углей являются температура предварительной карбонизации ($T_{пл}$), расход активирующего агента (D) и температура пиролиза (T_X).

В соответствии с планированным экспериментом наработано двадцать образцов АУ.

На первом этапе проводили предпиролиз гидролизного лигнина, в результате которого сформировалась первичная пористая структура угля-сырца. На следующем этапе провели пиролиз — активацию угля-сырца.

Адсорбционные свойства активных углей оценивали по адсорбции йода (J_2) и метиленового голубого (МГ) из стандартных водных растворов.

Важными характеристиками адсорбентов и других наноструктурированных пористых и высокодисперсных материалов являются удельная поверхность ($S_{уд}$), размер и объем пор. Удельная поверхность является одной из мер силы взаимодействия твердого тела с окружающей средой, будь то газ, жидкость или другое твердое тело. Поэтому определение удельной поверхности является одним из самых распространенных методов исследования показателей развитой пористой структуры наноматериалов.

В настоящей работе исследование пористой структуры полученных адсорбентов проводили на анализаторе удельной поверхности ASAP 2020MP.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

По результатам экспериментальных данных можно сделать следующие выводы:

1. Доказано, что для синтеза активированного угля возможно использовать гидролизный лигнин из отвалов.

2. Углеродные адсорбенты, получаемые по нашей технологии, в 2–4 раза превосходят по своим адсорбционным свойствам промышленно выпускаемые активные угли на предприятиях России. Аналогичные лучшие сорбенты импортного производства уступают синтезируемым по предлагаемой технологии в 1,5–2 раза. Высокие показатели адсорбционных свойств позволяют сократить норму применения ПАУ в 2–4.
3. На основании данных низкотемпературной адсорбции азота определено, что удельная поверхность углеродных адсорбентов достигает 2000 м²/г по БЭТ, а пористая структура представлена на 90% супермикропорами. Следовательно, наши адсорбенты наиболее пригодны для накопления энергии в суперконденсаторах, очистки природного газа от сернистых соединений.
4. Наибольший выход активного угля наблюдается при низкой температуре термохимической активации и температуре предпиролиза 380–400.
5. При высокой температуре предпиролиза и температуре термохимической активации не ниже 675 получается уголь с высокими сорбционными свойствами.
6. Повышение дозировки щелочи положительно влияет на формирование удельной поверхности синтезируемых АУ.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Автореферат диссертации Белецкой М. Г. Синтез углеродных адсорбентов методом термохимической активации гидролизного лигнина с использованием гидроксида натрия // диссерт. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук. — г. Архангельск: С (А) ФУ им. М. В. Ломоносова. — 2014. — 25 С.
2. Белецкая М. Г., Богданович Н. И., Романенко К. А. Синтез активных углей из гидролизного лигнина с использованием гидроксидов Na и K // ЕСУ. — 2014. — № 7. — с. 19–21.
3. Богданович Н. И. Планирование эксперимента в примерах и расчетах / Н. И. Богданович, Л. Н. Кузнецова, С. И. Третьяков, В. И. Жабин — Архангельск: изд. С (А) ФУ. — 2010. — 126 С.
4. Романенко К. А., Белецкая М. Г., Богданович Н. И., Канарский А. В. Влияние термохимической активации гидролизного лигнина с гидроксидом калия на свойства углеродных адсорбентов // Вестник технологического университета. — Казань: КНИТУ. — 2015. — Т. 18, № 3. — с. 94–97.

SUMMARY OF THE PROJECT

Results of a research in using of potassium hydroxide as an activating agent are shown. An influence of conditions on adsorption properties of activated carbon and on formation its porous structure were investigated by plotting of response surfaces. Analyzing obtained data, we draw a conclusion, that used activation method is effective for a synthesis of carbon adsorbents, because obtained carbon possesses a developed porous structure.

KEYWORDS

Activated carbon, adsorption properties, porous structure, planning experiments.

ДОКЛАДЧИК

Ростовцева Валерия
Алексеевна
Rostovtseva Valeriia

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Гибридные мембраны на основе звездообразных фуллеренсодержащих модификаторов для очистки и концентрирования промышленно значимых жидкостей и газов

ОРГАНИЗАЦИЯ

Санкт-Петербургский
государственный университет

РЕЗЮМЕ

В нашей работе мембрана была получена путем внедрения в полимерную матрицу гибридной макромолекулы. Для материала матрицы взяли поли (2, 6 — диметил — 1, 4 — фенилен оксид) (ПФО). Гибридная звездообразная молекула состоит из маленького центра, которым является молекула фуллерена C₆₀, и ветвей, в роли которых выступают молекулы полистирола. Одна из сфер применения таких материалов это мембранные процессы разделения, в том числе первапорация и газоразделение. Термические свойства и особенности состава были изучены методом термогравиметрического анализа. Транспортные свойства мембран изучались на основе данных по сорбционным и первапорационным экспериментам со смесью двух спиртов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Звездообразные полимеры, фуллерен, мембраны, первапорация, газоразделение.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Целью работы является:

- Создание эффективных функциональных материалов для процессов мембранного разделения смеси промышленно значимых органических растворителей и газовых сред.
- Анализ закономерностей разделения бинарных смесей жидкостей и газов с учетом индивидуальных свойств мембран.

Для достижения поставленной цели будут выполнены следующие задачи:

- подбор оптимального мембранного материала (необходимые характеристики — высокая термостабильность, химическая стойкость, механическая прочность, а также высокая эффективность при разделении)
- разработка новых эффективных мембран и исследование их физико-химических свойств
- анализ массопереноса при первапорации и газоразделении:
 - * изучение диффузионной способности молекул пенетрантов (скорости проникновения через мембрану)
 - * оценка возможности разделения выбранных жидких и газовых смесей мембранными методами
 - * проведение очистки органических смесей методом первапорации в широком диапазоне концентраций
 - * выделению промышленно значимых газов и растворителей высокой степени чистоты, в том числе из смесей азеотропного состава.

ВВЕДЕНИЕ

В последние десятилетия в приоритетных направлениях промышленности выделяется задача внедрения более экологически чистых и экономически выгодных технологий. Диффузионные мембранные методы (такие как первапорация и газоразделение) — одни из наиболее эффективных способов очистки и концентрирования жидкостей и газов.

Основным фактором, препятствующим внедрению мембранных технологий, является ограниченный набор используемых функциональных материалов с заданными свойствами.

Путем варьирования состава полимерной смеси можно изменять транспортные и эксплуатационные характеристики мембран в широких пределах. При этом часто улучшаются механические свойства мембран, и повышается их стабильность в контакте с разделяемыми веществами.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Для материала матрицы взяли поли (фенилен оксид). Гибридная звездообразная молекула состоит из центра фуллерена C₆₀ и ветвей полистирола.

Методы исследования:

- термическая устойчивость, а также особенности состава полимерных пленок будут определены путем проведения термогравиметрического анализа
- морфология, оказывающая влияние на эксплуатационные характеристики мембран, будет изучена методом сканирующей электронной микроскопии
- анализ структуры полимеров проведен на основании данных по плотности, полученных флотационным методом
- особенность транспорта разделяемых жидкостей через исследуемые мембраны изучена путем проведения сорбционно-десорбционных и первапорационных экспериментов:
- сорбция проведена иммерсионным методом путем погружения образцов в жидкости. Изменение массы полимерных пленок будет контролироваться гравиметрическим методом. Десорбцию растворителей планируется провести на воздухе, в качестве адсорбентов для выделившихся паров растворителей будут использованы цеолиты.
- первапорация будет осуществляться в вакуумном режиме на лабораторной установке с применением ячейки непроточного типа из нержавеющей стали диаметром 14,8 см 2 при температуре 20–60 °С, состав пермеата будет контролироваться рефрактометрическим методом и методом газовой хроматографии.

В процессе газоразделения были определены проницаемости газов через пленку с помощью лабораторной установки с высоким вакуумом и ячейкой с эффективной площадью 5.25 см² при 50 °С.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Физические свойства мембран

Температура стеклования композита уменьшается с увеличением добавки звездообразных макромолекул от 1 до 5 масс.%. Плотность мембран, измеренная флотационным методом в растворе сахарозы, возрастает при повышении содержания звездообразного полимера C₆₀ (ПС)₆ в составе мембраны. Этот факт свидетельствует о том, что включение звездообразных макромолекул в ПФО матрицу приводит к компактизации структуры. При этом доля свободного объема в мембранах уменьшается.

Сорбция

При повышении содержания ФПС в мембране коэффициенты диффузии D обоих компонентов уменьшаются, что связано с увеличением плотности мембран. Но при этом обращает на себя внимание тот факт, что коэффициент диффузии ЭГ уменьшается практически на два порядка. Этот факт отражается на транспортных свойствах мембран при разделении смеси метанол-этиленгликоль в процессе первапорации.

Первапорация

Все мембраны показали высокое сродство по отношению к метанолу, и пермеат оказался обогащенным метанолом. При увеличении содержания метанола в исходной смеси его количество в пермеате тоже увеличивалось, а эти-

ленгликоля — уменьшалось. Следует отметить, что увеличение количества добавки $C_{60}(ПС)_6$ в мембране способствовало возрастанию количества метанола в пермеате. Наиболее обогащённый метанолом пермеат получен при использовании мембраны ПФО+5% $C_{60}(ПС)_6$ при первапорации смеси, содержащей 30 масс.% метанола.

Мембраны, содержащие $C_{60}(ПС)_6$, оказываются более эффективными при разделении смеси метанол-этиленгликоль, чем немодифицированные ПФО мембраны, а величина фактора разделения растёт с увеличением количества добавленного звездообразного $C_{60}(ПС)_6$.

Было исследовано влияние температуры на процесс первапорации. При нагревании подвижность полимерных цепей и кинетическая энергия молекул разделяемых веществ одновременно увеличиваются. В то же время увеличивается движущая сила массообмена, так как давление насыщенных паров растёт с наружной стороны мембраны, но не изменяется внутри неё. Оба этих факта способствуют увеличению потока.

Газоразделение

Исследованные мембраны отличаются умеренной проницаемостью при хорошей по сравнению с аналогами селективностью разделения большинства практически значимых пар газов: O_2/N_2 , H_2/N_2 , CO_2/CH_4 , CO_2/N_2 , N_2/CH_4 .

Селективность для наиболее значимых пар газов O_2/N_2 , H_2/N_2 и H_2/CH_4 для модифицированных мембран превосходят аналогичные параметры ПФО. Модификация звездообразными макромолекулами изменяет химическую структуру и морфологию ПФО, значительно влияя на физико-химические свойства мембран, что отражается и на результатах исследования газоразделения.

Компактизация структуры при введении звездообразных модификаторов способствует значительному падению проницаемости молекул азота, что и определяет возрастание селективности для пар газов H_2/N_2 и O_2/N_2 .

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Feng, X. Huang, Liquid separation by membrane pervaporation: A review / Xianshe Feng, Robert Y.M. // *Industrial & Engineering Chemistry Research*. — 1997. — V. 36. — P. 1048–1066.
2. Baker, R.W. Membrane Separation. In book: *Encyclopedia of Separation Science*. Elsevier, 2000, — 189 p.
3. Мулдер, М. Введение в мембранную технологию; М.:Мир,1999. — 513 с.
4. Pal, R. Permeation models for mixed matrix membranes /Rajinder Pal // *Journal of Colloid and Interface Science*. — 2008. — V. 317. — P. 191–198.
5. Kulprathipanja, S. Separation of fluids by means of mixed matrix membranes / S. Kulprathipanja, R.W. Neuzil and N.N. Li // *US Pat. No. 4,740,219*. — 1988.
6. Wu, C.T. A non-syn-gas catalytic route to methanol production / Wu, C.T. Yu, K.M. Liao, F. Young, N. Nellist, P. Dent, A. Kroner, A. Tsang, S. // *Nature Communications*. — 2012. — V. 3. — P. 1050–1058.

SUMMARY OF THE PROJECT

Mixed matrix membranes are able to combine advantages of both organic and inorganic materials. One of the greatest application of this materials is found in membrane separation process such as pervaporation: a process which is widely used for the purification, concentration and fractionation of liquids including azeotropic, close boiling-point and thermally unstable mixtures, and gas separation. The main aim of this work is to create and study thoroughly mixed matrix membranes. Star shaped macromolecules with fullerene C_{60} branching center were used as a modifier of poly (2,6-dimethyl-1,4-phenylene oxide) matrix to obtain mixed matrix membranes. The type of star modifier was synthesized i) six-arms star with six polystyrene arms grafted onto C_{60} centre. Methanol — ethylene glycol mixture was chosen to test separation properties of obtained membranes.

KEYWORDS

Star polymers, fullerenes, poly (phenylene oxide), membranes, pervaporation, gas separation.

ДОКЛАДЧИК

Рыжкина Алёна Александровна
Ryzhkina Aliona

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Разработка термшумоизоляционных пенополиуретанов пониженной горючести

ОРГАНИЗАЦИЯ

Волгоградский государственный
технический университет

СОАВТОР(Ы) ДОКЛАДА

Ваниев М. А

РЕЗЮМЕ

Работа посвящена созданию ППУ пониженной горючести, предназначенных для термшумоизоляции моторного отсека автотранспорта, в частности, автобусов. Рассмотрены основные ингредиенты для вспенивающихся композиций и факторы, влияющие на свойства получаемых ППУ пониженной горючести. Получена рецептура двухупаковочной композиции для термшумоизоляции моторного отсека автобуса. Для разработанных рецептур измерены плотность, влагосодержание, влагопоглощение, прочность при 10% деформации, условная прочность при растяжении, определена стойкость к горению, термическая стойкость и кислородный индекс.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Термшумоизоляция, пенополиуретан, трудногорючесть.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Целью работы является получение трудногорючих вспененных материалов для эффективной теплозащиты моторных отсеков с использованием доступной технологии.

ВВЕДЕНИЕ

Согласно правилам ЕЭК ООН №118 — «Единообразные предписания, касающиеся характеристик горения и/или бензо- или маслоотталкивающих свойств материалов, используемых в конструкции механических транспортных средств определенных категорий». Требования к термшумоизоляционным материалам существенно ужесточаются по теплофизическим свойствам и, особенно, по противопожарным характеристикам. Большинство из синтетических пенопластов не соответствуют требованиям по горючести. В этой связи, актуальной является задача получения трудногорючих вспененных материалов для эффективной теплозащиты моторных отсеков с использованием доступной технологии.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Для получения трудногорючих пенополиуретанов в качестве гидроксилсодержащего компонента использовали фосполиол марки II. Данный продукт выпускается в соответствии с ТУ 6-02-863-85.

В качестве изоцианатсодержащего отвердителя использовали продукт марки Desmodur 44V20L, являющийся смесью 4,4'-дифенилметандиизоцианата (МДИ) с изомерами и гомологами более высокой функциональности.

Для определения упругопрочностных свойств использовали испытательную машину нового поколения группы Zwick Roell AG марки Z5.0.

Изучение термоокислительной деструкции в среде воздуха проводили с помощью дериватографа системы «Паулик, Паулик, Эрдеи» в динамическом режиме.

Термические свойства разработанных ППУ исследовали посредством синхронного термического анализа, включающего термогравиметрический ана-

лиз и дифференциально-сканирующую калориметрию и ИК-спектроскопию с помощью прибора Netzsch STA 449F3.

Для определения ударной вязкости использовался прибор GT-7045-NMN (L)

Стойкость к воздействию пламени определяли по ГОСТ 28157–89.

Кислородный индекс получили по ГОСТ 12.1.044–89 с помощью прибора CE LOI Manual-2

Показатели влагопоглощения, влагосодержания, плотности и прочности при 10% сжатии определяли в соответствии с ГОСТ 15588–86.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Важной характеристикой для термозумоизоляционного материала является прочность при 10% сжатии. Численные значения представлены в таблице 1.

Таблица 1. Прочность при 10% сжатии

Номер образца	Прочность на сжатие, МПа
1	0,233
2	0,312
3	0,415
4	0,528

Из данных следует, что прочностные свойства ППУ находятся в прямой зависимости от содержания фосполиола II, выражающейся в том, что с его увеличением прочность при 10% сжатии образцов ППУ возрастает.

Одной из ключевых характеристик материалов, предназначенных для термозумоизоляции автотранспорта, в частности, моторных отсеков автобусов, оснащенных газотурбинными двигателями, является их стойкость к воздействию пламени. Этот же фактор являлся одним из основных при постановке задачи по тематике данной работы. В свою очередь, это предопределило необходимость изучения противопожарных свойств разработанных образцов ППУ. В этой связи, была проведена серия испытаний. В таблице 2 приведены критерии соответствия ГОСТ 28157–89, характеризующие стойкость к горению материалов.

Таблица 2. Категории стойкости к горению в соответствии с ГОСТ 28157–89

Критерии	ПВ-0	ПВ-1	ПВ-2
Суммарное время горения образца, с	<10	<30	<30
Суммарное время горения серии из 5 образцов, с	<50	<250	<250
Время горения и тления образца после второго приложения пламени, с	<30	<60	<60
Образцы, прогоревшие до зажима	-	-	-
Горящие капли, зажигающие вату	-	-	+

Полученные результаты приведены в таблице 3.

Таблица 3. Экспериментальные данные определения стойкости образцов ППУ к горению

Номер образца	Суммарное время горения одного образца, с	Суммарное время горения пяти образцов, с	Метод испытания	Категория стойкости
1	Полное сгорание	Полное сгорание	А	Г
2	19,8	55,5	Б	ПВ-1
3	6	19,5	Б	ПВ-0
4	5,6	10,875	Б	ПВ-0

Соотнесение данных таблицы 3 с требованиями ГОСТ показывает, что пенополиуретаны, полученные по рецептурам 3 и 4 с содержанием фосполиола 30 и 40 масс. ч., относятся к наивысшей категории ПВ-0 (препятствуют вертикальному горению без каплепадения).

При проведении эксперимента отмечено, что в образцах, содержащих фосполиол II, тление отсутствовало. Очевидно, это является результатом наличия в молекулах данного соединения атомов фосфора, которые, как известно, препятствуют процессу тления. Согласно литературным данным [2] традиционные ППУ характеризуются кислородным индексом 17 об. %. Использование в качестве гидроксилсодержащего компонента фосполиола II обеспечивает получение ППУ, значение кислородного индекса которого достигает 25 об. %, что характерно для трудногорючих пластмасс.

С учетом экономической составляющей нами для практического внедрения рекомендована рецептура 3, которая была апробирована путем свободной заливки элемента моторного отсека двухупаковочной композицией в заводских условиях.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Правила ЕЭК ООН N 118 Единые предписания, касающиеся характеристик горения материалов, используемых в конструкции внутренних элементов механических транспортных средств определенных категорий [электронный ресурс] — Правила ЕЭК ООН от 06.04.2004 № 118 — точка доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200106694>.
2. Шепталин Р.А. Нанокompозиты на основе эластичных пенополиуретанов и органически модифицированных слоистых алюмосиликатов: автореф. дис. канд. техн. наук / Р.А. Шепталин. — М., 2005. — 19 с.
3. Композиции для получения жесткого пенополиуретана: Пат 1162824 А1 Российская Федерация: МПК C08G 18/14 / Ю.Л. Есипов, Е.Ф. Мурашов, В.Г. Попов, В.П. Якин — 3305519/23; заявл. 15.05.1981; опубл. 23.06.1985 Бюл. № 23.

SUMMARY OF THE PROJECT

The work is dedicated to the creation of low flammability foam designed for thermal and noise isolation motor vehicle compartment, in particular buses. We obtain a formula for the two-pack composition thermal and noise engine compartment of the bus. Formulations designed to measured density, moisture content, moisture absorptio, strength at 10% deformation, a conventional tensile strength, determined resistance to combustion, thermal stability and oxygen index.

KEYWORDS

Thermal and noise isolation, polyuretane foam, low flammability.

ДОКЛАДЧИК Саломатина Анастасия Ивановна Salomatina Anastasiya	НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА Синтез нанокompозита типа «ядро-оболочка» состава $Fe_{3-x}O_{4-y}@ZnO$
--	--

ОРГАНИЗАЦИЯ

Донской государственный технический университет

СОАВТОР(Ы) ДОКЛАДА

Стаценко Татьяна Геннадьевна

РЕЗЮМЕ

Представленная работа посвящена разработке метода получения магнитного композиционного наноматериала типа «ядро-оболочка». Методом соосаждения синтезирован оксалат железа (II) термическим разложением которого получен порошок пирофорного железа, самовоспламеняющийся на воздухе. Установлено, что продукт окисления пирофорного железа состоит из смеси оксидов, обладающих магнитными свойствами: маггемита $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$, магнетита Fe_3O_4 и гематита (α -форма Fe_2O_3). Химической обработкой магнитных наночастиц произведена модификация их поверхности, с образованием оболочки из ZnO. Формирование наночастиц типа «ядро-оболочка» состава $Fe_{3-x}O_{4-y}@ZnO$ подтверждено данными РФА и АСМ.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Нанокompозит, магнитные наноматериалы, наночастицы «ядро-оболочка», оксалат железа, пиролиз, соосаждение, магнетит, маггемит, гематит.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Цель научной работы: разработка метода синтеза нанокompозита типа «ядро-оболочка» состава «оксид железа — оксид цинка» термическим разложением металлорганического соединения оксалата железа и модификацией поверхности полученных наночастиц оксидом цинка.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- методом соосаждения синтезировать оксалат железа (II);
- исследовать фазовый состав и морфологию продуктов термического разложения оксалата железа (II);
- определить условия проведения стадии формирования оболочки нанокompозита из оксида цинка;
- установить структурные и морфологические характеристики синтезированных наночастиц типа «ядро-оболочка».

ВВЕДЕНИЕ

Исследование магнитных наноматериалов и разработка методов их получения активно развиваются во многих направлениях науки и техники. Особое место среди материалов данного класса занимают наночастицы оксидов железа и композиты на их основе, являющихся перспективными для разработки селективных МРТ-контрастирующих агентов.

Известно, что магнитные свойства наночастиц определяются многими факторами. Изменяя размер, форму состав и строение наночастиц, можно в определенных пределах управлять магнитными характеристиками материалов на их основе. Методы химического синтеза представляются действенным инструментом для реализации данных задач, а также для изучения процессов изменения магнетизма в нано- и микромасштабах.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Для реализации поставленных задач использованы химические методы: методом соосаждения водных растворов синтезирован прекурсор — оксалат железа (II). Термическим разложением органической соли получены наночастицы пирофорного металла. Окисление порошка пирофорного железа использовано для получения смеси фаз магнитных оксидов железа: маггемита, магнетита, гемати-

та. Данные частицы применялись в качестве ядра композиционных наночастиц. Оболочка на их поверхности из оксида цинка получена в спиртовом растворе взаимодействием ацетата цинка и гидроксида калия. Фазовый состав и морфология, полученных фаз исследованы с помощью современных физико-химических методов: рентгенофазового анализа и атомно-силовой микроскопии.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

При взаимодействии водных растворов оксалата аммония и сульфата железа (II) происходит химическая реакция, приводящая к образованию осадка лимонно-желтого цвета — α -модификации $\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4) \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ со структурой гумбольдита. Согласно имеющимся литературным данным, термическое разложение оксалата железа является сложным химическим процессом и сильно зависит от условий реакции. В данной работе получен порошок железа, черного цвета, который самовоспламеняется на воздухе с образованием порошка кирпично-красного цвета.

Вследствие высокой химической активности пиррофорные металлы энергично взаимодействуют с кислородом воздуха, по этой причине маловероятно выделить частицы простого вещества металла без создания специальной инертной атмосферы. Количественный состав продукта окисления пиррофорного железа, согласно РФА, выглядит следующим образом: маггемит $\text{Fe}_{2,667}\text{O}_4$ — 69%, магнетит Fe_3O_4 — 18%, гематит $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ — 12%. Таким образом, компоненты порошка представляют собой магнитные материалы, принадлежащие к классу ферримагнетиков и ферромагнетиков при обычных условиях. Известно, что $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ является антиферромагнетиком ниже температуры 260 К и слабым ферромагнетиком между 260 К (переход Морина) и 950 К (температура Нееля), магнетит и маггемит являются ферримагнетиками с температурами Кюри 860 К и 685 К соответственно.

Модификация поверхности наночастиц оксидов железа заключается в диспергировании нанопорошка в изопропиловом спирте и образовании на поверхности частиц обложки из ZnO. Применение в качестве растворителя изопропанола препятствует росту частиц оксида цинка, сохраняя их в нанодисперсном состоянии. На рентгенограмме продукта синтеза заметно появление новых пиков, соответствующих фазе оксида цинка, при этом пики отражений, характерных для фаз маггемита, магнетита и гематита сохраняются. Важно отметить, что линии, отвечающие фазе ZnO, обладают большей шириной, что говорит о меньшем размере (меньшей «окристаллизованности») частиц данной фазы по сравнению с оксидами железа. Заметно общее уменьшение интенсивности отражений и уширение пиков. Наблюдаемый вид рентгенограмм объясняется экранированием фаз оксидов железа фазой оксида цинка. Полученные результаты согласуются с данными, характерными для композитных наночастиц $\text{Fe}_{3-x}\text{O}_{4-y}@\text{ZnO}$, синтезированных другими методами, что подтверждает формирование наночастиц типа «ядро-оболочка».

Согласно данным АСМ частицы порошка оксидов железа представляют собой наночастицы пластинчатой формы длиной несколько сотен нанометров и высотой до 45 нм. После модификации поверхности наночастиц оксидом цинка существенного изменения формы частиц не происходит. Однако наблюдается увеличение размеров частиц до 300 нм, что подтверждает формирование наночастиц «ядро-оболочка» состава $\text{Fe}_{3-x}\text{O}_{4-y}@\text{ZnO}$.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. D'Antonio M.C. et al. Spectroscopic investigations of iron (II) and iron (III) oxalates //Journal of the Brazilian Chemical Society. — 2009. — Т. 20. — №. 3. — С. 445–450.
2. Frost R. L., Weier M. L. Thermal decomposition of humboldtine: A high-resolution thermogravimetric and hot stage Raman spectroscopic study //Journal of Thermal Analysis and Calorimetry. — 2004. — Т. 75. — №. 1. — С. 277–291.
3. Найден Е.П. и др. Магнитные свойства и параметры структуры наноразмерных порошков оксидных ферримагнетиков //Физика твердого тела. — 2008. — Т. 50. — С. 857–863.

4. Xu Z. et al. Structure and properties of Fe_3O_4 films grown on ZnO template via metal organic chemical vapor deposition //Journal of Magnetism and Magnetic Materials. — 2015. — Т. 385. — С. 257–264.
5. Губин С.П. и др. Магнитные наночастицы: методы получения, строение и свойства //Успехи химии. — 2005. — Т. 74. — С. 539–574.

SUMMARY OF THE PROJECT

The research is devoted to development of a new method of synthesis a magnetic «core-shell» nanomaterial. This method consist of precipitation oxalate of iron (II), thermal expansion of organic salt and pyrophoric iron self-igniting on air. It's discovered that the product of oxidation of pyrophoric iron is mixture of magnetic oxides: maghemite, magnetite and hematite. Chemical modification of magnetic nanoparticles surface by ZnO provided. Formation of «core-shell» nanoparticles $\text{Fe}_{3-x}\text{O}_{4-y}@ZnO$ is confirmed by X-ray diffraction and AFM data.

KEYWORDS

Magnetic nanomaterials, nanoparticles «core-shell», iron oxalate, pyrolysis, precipitation, magnetite, maghemite, hematite.

ДОКЛАДЧИК

Сафиуллина Линара Асхатовна
Safiullina Linara

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Синтез люминесцентного материала на основе оксида иттрия методом химического соосаждения

ОРГАНИЗАЦИЯ

Сибирский государственный
медицинский университет
Министерства здравоохранения
Российской Федерации

РЕЗЮМЕ

В последнее время в медико-биологической практике большое внимание уделяется оптическим методам анализа, основанным на способности преобразовывать различные виды энергии в световую для определения различных веществ в биологических объектах. Введение в пленку люминесцентного наполнителя, излучающего в области 600–620 нм, позволяет использовать как средство создания благоприятных условий роста путем преобразования солнечной радиации в область фотосинтетически активной радиации. Определенный интерес представляют люминофоры на основе оксидов редкоземельных элементов, активированных ионами европия, преобразующие возбуждающее излучение 250–365 нм в область 600–620 нм.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Люминесцентный материал на основе оксида иттрия.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Цель работы заключалась в получение люминесцентного материала на основе оксида иттрия с использованием ионов редкоземельных элементов в качестве активаторов методом химического соосаждения.

ВВЕДЕНИЕ

В последнее время в медико-биологической практике большое внимание уделяется оптическим методам анализа, основанным на способности преобразовывать различные виды энергии в световую для определения различных веществ в биологических объектах. Определенный интерес в этом плане представляют люминофоры на основе оксидов редкоземельных элементов, активированных ионами европия, преобразующие возбуждающее излучение 250–365 нм в область нетоксичного для живых организмов излучения с длиной волны 600–620 нм. Согласно представлениям квантовой теории процесс люминесценции связан с тем, что при возбуждении люминофоров происходит

возбуждение электронов атома активатора. От характеристик активатора зависит продолжительность и цвет свечения.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Выбор метода химического соосаждения основан на возможности получать продукты синтеза, характеризующиеся монофазностью и кристаллической структурой, обладающей высокой степенью совершенства, заключающийся в совместном осаждении оксалатов из растворов в виде нерастворимых солей.

Для синтеза оксида иттрия использовали: в качестве источника металла — гексагидрат хлорида иттрия, в роли осадителя — щавелевую кислоту. Ионы редкоземельных элементов (Tb^{3+} и Eu^{3+}) вносили в виде оксидов, предварительно растворенных в азотной кислоте. С целью формирования кристаллического продукта, синтезированный прекурсор отжигали в муфельной печи SNOL 6/1300 при $1000\text{ }^{\circ}\text{C}$ в течение 1 ч со скоростью нагрева 5 град/мин .

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Идентификацию полученного продукта проводили методом рентгенофазового анализа на дифрактометре Rigaku MiniFlex 600 с использованием $\text{CuK}\alpha$ — излучения, для интерпретации полученных результатов применяли базу данных JSPDS. Морфологию поверхности исследовали на растровом электронном микроскопе Hitachi TM-3000 при ускоряющем напряжении 15 кВ , в условиях режима снятия зарядки с образца (электронная пушка: $5 \cdot 10^{-2}$ Па; камера для образца: $30\text{--}50$ Па). Спектры люминесценции оксида иттрия, активированного ионами РЗЭ, исследовали на спектрофлуориметре CM 2203. Полученные данные показали, что синтезированный продукт является однофазным продуктом, обладающим красным свечением — в случае активации ионами европия и зеленым свечением — в случае активации ионами тербия.

Полученные данные показали, что синтезированный продукт является однофазным продуктом, обладающим красным свечением — в случае активации ионами европия и зеленым свечением — в случае активации ионами тербия.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Гугель Б. М., Люминофоры для электровакуумной промышленности, М., 1967 Неорганические люминофоры, М., 1975.
2. Красовицкий Б. М., Болотин Б. М., Органические люминофоры, 2 изд., М., 1984.
3. Гурвич А. М. Введение в физическую химию кристаллофосфоров. М.: Высшая школа. 1982.
4. Казанкин О. Н. и др. Неорганические люминофоры. Л.: Химия. 1975.
5. <http://rbis.su/article.php?article=401>http://chemistry-chemists.com/N3_2012/U3/Eu.html.

SUMMARY OF THE PROJECT

A great attention has been paid to optical methods of analysis based on a possibility to transform different types of energy into light to determine vitamins, hormones, antibiotics, carcinogenic, medical and many other substances in biological objects (blood, urine, tissues, etc.) in medical-biological practice recently. The introduction of luminescent stuff into a polyethylene film that radiates in a distance of $600\text{--}620\text{ nm}$ lets use it as a mean of creation of favourable circumstances of plant growing by transformation of hard solar radiation into the sphere of photosynthetic active radiation. A particular interest in this sphere is presented with luminophors based on rare earths element's oxides, activated by ions of Europium, transforming stimulating radiation of $250\text{--}365\text{ nm}$ into the sphere of non toxic radiation for living organisms with wave length of $600\text{--}620\text{ nm}$. The aim of the experiment was to get fluorescent material based on yttrium oxide using ions of rare earths elements as activators by chemical coprecipitation. The choice of method of chemical coprecipitation is based on a possibility to get products of synthesis characterized

by monophasе and crystal structure that has the highest degree of perfection which is concluded in coprecipitation of oxalates from solutions in a form of insoluble salts. To synthesize yttrium oxide we used sodium chloride hydrate as a source of metal and oxalic acid as flocculants. Tb^{3+} and Eu^{3+} , the ions of rare earths elements, were introduced as oxides that had been dissolved in nitric acid. To form a crystal product, a synthesized precursor was annealed in a SNOL 6/1300 muffle furnace at 1000 °C for 1 hour at heating speed 5 degrees/min. The identification of the result was done by using Roentgen analysis with help of MiniFlex 600 diffractometer using CuK α -rays. For the interpretation of the results JSPDS data base was used. The morphology of the surface was studied with help of Hitachi TM-3000 scanning electronic microscope at accelerating tension 15 KV in condition of taking down charge from the model (electronic injector: $5 \cdot 10^{-2}$ Pa; a camera 30–50 Pa). The spectrums of yttrium oxide luminescence, activated by P3Э ions, were studied with help of CM 2203 spectrofluorometer. The results derived from the experiment showed that the synthesized product is a monophasе product with red fluorescence in the case of activation with ions of Europium and with green fluorescence in the case of activation with ions of Terbium.

KEYWORDS

Fluorescent material based on yttrium oxide.

ДОКЛАДЧИК

Тютликова Маргарита
Сергеевна
Tyutlikova Margarita

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Твердодоконтактные и планарные сенсоры для определения некоторых цефалоспориновых антибиотиков в водных и биологических средах

ОРГАНИЗАЦИЯ

Саратовский государственный
университет
имени Н. Г. Чернышевского

РЕЗЮМЕ

Впервые разработаны твердодоконтактные и планарные сенсоры на основе соединения тетрадециламмония с комплексом серебро (I) — цефотаксим для определения некоторых цефалоспориновых антибиотиков. Изучены их электроаналитические и операционные характеристики, а также селективность по отношению к другим цефалоспорином. Показана возможность применения сенсоров на основе Ag(Ceftx)2TDA для определения антибиотиков в смешанной слюне.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Твердодоконтактные потенциометрические сенсоры, цефалоспориновые антибиотики, водные и биологические среды.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Целью работы является создание твердодоконтактных и планарных потенциометрических сенсоров на основе соединения тетрадециламмония с комплексом серебро (I) — цефотаксим для определения некоторых цефалоспориновых антибиотиков в водных и биологических средах. Для достижения поставленной цели решены задачи: синтезировано электродноактивное вещество — соединение тетрадециламмония с комплексом серебро (I) — цефотаксим; изготовлены пластифицированные мембраны и углеродсодержащие чернила; определены электроаналитические и операционные характеристики твердодоконтактных и планарных сенсоров на основе Ag(Ceftx)2TDA и проведена их сравнительная оценка; показано применение сенсоров для определения некоторых цефалоспориновых антибиотиков в водных и биологических средах.

ВВЕДЕНИЕ

Цефалоспориновые антибиотики применяются в терапии больных синуситами, внебольничной пневмонии и других инфекционно-соматических патоло-

гий. Использование потенциометрических сенсоров при исследовании фармакокинетики антибиотиков, определения максимальной терапевтической дозы является актуальным. Ранее на кафедре аналитической химии были разработаны жидкоконтактные сенсоры на основе соединений тетраалкил-аммония с комплексом серебро (I) — β -лактамный антибиотик. Основным недостатком — использование сенсоров только в вертикальном положении. Твердоконтактные и планарные сенсоры позволяют проводить исследования при любой ориентации в пространстве и в микрообъемах проб, что важно для анализа биологических жидкостей.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Методы исследования: потенциометрия, pH-метрия, спектроскопия. В качестве электродноактивных соединений (ЭАС) в мембранах сенсоров использовали соединение тетрадецил-аммония (TDA) с комплексным соединением серебро (I) — цефотаксим $\text{Ag}(\text{Ceftx})_2$. Комплекс получали при взаимодействии нитрата серебра с цефотаксимом (pH=8). Пластифицированная мембрана содержала ЭАС, растворитель-пластификатор — дибутилфталат и поливинилхлорид (СЭАС = 3.2 %); электронный проводник — графит. Углеродсодержащие чернила содержали ЭАС, порошок углерода, дибутилфталат, ПВХ, смесь циклогексанона и ацетона в соотношении 1:1 (СЭАС = 2 %). В качестве материалов подложки выбран полиэфир; токоотвод — медная проволока.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Оценены электроаналитические и операционные характеристики исследуемых сенсоров в растворах цефотаксима, цефазолина, цефтриаксона, цефепима, цефалексина и цефуросима: интервал линейности электродный функций, угловые коэффициенты, время отклика, дрейф потенциала, предел обнаружения и срок службы. Электроаналитические характеристики сенсоров в растворах цефотаксима приведены в табл. 1.

Таблица 1. Электроаналитические характеристики сенсоров на основе $\text{Ag}(\text{Ceftx})_2\text{TDA}$ ($n=3$, $p=0.95$)

Электроаналитические характеристики	Сенсоры	
	твердоконтактный	планарный
$E=f(C)$, М	$5 \cdot 10^{-5} - 1 \cdot 10^{-1}$	$1 \cdot 10^{-4} - 1 \cdot 10^{-1}$
S, МВ/Рс	55 ± 5	45 ± 4
$C_{p,\min}$, М	$5 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-4}$
$t_{\text{стац}}$, с (10^{-2} М)	130	50
V_{\min} , мл	0,02	0,02

Твердоконтактный сенсор по своим электроаналитическим характеристикам превосходит планарный, но основное преимущество последнего заключается в том, что он может быть использован при анализе малых объемов проб.

Была изучена селективность сенсоров к различным цефалоспориновым антибиотикам. Сенсоры на основе $\text{Ag}(\text{Ceftx})_2\text{TDA}$ не проявляют чувствительность к таким цефалоспорином как цефуросим и цефалексин (угол наклона электродной функции 12 и 9 соответственно), но реагирует на цефазолин ($\alpha = 52$), цефтриаксон и цефепим ($\alpha = 24$ и 23 соответственно; двухзарядные ионы).

В литературе имеются сведения о селективности жидкоконтактного сенсора на основе $\text{Ag}(\text{Ceftx})_2\text{TDA}$ к неорганическим ионам. ИСЭ являются высоко-селективными по отношению к следующим неорганическим ионам: Cl^- , Br^- , HCO_3^- , H_2PO_4^- , CO_3^{2-} , HPO_4^{2-} . Коэффициенты селективности свидетельствуют о возможности определения цефалоспориновых антибиотиков при 10–100 кратных избытках мешающих неорганических ионов. Это является особенно важным при использовании потенциометрических сенсоров в анализе биологических жидкостей.

Твердоконтактные сенсоры и электроды, изготовленные методом трафаретной печати на основе $\text{Ag}(\text{Ceftx})_2\text{TDA}$ были применены для определения цефотаксима в модельных водных растворах и на фоне ЖРП (табл. 2).

Таблица 2. Результаты определения цефотаксима в модельных растворах

	Водный раствор			ЖРП		
	Введено, мг/25мл	Найдено, мг/25мл	D, %	Введено, мг/10мл	Найдено, мг/10 мл	D, %
Твердоконтактный сенсор	2,3	1,9 ± 0,4	13	1,0	1,3 ± 0,3	13
	5,7	5,9 ± 1,0	13	2,3	2,5 ± 0,4	10
	22	26 ± 5	13	10	9,6 ± 1,7	7,2
	57	64 ± 7	12	22	23 ± 6	2,3
Планарный сенсор	Водный раствор			ЖРП		
	Введено, мг/25мл	Найдено, мг/25мл	D, %	Введено, мг/10мл	Найдено, мг/10 мл	D, %
	2,3	2,0 ± 0,4	12	1,0	0,8 ± 0,3	14
	5,7	5,9 ± 1,0	3,5	2,3	2,2 ± 0,5	3,6
	22	24 ± 5	4,9	10	10 ± 2	3,7
57	58 ± 7	3,1	22	22 ± 2	2,8	

Относительная погрешность измерения варьируется в пределах 2–14%. Данные значения являются приемлемыми, поскольку в методе прямой потенциометрии, в связи с существованием логарифмической зависимости потенциала от определяемой концентрации, погрешность измерения может достигать 20%.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Макарова Н. М., Кулапина Е. Г. Планарные потенциометрические сенсоры на основе углеродных материалов для определения додецилсульфата натрия // Электрохимия. 2015. Т. 51. № 7. С. 757–764.
2. Кулапина О. И., Михайлова М. С., Кулапина Е. Г. Ионметрическое определение цефуросима и цефуросим ацетата в биологических и лекарственных средах. // Известия Саратов. ун-та. 2013. Т. 13. № 3. С. 3.
3. Кулапина О. И., Барагузина В. В., Скобликова Н. В. Ионметрическое определение цефотаксима в биологических средах. // Хим.-фарм. журн. 2008. Т. 42. № 3. С. 48–50.
4. Леус П. А., Троцкая О. С., Лобко С. С. и др. Смешанная слюна (состав, свойства, функции) // Учеб.-метод. пособие Минск: БГМУ. 2004 С. 42.

SUMMARY OF THE PROJECT

For the first time for the determination of some cephalosporin antibiotics the solid-state and planar sensors based on compounds tetradecylammonium with the complex silver (I) — cefotaxime were designed. Their electroanalytical, operational characteristics, and selectivity were studied. The sensors based on $\text{Ag}(\text{Ceftx})_2\text{TDA}$ were used for determination antibiotics in mixed saliva.

KEYWORDS

Solid-state potentiometric sensors, cephalosporin antibiotics, aqueous and biological fluids.

ДОКЛАДЧИК

Хизриева Салима Салимовна
Khizrieva Salima

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Антиоксидантная активность растительных алкалоидов глауцина и дес-глауцина в биолюминесцентной тест-системе (*in vivo*) и в реакции с ДФПГ

ОРГАНИЗАЦИЯ

Южный федеральный
университет

РЕЗЮМЕ

На основании результатов биолюминесцентного анализа и теста с ДФПГ показано, что методика трансформации модельного апорфинового алкалоида — глауцина в его фенантреновый изомер с использованием среды субкритической воды, позволяет получить дес-глауцин, антиоксидантные свойства которого многократно превышают активность глауцина. Предлагаемый подход может быть с успехом использован для получения редко встречающихся в природе растительных фенантреновых алкалоидов и их производных из алкалоидов апорфинового ряда, а также определению их антиоксидантных свойств и биологической активности с целью создания новых фармацевтических субстанций.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Глауцин, дес-глауцин, субкритическая вода, биолюминесценция, ДФПГ, антиоксидантная активность.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Цель работы — изучение антиоксидантной активности апорфинового алкалоида глауцина и полученного в субкритической воде фенантренового алкалоида — дес-глауцина.

Для реализации цели были поставлены следующие задачи:

1. Изучить влияние глауцина и дес-глауцина на кинетику биолюминесценции генетически модифицированного штамма *E. coli* MG1655 (pKatG-lux).
2. Изучить влияние глауцина и дес-глауцина на индукцию биолюминесценции штамма *E. coli* MG1655 (pKatG-lux) в условиях окислительного стресса, индуцированного H_2O_2 .
3. Изучить активность глауцина и дес-глауцина в антирадикальной реакции с ДФПГ с использованием спектрофотометрии.
4. Провести сравнение антиоксидантной активности апорфинового алкалоида глауцина и полученного в среде субкритической воды фенантренового алкалоида — дес-глауцина.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время растет число исследований физико-химических и биологических свойств вторичных растительных метаболитов высших растений, широко используемых в народной медицине, к которым относится и семейство апорфиновых алкалоидов (глауцин, болдин). Фенантреновые алкалоиды обладают, как правило, более высокими показателями биологической активности, в том числе мощными антиоксидантными свойствами, но в природе представлены значительно слабее, чем их апорфиновые аналоги, что ограничивает их использование в лечебной практике. В этой связи весьма актуальным представляется поиск методов для получения новых субстанций на основе фенантреновых алкалоидов из их апорфиновых аналогов и изучение их антиоксидантных свойств.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Для получения фенантренового алкалоида дес-глауцина (д-ГЛ) использовали метод, разработанный в НИИ ФОХ ЮФУ. Дес-глауцин получен в среде субкритической воды ($t=220\text{ }^\circ\text{C}$) в результате реакции изомеризации глауцина (ГЛ). Антиоксидантную активность алкалоидов изучали *in vivo* биолюминесцентным методом и в антирадикальной реакции с ДФПГ (1,1-дифенил-2-пикрилгидразила). Для ана-

лиза биологического действия и антиоксидантных свойств ГЛ и д-ГЛ использовали биолюминесцентный штамм *E. coli* MG1655 (pKatG-lux), содержащий стрессовый промотор, специфичный к окислительному стрессу, индуцированному H_2O_2 . Принцип метода состоит в определении способности вещества подавлять токсичность перекиси водорода в SOS-lux тесте. Оценивали влияние алкалоидов на фактор индукции биолюминесценции в условиях окислительного стресса и протекторную (антиоксидантную) активность. Активность глауцина и дес-глауцина изучена в реакции с ДФПГ, которая является одним из наиболее известных и точных методов определения антиоксидантной активности модельных соединений. При смешивании растворов ДФПГ и вещества, обладающего антиоксидантными свойствами, ДФПГ восстанавливается и переходит в стабильную нерадикальную форму, процесс восстановления сопровождается изменением цвета раствора и уменьшением оптической плотности в области 517 нм. Спектры поглощения ГЛ и д-ГЛ имеют нулевое поглощение в области 517 нм и позволяют анализировать изменение в спектре поглощения ДФПГ без дополнительной корректировки.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Антиоксидантную активность апорфинового алкалоида глауцина (ГЛ) и фенантренового алкалоида дес-глауцина (д-ГЛ), синтезированного в среде субкритической воды, изучали биолюминесцентным методом и в антирадикальной реакции с ДФПГ.

Изучено влияние ГЛ и д-ГЛ на кинетику биолюминесценции штамма *E. coli* MG1655 (pKatG-lux) в отсутствие окислительного стресса (без добавления H_2O_2). Результаты демонстрируют отсутствие каких-либо токсических эффектов исследованных алкалоидов в отношении биолюминесценции штамма *E. coli* MG1655 (pKatG-lux) в концентрациях от 1 мкМ до 0,8 мМ.

In vivo антиоксидантную активность алкалоидов оценивали по снижению индукции биолюминесценции штамма *E. coli* MG1655 (pKatG-lux), вызванной обработкой бактерий H_2O_2 . При добавлении алкалоида, как ГЛ, так и д-ГЛ, зарегистрировали уменьшение фактора индукции биолюминесценции, что свидетельствует о снижении токсического действия H_2O_2 на бактериальные клетки. Показатели антиоксидантной активности, определенные в биолюминесцентном тесте, в случае д-ГЛ были значительно выше, чем для изомера — ГЛ. Так, при концентрации д-ГЛ 0,2 мМ величина протекторной активности составила 86%, в то время как для ГЛ при этой же концентрации в 9,5 раз ниже — 9,3%. Для фенантренового алкалоида д-ГЛ, полученного в среде субкритической воды зарегистрированы достаточно высокие значения антиоксидантной активности по сравнению с другими, ранее изученными антиоксидантами (аскорбата — 49%, урата — 66%, аллантаина — 93%).

Антирадикальную активность ГЛ и д-ГЛ изучали в реакции с ДФПГ в этаноле. В реакции с ДФПГ поведение ГЛ и д-ГЛ сильно отличаются. Дес-глауцин (1 мМ) реагирует с ДФПГ на много быстрее, приводя к снижению оптической плотности ДФПГ на 83% за 5 минут реакции, в то время как глауцин всего на 6%. Влияние дес-глауцина также сопровождается большими изменениями в спектре поглощения ДФПГ и эффект увеличивается с ростом концентрации алкалоида. Установлено «эффективное содержание» алкалоида (EC_{50}), которое необходимо для уменьшения количества свободных радикалов ДФПГ в 2 раза. Величина EC_{50} для д-ГЛ составила 0,3 мМ, для ГЛ — 5,3 мМ. Результаты исследований показали, что методика трансформации модельного апорфинового алкалоида — ГЛ в его фенантреновый изомер с использованием среды субкритической воды, позволяет получить д-ГЛ, антиоксидантные свойства которого многократно превышают активность ГЛ и открывают перспективы использования д-ГЛ в качестве дополнительной неферментативной антиоксидантной системы для защиты живых организмов в условиях окислительного стресса.

Предлагаемый подход может быть с успехом использован для получения редко встречающихся в природе растительных фенантреновых алкалоидов и их производных из широко представленных в растительном мире алкалоидов апорфинового ряда, а также определению их антиоксидантных свойств и биологической активности.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Borisenko S.N., Bicherov A.V., Pavlyuk O.V., Rudnev M.I., Borisenko N.I., Vetrova E.V. and all. // Russian Journal of Physical Chemistry B. — 2009. — V. 3. — №8. — P. 1131–1133.
2. Spasova M. and all. // Advances in experimental medicine and biology. — 2009. — V. 611. — P. 267–268.
3. Baueroва K., Bezek S. // Gen PhysiolBiophys. — 1999. — V. 18. P. 15–20.
4. Zavlilgelsky G. B. and all. // Mutation Research. — 2007. — V. 634. — P. 172–176.
5. Ben-Israel O. and all. // Appl. Environ. Microbiol. — 1998. — V. 64. — P. 4346–4352.
6. Чистяков В. А. и др. // Биохимия. — 2012. — Т. 77. — №7. — С. 932–935.
7. Karadag A. and all. Review of Methods to Determine Antioxidant Capacities // Food Anal. Methods. — 2009. — V. 2. — P. 41–60.
8. Sharma O.P., Bhat T.K. // Food Chemistry 113 (2009) 1202–1205.
9. Сазыкина, М. А. Генотоксичность донных отложений р. Дон (2001–2007 гг.) // Водные ресурсы. — 2012. — Т. 39. — №1. — С. 92.

SUMMARY OF THE PROJECT

The results of bioluminescence assay and a DPPH test demonstrated that the method of transformation model aporphine alkaloid — glaucine to phenanthrene isomer in medium of subcritical water provides antioxidant activity of des-glaucine (secoglaucine), which is many times higher than that of glaucine. The proposed approach can be successfully used for production rare phenanthrene derivatives alkaloids from alkaloids aporphine series, as well as the determination of their antioxidant properties and biological activity to develop new pharmaceutical substances.

KEYWORDS

Glaucine, des-glaucine, subcritical water, bioluminescence, DPPH, antioxidant activity.

ДОКЛАДЧИК

Чернов Федор Александрович
Chernov Fedor

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Синтез новых замещенных индолов

ОРГАНИЗАЦИЯ

Ярославский государственный
технический университет

РЕЗЮМЕ

Работа посвящена решению актуальной проблемы: разработке общих методов синтеза индолов, находящих свое применение в качестве удобных для модификации прекурсоров для получения новых биологически активных соединений. В работе приводятся результаты исследований и разработаны способы получения неописанных в литературе замещенных индол-5,6-дикарбонитрилов и 2-(арил)пирроло[3,4-f]индол-5,7(1H,6H) — дионов, полученные в основном за счет химической модификации исходных 4-нитро-5-фенацилфталонитрилов. Представленные в работе физико-химические характеристики указанных веществ (ИК-, ЯМР-спектрокопии) подтверждают высокую степень структурного исследования соединений.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Органическая химия, синтез, замещенные индолы, исследование, спектры.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Разработка методов синтеза неописанных в литературе замещенных индолов на основе 5-нитро-4-фенацилфталонитрилов и изучение свойств синтезированных соединений.

ВВЕДЕНИЕ

Синтез соединений с индольным циклом традиционно является объектом интенсивных исследований, что связано с наличием уникальных свойств у структур данного ряда. Замещенные индолы являются важнейшими составляющими гетероциклов: входят в состав широко используемых лекарственных препаратов, стимуляторов роста растений и являются составной частью многих алкалоидов и используются в синтезе биологически-активных веществ (БАВ). В последнее время возрос интерес к замещённым фталонитрилам и индолам, которые проявили себя в качестве мощных и селективных ингибиторов моноаминоксидазы А (МАО-А) и Б (МАО-Б) и перспективны для лечения нейродегенеративных расстройств.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Первоначально, при обработке 2-арил-1-гидроксииндол-5,6-дикарбонитрилов, реактивом Вильсмайера вместо 3-формильного соединения была выделена трудноразделимая смесь продуктов. Доминирующим, оказался 3-хлориндол, а в качестве основной примеси — димерный продукт. Такой результат, вероятно, связан с неустойчивостью гидроксильной группы индола, которая в условиях реакции замещалась на атом хлора, а затем происходила перегруппировка, что в результате приводило к образованию в основном 3-хлориндолов. Представленные в работе физико-химические характеристики указанных веществ (ИК-, ЯМР-спектроскопии, данных РСА) подтверждают высокую степень структурного исследования синтезированных соединений, что свидетельствует о высокой надёжности и достоверности полученных результатов. Кроме того, приведены результаты практических испытаний большинства синтезированных соединений, установлено, что ряд синтезированных 3-замещенных индол-5,6-дикарбонитрилов проявил высокую активность и селективность при ингибировании в субмикромольных концентрациях МАО-А и МАО-Б.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

1. Впервые установлено, что при формилировании замещенных 1-гидроксииндол-5,6-дикарбонитрилов с использованием реактива -Хаака из-за неустойчивости гидроксильной группы основным доминирующим продуктом реакции являлся 3-хлориндол-5,6-дикарбонитрил, а при проведении аналогичной реакции с использованием N-метоксииндолов были получены целевые 2-арил-1-метокси-3-формилиндол-5,6-дикарбонитрилы.
2. Предложен селективный метод синтеза новых 2-арил-3-бром-1-гидроксииндол-5,6-дикарбонитрилов, основанный на бромировании 2-арил-1-гидроксииндол-5,6-дикарбонитрилов бромсукцинимидом в присутствии перекиси водорода, вероятно протекающий по радикальному механизму замещения водорода на бром.
3. Впервые предложен двухстадийный метод синтеза ранее неописанных в литературе 3-карбонилзамещенных индол-5,6-дикарбонитрилов, основанный на формилировании 4-(2-R-2-оксоэтил) — 5-нитрофталонитрилов с использованием реактива -Хаака и последующей восстановительной циклизации.
4. Изучены и пространственное строение синтезированных соединений. Для 5 ключевых соединений проведено рентген-структурное исследование. Строение новых соединений подтверждено данными ИК-, ^1H - и ^{13}C -ЯМР спектроскопии в том числе двумерной корреляционной спектроскопии, а их чистота доказана результатами элементных анализов.
5. Большинство полученных соединений испытано в качестве ингибиторов МАО — А и МАО — Б и установлено, что ряд индол-5,6-дикарбонитрилов являются селективными ингибиторами к одной из изоформ МАО (А/Б) в субмикромольных концентрациях.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Sunbderg, R. J. Indoles / R. J Sunbderg // N. Y Academic Press. — 1996. — Vol. 7. — 176 p.

2. Kaushik, N.K. Biomedical Importance of Indoles / N.K. Kaushik, N. Kaushik, P. Attri, N. Kumar et al. // *Molecules*. — 2013. — Vol. 18. — P. 6620–6662.
3. Acheson, R. M., A.R. *Advances in heterocyclic chemistry* / R.M. Acheson // N.Y. Academic Press. — 1990. — Vol. 51. — P. 106–177.
4. Clark, R.D. The Leimgruber-Batcho indole synthesis / R.D. Clark, D.B. Repke // *Heterocycles*. — 1964. — Vol. 22. — №.1. — P. 195–199.
5. Somei, M. A facile route to 1-acetoxy- and 1-methoxyindols / M. Somei, T. Shoda // *Heterocycles*. — 1981. — Vol. 16. — №.9. — P. 1523–1525.
6. Clark, R.D. Some observations on the formation of 1-Hydroxyindoles / R.D. Clark, D.B. Repke. *J. Het. Chem.* — 1985. — Vol. 22. — P. 121–125
7. Wong, A. A General synthesis of N-hydroxy-indoles / A. Wong, J. Kuethe, I. Davies // *J. Org. Chem.* — 2003. — Vol. 68. — №.25.

SUMMARY OF THE PROJECT

The work is devoted to solving the urgent problem: the development of common methods for the synthesis of indoles, which find their application as convenient precursors to modify for new biologically active compounds. The paper presents the results of research and developed methods for producing undescribed in the literature of substituted indole-5,6-dicarbonitrile and 2- (aryl) pyrrolo [3,4-f] indole-5,7 (1H, 6H) — dione prepared in substantially by chemical modification of the starting 4-nitro-5-fenatsilftalonitrilov.

KEYWORDS

Organic chemistry, synthesis of substituted indoles study spectra.

ДОКЛАДЧИК

Шолидодов Мехроб
Рустамбекович
Sholidodov Mekhrob

НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА

Исследования фазовых равновесий многокомпонентных водно-спиртовых-солевых систем методом трансляций

ОРГАНИЗАЦИЯ

Омский государственный
аграрный университет имени
П. А. Столыпина

СОАВТОР(Ы) ДОКЛАДА

Набиев Аъзамджон
Абдухалимович

РЕЗЮМЕ

Процессы растворения и кристаллизации солей в водных и водно-спиртовых многокомпонентных системах регулируются состояниями фазовых равновесий. Поэтому знание состояния фазовых равновесий водно-солевых и водно-спиртовых-солевых многокомпонентных систем выступает научной основой при разработке оптимальных условий переработки полиминерального природного и технического сырья галургическим методом. Отсутствие данные о растворимости солей натрия в водно-спиртовых растворах проявляет актуальность по изучение этой проблемы, который даёт нам новые знание о растворимости солей натрия в водно-спиртовых системах.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Метод трансляции — фазовые равновесия — компоненты — диаграмма — геометрические образы — невариантные точки — моновариантные кривые — дивариантные поля.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Целью данной работы — является опеределение возможных фазовых равновесий в четырехкомпонентной системе Na_2SO_4 - Na_2CO_3 - $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ - H_2O , составляющих её трехкомпонентных систем при 250 °С, построение их замкнутых фазовых диаграмм методом трансляции и изучение растворимости в их невариантных точках.

Для достижения поставленной цели решены следующие задачи:

- методом трансляции определены фазовые равновесия системы $\text{Na}_2\text{SO}_4\text{-Na}_2\text{CO}_3\text{-H}_2\text{O-C}_2\text{H}_6\text{O}$ при 250°C и построена её замкнутая фазовая диаграмма при этой температуре;
- построенная диаграмма фрагментирована по областям кристаллизации отдельных равновесных твёрдых фаз.

ВВЕДЕНИЕ

Исследование фазовых равновесий многокомпонентных систем является одной из актуальных задач теоретической химии, химической технологии и экологии. Закономерности фазовых равновесий многокомпонентных водно-солевых систем определяют условия растворения и кристаллизации солей при галургической переработке сложного природного и технического (отходов производства) минерального сырья.

Выбор темы работы связан с тем, что жидкие отходы промышленного производства алюминия, в т.ч. на Таджикском алюминиевом заводе, включают сульфаты, карбонаты, гидрокарбонаты и фториды натрия, которые составляют многокомпонентную водно-солевую систему $\text{Na}_2\text{SO}_4\text{-Na}_2\text{CO}_3\text{-NaHCO}_3\text{-NaF-H}_2\text{O}$.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Методы исследования:

1. Растворимость для определения изменение растворимости при добавлении этанола в водных растворах солей натрия.
2. Кристаллооптический метод для установления формы кристаллов солей натрия образующихся из растворов с переменной концентрации этанола.
3. Трансляция метод, позволяющих транслировать невариантные точки уровня трехкомпонентного состава на уровне четырехкомпонентного состава.

Материал исследования:

Растворимость и фазовых состоянии трехкомпонентных систем, которые составляют данную четырехкомпонентную систему, изучение изменение физико-химические свойств водных растворах солей натрия при добавлении этанола.

ОПИСАНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Для построения диаграммы фазовых равновесий в четырехкомпонентной системе $\text{Na}_2\text{SO}_4\text{-Na}_2\text{CO}_3\text{-H}_2\text{O-C}_2\text{H}_6\text{O}$ при 250°C были использованы диаграммы фазовых равновесий в соответствующих трехкомпонентных системах. При этом использован метод трансляции, основанный на принципе совместности.

Здесь и далее E обозначает невариантную точку с верхним индексом, указывающим на кратность точки (компонентность системы), и нижним индексом, указывающим на порядковый номер точки. По данным табл. 4 построена диаграмма фазовых равновесий системы $\text{Na}_2\text{SO}_4\text{-Na}_2\text{CO}_3\text{-H}_2\text{O-C}_2\text{H}_6\text{O}$, на уровне трехкомпонентного состава, в виде «Развертки» призмы (рис. 1). На рисунке четко видно, как точки от уровня трехкомпонентного состава транслируются на уровень четырехкомпонентного состава. На этом примере проявляется преимущество метода трансляции над другими известными методами при изучении и прогнозировании фазовых равновесий в многокомпонентных водно-солевых и водно-спиртово-солевых системах.

При трансляции невариантных точек уровня трёхкомпонентного состава на уровень четырёхкомпонентного состава (математически реализуемого при сочетании невариантных точек, отличающихся друг от друга на одну фазу), образуются следующие невариантные точки уровня четырёхкомпонентного состава.

Анализ полученных результатов показывает, что три из невариантных точек уровня трехкомпонентного состава «сквозным» методом не транслированы на уровень четырехкомпонентного состава. При «односторонней» трансляции

они приводят к образованию следующих невариантных точек уровня четырехкомпонентного состава:

Как видно из рис. 2, в качестве геометрической фигуры при этом использован равносторонний треугольник, стороны которого являются координатными остовами солевой части составляющих трехкомпонентных систем. Поэтому, на стороны треугольника схематично проецированы положения невариантных точек соответствующих трехкомпонентных систем.

На диаграмме кроме вышеизложенных невариантных точек, отражены также дивариантные поля однонасыщения твёрдыми фазами S, Те, Мб, С · 10, С · 7, С · 1 и С, а также 11 моновариантных кривых двунасыщения, две из которых образованы в результате трансляции невариантных точек уровня трехкомпонентного состава на уровень четырехкомпонентного состава. Фазовый состав осадков в них идентичен фазовому составу соответствующих невариантных точек уровня трехкомпонентного состава.

На этом уровне компонентности дивариантные поля определяют условия равновесия одной, моновариантные кривые двух, а невариантные точки — трёх твёрдых фаз с насыщенным раствором.

Метод трансляции позволяет нам фрагментировать построенную диаграмму по полям кристаллизации отдельных фаз.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Аносов В.Я., Озерова М.И., Фиалков Ю.Я. Основы физико-химического анализа. — М.: Наука, 1976. — 503 с.
2. Справочник экспериментальных данных по растворимости многокомпонентных водно-солевых систем. Т. II., кн. 1–2. СПб.: Химиздат, 2004. — 1247 с.
3. Солиев Л. Прогнозирование строения диаграмм фазовых равновесий многокомпонентных водно — солевых систем методом трансляции. — М., 1987. 28 с. Деп. В ВИНТИ АН СССР 20.12.87 г. № 8990 В87.
4. Солиев Л. Прогнозирование фазовых равновесий в многокомпонентной системе морского типа методом трансляции (книга 1). — Душанбе: ТГПУ. 2000. — 247 с.
5. Горощенко Я.Г. Массцентрический метод изображения многокомпонентных систем. — Киев: Наукова думка, 1982. — 264 с.
6. Справочник экспериментальных данных по растворимости многокомпонентных водно-солевых систем. Т. I., кн. 1–2. — СПб.: Химиздат, 2003. — 1151 с.

SUMMARY OF THE PROJECT

The processes of dissolution and crystallization of salts in aqueous and aqueous-alcoholic multicomponent systems are regulated by the states of phase equilibria. Therefore, knowledge of the state of phase equilibrium of water and salt, and water-alcohol-salt multicomponent systems serves the scientific basis for the development of optimal processing conditions polymineral natural and technical raw materials halurgical method. The lack of data on the solubility of sodium salts in the aqueous-alcoholic solution shows the relevance of the study on this issue, which gives us new knowledge about the solubility of sodium salts in the water-alcohol systems.

KEYWORDS

Translation method — phase balances — connected diagram — component's — nonvariats points — lines of monovariants — squares of divariants.

raw materials halurgical method. The lack of data on the solubility of sodium salts in the aqueous-alcoholic solution shows the relevance of the study on this issue, which gives us new knowledge about the solubility of sodium salts in the water-alcohol systems.

KEYWORDS

Translation method — phase balances — connected diagram — component's — nonvariats points — lines of monovariants — squaires of divariants.

«НАУКА БУДУЩЕГО — НАУКА МОЛОДЫХ»

Дирекция форума — ООО «Инконсалт К»

Издательство — Инконсалт К

115035 г. Москва, 3-й Кадашевский пер., д. 6/2

