

Набережночелнинский институт  
Казанского Федерального Университета

*Электронный журнал*

Социально-экономические  
и технические системы:  
исследование,  
проектирование,  
оптимизация

№2(85)2020г.



*Журнал " основан в 2003 г. и является рецензируемым сетевым научным изданием.  
Учредитель – ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет».*

*Издатель – Набережночелнинский институт Казанского (Приволжского) федерального  
университета.*

*Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных  
технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор).*

*Свидетельство о регистрации Эл №ФС77-62607 от 31.07.2015.*

**ISSN: 1991-6302**

*Материалы журнала размещаются на сайте Научной электронной библиотеки,  
включаются в национальную информационно-аналитическую систему РИНЦ  
(Российский индекс научного цитирования)*

**Адрес редакции:** 423823, г. Набережные Челны, пр. Мира, д. 68/19

**Контактный телефон:** (8552) 39-71-40

**Сайт журнала:** <https://kpfu.ru/chelny/science/sets>

**E-mail:** [SETS\\_KFU@mail.ru](mailto:SETS_KFU@mail.ru)

**Главный редактор**

Ганиев М.М., доктор технических наук, профессор

**Заместитель главного редактора**

Симонова Л.А. – доктор технических наук, профессор

**Ответственный секретарь**

Макарова И.В., доктор технических наук, профессор

**Технический редактор**

Валиев А.М.

**Редколлегия:**

**Валиев Р.З.**, доктор физико-математических наук, профессор, Уфимский государственный авиационный технический университет (г. Уфа).

**Ваславская И.Ю.** доктор экономических наук, профессор, Набережночелнинский институт Казанского федерального университета (г.Набережные Челны).

**Виноградов А.Ю.**, доктор технических наук, профессор, Тольяттинский государственный университет (г. Тольятти).

**Габбасов Н.С.**, доктор физико-математических наук, профессор, Набережночелнинский институт Казанского федерального университета (г. Набережные Челны).

**Гунаре М.Г.**, доктор политических наук, Балтийская международная академия (г. Рига, Латвия).

**Дмитриев А.М.**, доктор технических наук, профессор, член-корреспондент РАН, Московский государственный технологический университет «Станкин», (г. Москва).

**Зазнаев О.И.**, доктор юридических наук, профессор, член Российской академии политических наук, Американской ассоциации политической науки, Международной ассоциации политической науки, Казанский федеральный университет (г.Казань)

**Ильин В.В.** – доктор философских наук, профессор, Российский государственный аграрный университет – Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева (г. Москва)

**Исавнин А.Г.** доктор технических наук, профессор, Набережночелнинский институт Казанского федерального университета (г. Набережные Челны).

**Исрафилов И.Х.** - доктор технических наук, профессор, Набережночелнинский институт Казанского федерального университета (г. Набережные Челны).

**Киричек П.Н.**, доктор социологических наук, профессор, Международный государственный университет природы, общества и человека "Дубна" (г. Москва)

**Комадорова И.В.**, доктор философских наук, профессор, Набережночелнинский институт Казанского федерального университета (г. Набережные Челны).

**Кулаков А.Т.**, доктор технических наук, профессор, Набережночелнинский институт Казанского федерального университета (г. Набережные Челны).

**Маврин Г.В.**, кандидат химических наук, доцент, Набережночелнинский институт Казанского федерального университета (г. Набережные Челны).

**Макаров А.Н.** доктор экономических наук, профессор, Набережночелнинский институт Казанского федерального университета (г. Набережные Челны).

**Макарова И.В.**, доктор технических наук, профессор, Набережночелнинский институт Казанского федерального университета (г. Набережные Челны).

**Мустафина Д.Н.**, доктор филологических наук, доцент, Набережночелнинский институт Казанского федерального университета (г. Набережные Челны).

**Панкратов Д.Л.**, доктор технических наук, профессор, Набережночелнинский институт Казанского федерального университета (г. Набережные Челны).

**Пуряев А.С.**, доктор экономических наук, профессор, Набережночелнинский институт Казанского федерального университета (г. Набережные Челны).

**Рааб Г.И.**, доктор технических наук, профессор, Уфимский государственный авиационный технический университет (г. Уфа).

**Сакаева Л.Р.**, доктор филологических наук, профессор, Казанский федеральный университет (г. Казань).

**Сибгатуллин Э.С.**, доктор физико-математических наук, профессор, Набережночелнинский институт Казанского федерального университета (г. Набережные Челны).

**Филькин Н.М.**, доктор технических наук, профессор, Ижевский государственный технический университет им. М.Т. Калашникова (г. Ижевск).

**Шибиков В.Г.**, доктор технических наук, профессор, Набережночелнинский институт Казанского федерального университета (г. Набережные Челны).

**ОГЛАВЛЕНИЕ**

<b>ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ: ПРОЕКТИРОВАНИЕ, ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ, ЭКСПЛУАТАЦИЯ .....</b>	<b>6</b>
Кулаков А.Т, Нуретдинов Д.И. ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ДВИГАТЕЛЯ ПО РАСХОДУ МАСЛА НА УГАР .....	6
Смирнова Н.Н. ГРИБОСТОЙКОСТЬ КОМПОНЕНТОВ ВОДОРАСТВОРИМЫХ СМАЗОЧНО- ОХЛАЖДАЮЩИХ ЖИДКОСТЕЙ.....	12
Болдырев А.В., Болдырев С.В, Карелин Д.Л. ВЕРИФИКАЦИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ УСТАНОВИВШЕГОСЯ ТУРБУЛЕНТНОГО ТЕЧЕНИЯ ЖИДКОСТИ В ПРОТОЧНОЙ ПОЛОСТИ ВИХРЕВОГО НАСОСА.....	21
Рахимов Р.Р., Звездин В.В. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЛАЗЕРНОЙ СВАРКИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ .....	29
Звездин В.В., Сыркин С. С., Хисамутдинов Р.М., Саубанов Р.Р. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЛАЗЕРНОЙ НАПЛАВКИ РЕЖУЩЕЙ КРОМКИ ФРЕЗЫ .....	37
Саубанов Р.Р., Звездин В.В., Хисамутдинов Р.М., Портнов С.М. УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ ЛАЗЕРНОЙ СВАРКИ.....	47
Захаров А.А., Зонина С.В. ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ФАСАДОВ И ПОКРЫТИЙ ЗДАНИЙ С САМОНЕСУЩИМ КАРКАСОМ ИЗ АЛЮМИНИЕВЫХ ПРЕССОВАННЫХ ПРОФИЛЕЙ .....	57
Pham Minh Son. PERCEPTION OF SAFETY CLIMATE AT WORK: THE INFLUENCE OF THE ORGANIZATIONAL CLIMATE .....	64
Новоселов О.Г. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ КУБИЧЕСКОЙ ПРОЧНОСТИ БЕТОНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕОРИИ ПЛАСТИЧНОСТИ.....	79
Щербинин Н.С., Насыров И.А. ОБРАБОТКА ТВЕРДЫХ ПРОДУКТОВ ПИРОЛИЗА ВОДОЙ СИСТЕМЫ ХОЛОДНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ .....	86
Салахова Л.М., Нуретдинов Д.И. БЕЗОПАСНОСТЬ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ПРИ ИХ ЭКСПЛУАТАЦИИ.....	94
Кукарцев В.Н., Мурузина Е.В. ПРИМЕНЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ В СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЯХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ 3D-ТЕХНОЛОГИЙ .....	101

**ИССЛЕДОВАНИЯ ЧЕЛОВЕКА И СОЦИАЛЬНЫХ СИСТЕМ ..... 113**

Валиуллина Д.А., Латыпова Г.Р.  
КОРПОРАТИВНЫЕ ОТНОШЕНИЯ КАК РАЗНОВИДНОСТЬ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ  
ОТНОШЕНИЙ ..... 113

Валиуллина Д.А., Филипов Д.В.  
ПОРЯДОК И ОСОБЕННОСТИ ЛЕГИТИМАЦИИ АУДИТОРОВ КАК ОСНОВНЫХ  
СУБЪЕКТОВ АУДИТОРСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ..... 120

Кривенкова М.В., Гильмутдинова Л.И.  
НЕОСНОВАТЕЛЬНОЕ ОБОГАЩЕНИЕ ПРИ РАСТОРЖЕНИИ ДОГОВОРА..... 128

Ющенко Н.А., Гуляев А.Д.  
САМОВОЛЬНОЕ ИЗМЕНЕНИЕ НЕДВИЖИМОГО ИМУЩЕСТВА В РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ (ПЕРЕУСТРОЙСТВО, ПЕРЕПЛАНИРОВКА, РЕКОНСТРУКЦИЯ,  
СМЕНА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ)..... 135

Сметанина Э.Ф.  
ПОРЯДОК ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЕРВОНАЧАЛЬНОГО ПРАВООБЛАДАТЕЛЯ ОБЪЕКТОВ  
ПРОМЫШЛЕННОЙ СОБСТВЕННОСТИ В МЕЖДУНАРОДНОМ ЧАСТНОМ ПРАВЕ 145

**ЭКОНОМИКА, УПРАВЛЕНИЕ И ФИНАНСЫ В УСЛОВИЯХ ИННОВАЦИОННОГО  
РАЗВИТИЯ ..... 152**

Сотников М.И.  
ФОРМИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СТРУКТУРЫ ГАП..... 152

## **ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ: ПРОЕКТИРОВАНИЕ, ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ, ЭКСПЛУАТАЦИЯ**

УДК 621.431

*Кулаков А.Т., доктор технических наук, профессор, Набережночелнинский институт ФГАОУ ВПО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»,*

*Нуретдинов Д.И., кандидат технических наук, доцент, Набережночелнинский институт ФГАОУ ВПО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»,*

*Назаров Ф.Л., аспирант, Набережночелнинский институт ФГАОУ ВПО «Казанский (Приволжский) федеральный университет».*

### **ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ДВИГАТЕЛЯ ПО РАСХОДУ МАСЛА НА УГАР**

*Аннотация: Оснащение двигателей внутреннего сгорания системой встроенного диагностирования является актуальной задачей. При этом важно разработать систему, которая не слишком усложняет конструкцию и не снижает общую надежность двигателя. В данной статье рассматриваются подходы к определению технического состояния двигателя по количественным и качественным параметрам масла.*

*Ключевые слова: двигатель внутреннего сгорания, цилиндропоршневая группа, диагностика, расход масла на угар, качество масла.*

Смазочная система важнейшей частью двигателя, определяющая его надёжность. На её долю приходится до 15% отказов двигателя, а от её состояния зависит ещё 25% отказов других узлов. Параметры смазочной системы дизеля значительно изменяются в процессе эксплуатации. Это можно объяснить количественными и качественными процессами.

В процессе эксплуатации количество масла в картере двигателя может снижаться по следующим причинам:

- попадание масла в камеру сгорания через неплотности в сопряжении «гильза-поршень», через маслоъемные колпачки или через неисправную систему вентиляции картера;

- подтекание масла через неплотности в картере и блоке цилиндров;

- попадание масла в систему охлаждения двигателя;

- выброс масла через турбокомпрессор в выхлопную систему.

Для двигателей с предельным состоянием технических параметров из всех вышеперечисленных случаев более вероятным является угар масла в связи с износом цилиндро-поршневой группы. На рис.1 представлен график изменения расхода масла на угар для двигателей КАМАЗ.

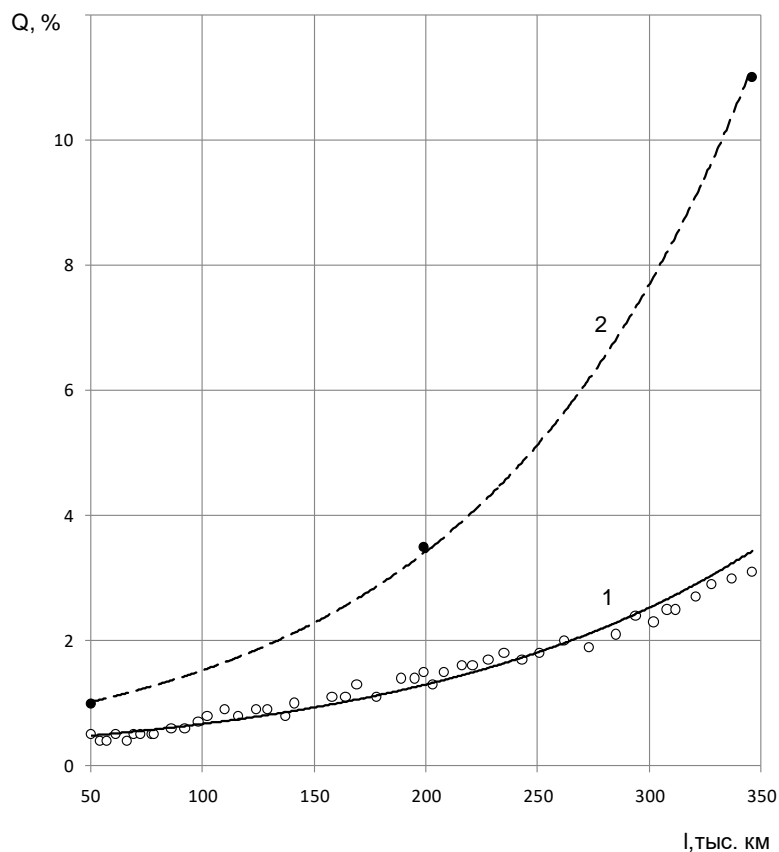


Рис. 1. Зависимость расхода масла на угар в % от расхода топлива двигателей КамАЗ в период после приработки: 1 – КамАЗ-740.11-240 (Евро-1); 2 – КамАЗ-740.10 [1, с. 204]

В отличие от давления масла в смазочной системе, по которому оценивается состояние подшипников коленчатого вала, предельное значение расхода на угар не имеет конкретного значения и в процессе эксплуатации ограничивается 2-2,5% от расхода топлива [1, с. 203].

Существуют несколько способов определения количества расходуемого масла. Первый способ: измерение долитого количества масла по мере снижения от отмеченного уровня на щупе за определенный период эксплуатации. Второй способ: измерение объема (массы) масла в картере двигателя методом слива его в мерную емкость до и после определенного периода эксплуатации. Надо отметить, что этот способ достаточно точный и лежит в основе стационарных испытательных стендов. Однако применение такого способа для встроенного диагностирования затруднено тем, что во время работы двигателя с картера невозможно полностью слить масло для измерения его объема. К тому же, данная система требует установки дополнительного насоса и устройства для измерения объема масла, что усложняет конструкцию двигателя.

Для встроенного диагностирования необходимо иметь более современный подход к измерению параметров. Объем расходуемого масла можно определить, используя датчик уровня, установленный на картере двигателя. Сейчас на многих современных автомобилях применяются электронный датчик уровня масла (рис. 2), и задача определения снижения объема масла в ходе эксплуатации практически решена.

Однако при эксплуатации недостаточно контроля уровня масла. Уровень может не снижаться в случае попадания в масло охлаждающей жидкости или топлива. При этом наблюдаются качественные изменения масла в картере (вязкость, плотность, температура вспышки). Это приводит к потере смазочных свойств масла и к сокращению ресурса двигателя.

Такие параметры работающего масла, как вязкость, плотность и щелочное число за время его использования (19-20 тыс. км) снижаются в 1,67–2 раза [1, с. 205]. На рис.3 представлена динамика изменения щелочного (1) и кислотного (2) чисел моторных масел в ходе эксплуатации.





Рис. 2. Датчик уровня масла двигателя автомобиля КАМАЗ-5490 [2]

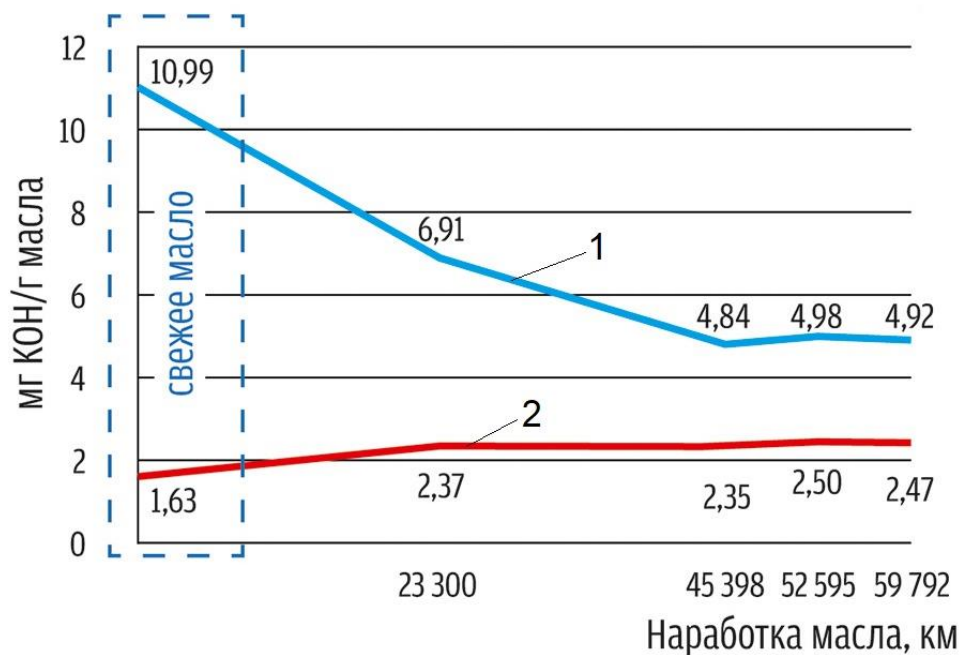


Рис. 3. Динамика изменения щелочного (1) и кислотного (2) чисел масла [3]

На двигателях некоторых современных автомобилей датчики состояния масла уже устанавливаются. В качестве примера можно привести датчик, используемый на автомобилях BMW (рис. 4), который оценивает состояние масла по изменению его диэлектрических свойств. Одновременно датчик измеряет и уровень масла в картере.



Рис. 4. Датчик состояния масла двигателя BMW N52 [4]

Для встроенного диагностирования необходимо применить датчик уровня, с помощью которого можно определить объем расходуемого масла. Так как объем масла в картере может компенсироваться другими примесями (топливо или охлаждающая жидкость), установить датчики, которые позволяют оценить качественные параметры масел, как вязкость и щелочное число.

При оснащении двигателя данными типами датчиков по показаниям в панели приборов автомобиля одновременно контролируется уровень и качество масла. При увеличении тенденции снижения объема масла близко к предельному значению, необходимо выполнить визуальный контроль картера двигателя на отсутствие подтеков. Если подтекания масла не наблюдается, необходимо проверить охлаждающую жидкость на наличие масла, также есть вероятность попадания масла в крыльчатки турбокомпрессора. Если вышеперечисленные случаи исключены, причиной снижения уровня будет являться угар масла с попаданием его в камеру сгорания через цилиндропоршневую группу или маслосъемные колпачки. При угаре масла увеличивается токсичность отработанных газов и изменяется их цвет.

В заключение можно отметить, что расход масла на угар может быть использован в роли диагностического параметра. На двигателях грузовых автомобилей с предельным износом расход составит 0,75–1 л/100 км. При суточном пробеге автомобиля 300 км расход масла составит 2,25–3 л, что вполне возможно измерить с достаточной точностью.

## Литература

1. Снарский С.В., Денисов А.С., Кулаков А.Т., Гафиятуллин А.А. Направления реализации бортового диагностирования цилиндропоршневой группы автомобильного дизеля по расходу масла на угар // [Проблемы экономичности и эксплуатации автотракторной техники](#): сборник материалов международного научно-технического семинара имени В.В. Михайлова. (Саратов, 15-16 мая 2019 г.). – Саратов, 2019. – С. 203-206.
2. Датчик уровня масла на КАМАЗ-5490. URL: <https://dispatcher-gruzoperevozok.biz/gde-raspolozhen-datchik-urovnya-masla-kamaz-5490> (дата обращения: 04.02.2020 г.).
3. Испытание масла Лукойл: что случилось после пробега 60000 км. URL: <https://5koleso.ru/articles/garazh/ispytanie-masla-lukoyl-chto-sluchilos-posle-probega-60-000-km> (дата обращения: 04.02.2020 г.).
4. Все об устройстве двигателя N52, датчик масла. URL: <https://www.drive2.ru/l/10269958> (дата обращения: 04.02.2020 г.).

---

*Kulakov A.T., doctor of technical Sciences, professor, Naberezhnye Chelny Institute of Kazan (Volga region) Federal University,*  
*Nuretdinov D.I., candidate of technical Sciences, assistant professor, Naberezhnye Chelny Institute of Kazan (Volga region) Federal University,*  
*Nazarov F.L., postgraduate, Naberezhnye Chelny Institute of Kazan (Volga region) Federal University.*

### CONTROL OF THE PRESSURE OF CARTER GASES OF A DIESEL ENGINE DURING TESTS AND IN OPERATION FOR A BUILT-IN DIAGNOSTIC SYSTEM

*Abstract: Equipping internal combustion engines with a built-in diagnostic system is an urgent task. It is important to develop a system that does not complicate the design too much and does not reduce the overall reliability of the engine. This article discusses approaches to determining the technical condition of the engine by the quantitative and qualitative parameters of the oil.*

*Key words: internal combustion engine, cylinder-piston group, diagnostics, oil consumption, oil quality.*

УДК 579.6

Смирнова Н.Н., кандидат биологических наук, доцент, Набережночелнинский институт ФГАОУ ВПО «Казанский (Приволжский) федеральный университет».

## ГРИБОСТОЙКОСТЬ КОМПОНЕНТОВ ВОДОРАСТВОРИМЫХ СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩИХ ЖИДКОСТЕЙ

*Аннотация:* При испытании тринадцати индивидуальных компонентов в качестве единственного источника углеродного питания оказалось, что их доступность варьируется в широких пределах: наилучший рост отмечался в случае олеиновой кислоты и масла И-12А, менее доступными источниками углеродного питания оказались триэтаноламинная соль олеиновой кислоты, триэтанолмин, циклогексанол. Испытания доступности компонентов СОЖ в качестве источников углерода и азота показали, что наибольший урожай биомассы наблюдался в среде с Хостакором ДТ. Морфолин и 2-меркаптобензтиазол в данных испытаниях проявили фунгицидную активность.

*Ключевые слова:* СОЖ, грибостойкость, актиномицеты, плесневые грибы, биостойкость, Хостакор ДТ. Морфолин, и 2-меркаптобензтиазол.

**Введение.** Смазочно-охлаждающие жидкости представляют собой многокомпонентные среды, которые хотя и частично лимитированы по азоту, на фоне избытка углеродсодержащих компонентов, могут являться специфической экологической нишей для плесневых грибов, вызывающих повреждение СОЖ и закупоривание проводящих систем. Один из путей повышения грибостойкости СОЖ – введение в их состав труднодоступных для микромицетов компонентов, а также ингибирующих их рост и развитие [1,2].

**Цель работы** - изучить способность микромицетов использовать компоненты СОЖ в качестве основных источников питания.

### **Материалы, методы исследования и результаты работы**

В качестве объектов исследования были выбраны вещества, традиционно используемые в составах СОЖ, в концентрациях, характерных для их рецептур (табл. 1).

Работа проводилась согласно требованиям микробиологических исследований [3,4].

Для изучения использования микромицетами составных частей СОЖ в качестве источников азота и углерода были использованы предварительно выделенные из рабочих СОЖ штаммы следующих грибов: *Aspergillus niger* RA5, *Penicillium crysogenum* PA7, *Trichoderma* sp. PA8. [5,6]. Схема опытов включала следующие варианты: а) при испытании отдельных компонентов в качестве единственных источников углерода эти вещества вносили в жидкую среду Чапека-Докса, не содержащую сахарозы; б) при испытании отдельных компонентов в качестве потенциальных источников азота их вносили в среду Чапека-Докса, из которой был исключен азотнокислый натрий; в) при оценке испытуемых веществ как потенциальных источников обоих органогенных элементов, из среды Чапека-Докса исключали сахарозу и азотнокислый натрий; г) для выявления ингибирующего действия на рост микромицетов отдельные компоненты вносили в полную среду Чапека-Докса.

При испытании тринадцати индивидуальных компонентов в качестве единственного источника углеродного питания оказалось, что их доступность варьируется в широких пределах (табл. 1). Наилучший рост отмечался в случае олеиновой кислоты и масла И-12А, представляющего собой смесь высококипящих углеводородов нефти. Урожай биомассы на этих компонентах составил  $1,334 \pm 0,004$  и  $1,760 \pm 0,02$  г/л соответственно. Однако, учитывая внесенные концентрации испытываемых веществ, необходимо отметить, что экономический коэффициент для олеиновой кислоты составляет 29%, в то время как для масла И-12А – 20%.

Среди сложных эмульгаторов более низкий урожай биомассы составлял на среде с триэтаноламиновой солью олеиновой кислоты:  $0,704 \pm 0,02$  г/л против  $1,050 \pm 0,003$  и  $1,030 \pm 0,002$  г/л соответственно с Хостакором ДТ и эмульталом.

Среди изучаемых спиртов более доступны в качестве источника углерода изопропанол и этиакарбитол, чем циклогексанол, поскольку урожай биомассы в варианте с изопропанолом составлял  $0,420 \pm 0,003$  г/л, с этилкарбитолом –  $0,417 \pm 0,004$  г/л, а с циклогексанолом –  $0,403 \pm 0,002$  г/л, что согласуется с данными литературы о более трудном росте плесневых грибов на циклических углеводородах по сравнению с углеводородами, имеющими разветвленную цепь [5].

Таблица 1

Способность микромицетов использовать СОЖ и их компоненты в качестве источника углерода

СОЖ и их компоненты	Конц. %	рН		Начало роста, сут.	Начало спороношен., сут.	Характер роста	Вес сухой биомассы, г/л
		нач. опыта	конец опыта				
Контроль-1 (ср. Чапека-Докса без N)		5,50	4,90	5	7	глубинн. поверхн.	0,002±0,001
Моноэтаноламин	0,20	10,0	9,54	16	отсут.	глубинн.	0,065±0,002
Триэтаноламин	0,20	9,65	9,25	15	отсут.	глубинн.	0,023±0,001
Циклогексанол	0,14	5,92	4,87	5	8	глубинн.	0,403±0,002
Этилкарбитол	0,14	6,46	5,91	8	11	поверхн.	0,417±0,004
Изопропанол	0,14	6,07	5,75	9	11	поверхн.	0,420±0,003
Олеиновая кислота	0,46	6,19	5,74	5	18	поверхн.	1,334±0,004
Масло И-12А	0,88	-	-	7	отсут.	поверхн.	1,360±0,002
Триэтаноламиновая соль олеиновой кислоты	0,35	7,97	6,74	14	отсут.	поверхн. слабый	0,704±0,001
Хостакор ДТ	0,35	8,91	8,26	8	12	глубинн.	1,050±0,003
Эмультал	0,35	-	-	9	отсут.	глубинн.	1,030±0,002
Морфолин	0,10	-	-	отсут.	отсут.	отсут.	отсут.
	0,20	-	-	отсут.	отсут.	отсут.	отсут.
2-меркаптобензтиазол	0,10	-	-	отсут.	отсут.	отсут.	отсут.

Примечание: – измерения не проводили

В вариантах с алканоламинами вес сухой биомассы составляет  $0,065 \pm 0,002$  г/л для моноэтаноламина и  $0,023 \pm 0,001$  г/л для триэтаноламина, хотя, согласно литературным данным (Witek et al., 1979), фунгицидное действие алифатических аминоспиртов по отношению к патогенным микроорганизмам, в частности, *Aspergillus niger*, проявлялось при концентрациях, превышающих 1 г/л. В наших же испытаниях она составляла 2 г/л. Очевидно, используемые в опытах грибы, выделенные из рабочих СОЖ, адаптированы к аминам, поскольку последние не только являются компонентами СОЖ, но и используются для корректировки физико-химических свойств в процессе их эксплуатации (для повышения рН, антикоррозионных свойств). Необходимо отметить, что рост мицелия в средах с аминоспиртами начинался на 15-16 сутки, а спороношение отсутствовало, что говорит о ингибирующем действии моно- и триэтаноламина. Это подтверждается и данными, полученными при определении биомассы в варианте

с триэтаноламиновой солью олеиновой кислоты, где урожай биомассы оказался в 2 раза меньше по сравнению с олеиновой кислотой.

Морфолин и 2-меркаптобензтиазол в данных испытаниях проявили фунгицидную активность, поскольку рост грибов в средах с данными веществами отсутствовал на протяжении всего времени испытаний (25 суток).

Что касается реализации цикла развития грибов, включая стадию спороношения, то полный цикл развития с обильным спороношением отмечен на средах со спиртами (изопропанолом, этилкарбитолом, циклогексанолом) и олеиновой кислотой.

Выявление характера роста грибов является важным критерием для контроля и оценки грибоустойчивости СОЖ: от него зависит выбор метода культивирования – глубинный или стационарный. Рост микромицетов на исследуемых индивидуальных компонентах в качестве единственных источников углеродного питания был глубинным, за исключением этилкарбитола и Хостакора ДТ.

Поскольку в составах СОЖ имеется ряд азотсодержащих компонентов, необходимо было выявить их доступность для микромицетов как источников азотного питания. С этой целью азотнокислый натрий в составе среды Чапека-Докса заменили на один из компонентов СОЖ (табл. 2).

Таблица 2

Азотсодержащие компоненты СОЖ

Компоненты	Исследуемые концентрации, %
Моноэтаноламин	0,20
Триэтаноламин	0,20
Морфолин	0,10
	0,20
Олеат триэтанолamina	0,35
Эмультал	0,35
Хостакор ДТ	0,35
2-меркаптобензтиазол	0,10

Как видно из табл. 3, при замене минерального азота в среде Чапека-Докса на сложные эмульгаторы рост грибов был наиболее интенсивным с Хостакором

ДТ: начало роста зафиксировано на 4 сутки, что на 1 сутки раньше, чем в вариантах с олеатом триэтаноламина и эмульталом, и, хотя спороношение отсутствовало, вес сухой биомассы к концу испытаний достиг  $0,898 \pm 0,002$  г/л, что, в среднем, на 0,033 г/л и 0,039 г/л больше по сравнению с эмульталом и олеатом триэтаноламина соответственно.

Индивидуальные азотсодержащие компоненты – триэтаноламин и моноэтаноламин – в данном опыте поддерживали небольшой рост грибов: урожай биомассы на среде с этими веществами варьировал от  $0,034 \pm 0,001$  г/л до  $0,067 \pm 0,004$  г/л при 0,831 г/л в среде Чапека-Докса без  $\text{NaNO}_3$ . По-видимому амины, которые в испытываемых концентрациях являются труднодоступными и токсичными для микроорганизмов (Pitter, 1976), при наличии в среде источников углерода могут использоваться микромицетами в качестве источников азота.

Таблица 3

Способность микромицетов использовать компоненты СОЖ в качестве источников азота

Компоненты СОЖ	Конц. %	рН		Начало роста, сут.	Начало спороношен., сут.	Характер роста	Биомасса сухой вес, г/л
		нач. опыта	конец опыта				
Контроль-2 (ср. Чапека-Докса без N)		5,57	4,91	6	12	поверхн.	$0,831 \pm 0,002$
Моноэтаноламин	0,20	9,78	8,05	11	отсут.	поверхн.	$0,067 \pm 0,004$
Триэтаноламин	0,20	9,45	8,95	16	отсут.	поверхн.	$0,034 \pm 0,001$
Морфолин	0,10	7,95	6,80	14	отсут.	поверхн.	$0,025 \pm 0,005$
	0,20	8,47	7,03	16	отсут.	поверхн.	$0,003 \pm 0,001$
2-меркаптобензтиазол	0,10	отсут.	отсут.	отсут.	отсут.	отсут.	отсут.
Триэтаноламиновая соль олеиновой кислоты	0,35	7,95	6,74	5	отсут.	поверхн.	$0,859 \pm 0,002$
Эмультал	0,35	-	-	5	отсут.	поверхн.	$0,865 \pm 0,001$
Хостакор ДТ	0,35	8,90	8,24	4	отсут.	поверхн.	$0,898 \pm 0,002$

*Примечание: – измерения не проводили.*

При внесении в среду морфолина в концентрациях 0,10%, 0,20% наблюдалось ингибирование грибного роста: начало роста начиналось на 14, 16 сутки, спороношение отсутствовало, а урожай биомассы составлял,  $0,025 \pm 0,003$



г/л и  $0,003 \pm 0,001$  г/л в зависимости от концентрации, что в 3,3-277 раз меньше, чем на среде Чапека-Докса без минерального азота. 2-меркаптобензтиазол, как и в предыдущем опыте, проявил фунгицидную активность.

Испытания доступности компонентов СОЖ в качестве источников углерода и азота показали (табл.4), что наибольший урожай биомассы наблюдался в среде с Хостакором ДТ –  $0,289 \pm 0,002$  г/л, что подтверждает его доступность в качестве источников азотного и углеродного питания. На эмульгале сухой вес биомассы был несколько ниже –  $0,269 \pm 0,001$  г/л, а на олеате триэтаноламина –  $0,245 \pm 0,001$  г/л. На алканоламинах сухой вес биомассы был минимальным:  $0,014 \pm 0,03$  г/л для моноэтаноамина и  $0,006 \pm 0,006 \pm 0,001$  г/л для триэтаноламина. Полностью отсутствовал рост на средах с морфолином и 2-меркаптобензтиазолом. В данном варианте опыта полного цикла развития грибов не наблюдалось. Начало роста грибов отмечено на 10-15 сутки от начала культивирования, характер роста, в основном, поверхностный.

Поскольку лимитировать рост грибов на компонентах может как их недопустимость в качестве источника питания, так и токсичность, необходимо было оценить токсическое влияние изучаемых индивидуальных веществ на рост грибов в полноценной среде Чапека-Докса. В связи с тем, что олеиновая кислота, масло И-12А, и спирты, по полученным нами данным могут быть использованы в той или иной мере микромицетами в качестве источников С, а изучаемые эмульгаторы – в качестве и С, и N одновременно, необходимо было подтвердить ингибирующий эффект морфолина, 2-меркаптобензтиазола и аминов. Полученные данные подтвердили наличие фунгицидных свойств у 2-меркаптобензтиазола, который полностью подавлял рост грибов и на оптимальный для их развития среде Чапека-Докса, а также наличие достаточно сильного ингибирующего действия у морфолина, эффективность которого возрастает с увеличением концентрации. На алкилоламинах урожай биомассы был ниже, чем в контроле, в среднем, на 1,037 г/л для моноэтаноламина и на 1,314 г/л для триэтаноламина.

Таблица 4

Способность микромицетов использовать компоненты СОЖ в качестве источников углерода и азота

Компоненты СОЖ	Конц. %	рН		Начало роста, сут.	Начало спороношен., сут.	Характер роста	Вес сухой биомассы, г/л
		нач. опыта	конец опыта				
Контроль-3 (ср. Чапека-Докса без N и C)		5,53	4,85	10	отсут.	глубинн.	0,004±0,001
Моноэтаноламин	0,20	10,0	8,94	13	отсут.	глубинн. слабый	0,014±0,003
Триэтаноламин	0,20	9,65	8,96	15	отсут.	глубинн. слабый	0,006±0,001
Триэтаноламинавая соль олеиновой кислоты	0,35	8,23	7,30	15	отсут.	поверхн.	0,245±0,001
Хостакор ДТ	0,35	9,34	8,04	12	отсут.	поверхн.	0,289±0,002
Эмультал	0,35	8,51	8,20	12	отсут.	поверхн.	0,269±0,001
Морфолин	0,10	7,95	-	-	отсут.	отсут.	отсут.
	0,20	8,47	-	-	отсут.	отсут.	отсут.
2-меркаптобензтиазол	0,10	-	-	-	отсут.	отсут.	отсут.

Примечание: – измерения не проводили.

Таблица 5

Влияние компонентов СОЖ на рост микромицетов на среде Чапека-Докса

Компоненты СОЖ	Конц. %	рН		Начало роста, сут.	Начало спороношен., сут.	Характер роста	Вес сухой биомассы, г/л
		нач. опыта	конец опыта				
Контроль-4 (ср. Чапека-Докса)		5,30	3,29	2	5	поверхн.	2,271±0,002
Моноэтаноламин	0,20	9,64	5,65	3	5	поверхн.	1,234±0,001
Триэтаноламин	0,20	9,11	5,78	4	6	преобл. поверхн.	0,957±0,004
Морфолин	0,10	8,62	5,71	7	5	поверхн.	0,186±0,003
	0,20	9,15	7,01	8	отсут.	поверхн.	0,085±0,001
2-меркаптобензтиазол	0,10	-	-	отсут.	отсут.	отсут.	отсут.

Примечание: – измерения не проводили.

Анализируя данные табл. 1-5, можно заметить, что адаптированные к условиям щелочей среды СОЖ грибы растут и при рН, близких к 10. Это же доказывают исследования, проведенные нами на среде Чапека-Докса с олеиновой кислотой при разных начальных показателях рН (табл. 6).

Таблица 6

Рост и развитие грибов при разных начальных значениях рН

№ п/п	Состав образцов	рН		Вес сухой массы
		начало опыта	конец опыта	
1	Среда Чапека-Докса + олеиновая кислота	5,06	3,21	5,551±0,003
2	То же	7,10	3,22	4,984±0,001
3	То же	9,00	3,58	3,990±0,002
4	То же	10,00	3,49	3,496±0,002
5	Среда Чапека-Докса без олеиновой кислоты	5,06	3,29	2,271±0,002

Из данных табл. 6 видно, что олеиновая кислота является наиболее доступным источником С питания среди исследуемых компонентов СОЖ. Однако, для накопления биомассы немаловажную роль играет рН среды: максимальное накопление грибного мицелия происходит в среде с начальным рН 5,06 (5,551±0,003 г/л), при рН 9,0 и 10,0 наблюдается сопоставимый рост в пределах 3,990 – 3,496 г/л. К концу испытаний рН понижался до уровня контрольной среды Чапека-Докса и составлял 3,58-3,21. Очевидно, что в данных условиях грибы реализуют активный механизм подкисления среды до оптимального уровня.

Таким образом, в качестве источника углеродного питания для микромицетов могут служить следующие компоненты: олеиновая кислота, масло И-12А, исследуемые спирты и эмульгаторы, а в качестве азотного питания наряду с моно- и триэтаноламином – Хостакор ДТ, эмультал, олеат триэтаноламина. Однако, для компоновки биостойких СОЖ целесообразнее введение циклогексанола, олеата триэтаноламина, триэтаноламина. Биостойкость же олеиновой кислоты и нефтяного масла, труднозаменимых компонентов синтетических и полусинтетических СОЖ, можно повысить введением в состав морфолина и 2-меркаптобензтиазола, с применением которого рост грибов вообще не совместим.

### Литература

1. Картавцева З.М. Микромицеты, поражающие смазочно-охлаждающие жидкости, дизельное топливо и моторные обкаточные масла в условиях КАМАЗа. Автореф. дисс. канд. биол. наук. – Москва, 1992. – 18 с.

2. Смирнова Н.Н., Инюшева А.А. Микробная деструкция СОЖ и их компонентов. Актуальные вопросы технических наук: теоретический и практический аспекты: коллективная монография [под ред. М.З. Закирова]. - Уфа: Омега сайнс, 2017. С.39–57.
3. Практикум по микробиологии [Текст] / Под ред. А.И. Нетрусова. – М.: Академия, 2005 – 608 с.
4. ГОСТ 31640-2012 Методы определения содержания сухого вещества. Дата введения 2013-07-01.
5. Саттон, Д. Определитель патогенных и условно патогенных грибов: Пер. с англ. [Текст]: учеб. пособие для вузов / О. Саттон, А. Фотергилл, М. Ринальди; под общ. ред. Д.Г. Звягинцев. – М.: Мир, 2001. – 487 с.; 38 см. – Библиогр.: с. 482–486.
6. Коваль, Э.З. Микодеструкторы промышленных материалов / Э.З. Коваль, Л.П. Сидоренко. – Киев: Наук. думка, 1989. – 192 с.

---

*Smirnova NN, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Naberezhnye Chelny Institute of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Professional Education Kazan (Volga Federal University).*

#### *THE STABILITY OF THE COMPONENTS OF WATER-SOLUBLE LUBRICANT-COOLING LIQUIDS*

*Abstract: When testing thirteen individual components as the only source of carbon nutrition, it turned out that their availability varies widely: the best growth was observed in the case of oleic acid and I-12A oil, the triethanolamine salt of oleic acid, triethanolamine, cyclohexanol turned out to be less accessible sources of carbon nutrition . Tests of the availability of coolant components as sources of carbon and nitrogen showed that the highest biomass yield was observed in the environment with Hostakor DT. Morpholine and 2-mercaptobenzthiazole in these tests showed fungicidal activity.*

*Key words: coolant, fungus resistance, actinomycetes, mold fungi, biostability, Hostakor DT. Morpholine, and 2-mercaptobenzthiazole. Ivanov.I.I. candidate of economic Sciences, assistant professor, Naberezhnye Chelny Institute of Kazan (Volga region) Federal University*

УДК 004.942:532.542.4::621.65

*Болдырев А.В., кандидат технических наук, доцент, Набережночелнинский институт ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»,*

*Болдырев С.В., кандидат технических наук, Набережночелнинский институт ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»,*

*Карелин Д.Л., кандидат технических наук, доцент, Набережночелнинский институт ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет».*

## ВЕРИФИКАЦИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ УСТАНОВИВШЕГОСЯ ТУРБУЛЕНТНОГО ТЕЧЕНИЯ ЖИДКОСТИ В ПРОТОЧНОЙ ПОЛОСТИ ВИХРЕВОГО НАСОСА

*Аннотация: В статье разработана математическая модель установившегося турбулентного течения несжимаемой жидкости в вихревом насосе открытого типа с открытым боковым каналом. Используются уравнения Навье-Стокса и неразрывности, осредненные по Рейнольдсу, и уравнения двухслойной Realizable  $k-\varepsilon$  модели турбулентности, учитывающей кривизну линий тока. Выполнено численное моделирование течения в вихревом насосе с известными экспериментальными характеристиками. Оценена сеточная независимость решения. Результаты моделирования сравнены с экспериментальными данными.*

*Ключевые слова: математическая модель; численное моделирование; установившееся турбулентное течение; вихревой насос открытого типа с открытым боковым каналом.*

Вихревые насосы относятся к гидродинамическим насосам трения и используются в химической промышленности для подачи агрессивных жидкостей, на аэродромных и автомобильных станциях для перекачивания легколетучих жидкостей, на небольших насосных станциях сельскохозяйственного водоснабжения, коммунального хозяйства, на судах для подачи мытьевой и питьевой воды, в качестве вакуум-насосов и компрессоров низкого давления вместо водокольцевых насосов, как питательные насосы малых вспомогательных котельных установок и т.п.

По сравнению с центробежными насосами они обеспечивают при меньшей подаче напор в 3-9 раз больше при тех же размерах и той же частоте вращения, могут работать на смеси жидкости и газа, а также в режиме самовсасывания. Однако основным недостатком вихревых насосов является низкий коэффициент полезного действия, что препятствует их применению при больших мощностях. Кроме того, данные насосы не пригодны для перекачивания высоковязких жидкостей и жидкостей, содержащих абразивные частицы [1].

Вместе с тем, многими исследователями отмечено значительное влияние различных геометрических параметров проточной полости, а также некоторых физических условий работы на характеристики вихревых насосов, в частности на производительность, энергоэффективность, надежность, параметры шума и вибрации и др. [2–7].

В обзорной статье Arriah D. et al. [2] указано, что оптимальное количество лопастей зависит от диаметра рабочего колеса и увеличивается с уменьшением характерного размера бокового канала. Сравнение характеристик вихревых насосов с V-, C-, Y- и T-профилями лопастей рабочих колес показало, что при рабочих давлениях до 20 кПа оптимально применение V-профиля, а при больших давлениях целесообразно использование C-профиля. В ходе анализа экспериментальных данных о влиянии на работу насоса прямых наклонных лопастей с углами  $0^\circ$ ,  $\pm 15^\circ$ ,  $\pm 30^\circ$  и  $\pm 45^\circ$  и шевронных лопастей с углами шеврона  $15^\circ$ ,  $30^\circ$  и  $45^\circ$  выявлено, что при малых подачах наибольшие значения напора достигаются применением шевронных лопастей с углом  $30^\circ$ , а при больших подачах напорные характеристики отличаются незначительно. Причем изменение указанных параметров практически не отразилось на зависимости гидравлического КПД от подачи. Повышению напора и КПД вихревого насоса может поспособствовать уменьшение осевых зазоров между рабочим колесом и стенками корпуса. Кроме того, в статье отмечено, что снижение гидравлических потерь напора может быть достигнуто за счет специальной формы отводящего канала.

В ходе натуральных и численных экспериментов Zhang F. et al. [3] оценено влияние угла перемычки в боковом канале между входным и выходным патрубком на шумовые и вибрационные характеристики вихревого насоса. Обнаружено, что уменьшение этого угла приводит к росту напора и незначительному увеличению КПД насоса.

В работах [4, 5] оценено влияние угла лопасти на стороне всасывания на напорные и шумовые характеристики вихревого насоса с радиальными лопастями треугольного сечения. В частности, установлено, что увеличение указанного угла способствует росту напора насоса при перекачивании однофазной среды.

В статье [6] показано, что напор, КПД и диапазон рабочих подач вихревого насоса с радиальными лопастями треугольного сечения уменьшаются при наличии газа в перекачиваемой жидкости. Причем это влияние усиливается с ростом объемного газосодержания. Однако уменьшение угла лопасти на стороне всасывания приводит к улучшению характеристик насоса при его работе на двухфазной смеси.

Fleder S. et al. [7] оценено влияние двухфазности потока на акустические характеристики вихревого насоса. В частности, утверждается, что присутствие газа в перекачиваемой жидкости значительно снижает уровень шума от работающего насоса. Кроме того, авторами предложены изменения конструкции вихревого насоса, улучшающие разделение фаз в его проточной полости.

Следует отметить, что наличие большого количества параметров, характеризующих форму и размеры проточной полости, а также их сложное взаимное влияние на характеристики вихревых насосов, приводит к материальным и временным затратам при использовании экспериментальных методов исследования. Сложное, нестационарное, существенно трехмерное турбулентное движение жидкости в данных насосах затрудняет и теоретические исследования в этой области, а использование в качестве альтернативы методов численного моделирования требует наличия

адекватной математической модели течения, что и обуславливает актуальность тематики настоящей работы.

Целью данной статьи является верификация математической модели установившегося турбулентного течения жидкости в проточной полости вихревого насоса открытого типа с открытым боковым каналом. В качестве объекта исследования выбран насос с известными экспериментальными зависимостями коэффициента напора и КПД от коэффициента подачи [3].

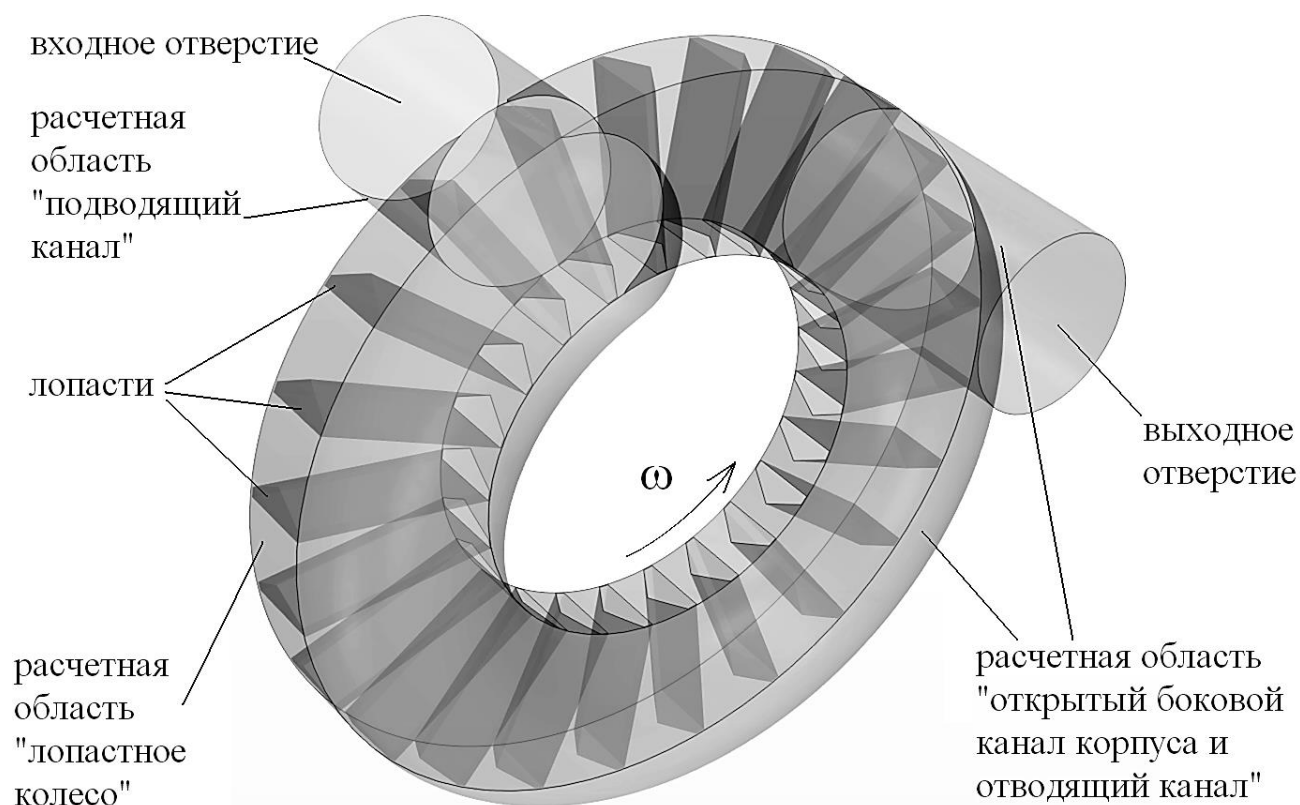


Рис. 1. Постановка задачи: расчетные области, входная и выходная границы

По цилиндрическому подводящему каналу диаметром 35,2 мм жидкость поступает к вращающемуся с частотой 1500 об/мин рабочему колесу активным диаметром 150 мм, имеющему 24 радиальные лопасти треугольного сечения шириной 15 мм (рис. 1). В результате взаимодействия с ними жидкость совершает сложное спиралевидное движение от подводящего к отводящему каналу, попеременно перемещаясь из межлопастных каналов колеса в



открытый боковой канал полукруглого сечения и обратно. Жидкость покидает насос по цилиндрическому отводящему каналу диаметром 35,2 мм.

В качестве математической модели установившегося трехмерного турбулентного течения несжимаемой жидкости в указанном насосе авторами выбраны уравнения Навье-Стокса и неразрывности, осредненные по Рейнольдсу, и уравнения двухслойной Realizable k-ε модели турбулентности, модифицированной для учета кривизны линий тока.

Численное моделирование течения осуществлено в трех расчетных областях («подводящий канал», «лопастное колесо», «открытый боковой канал корпуса и отводящий канал»), решение между которыми передавалось в соответствующих точках интерфейсных поверхностей (рис. 1). Причем во вращающейся области «лопастное колесо» учтено воздействие на поток центробежных и кориолисовых сил инерции.

На входной границе задавался массовый расход воды в соответствие с рассчитываемой точкой характеристики вихревого насоса, на выходной границе – нулевое избыточное давление, на неподвижных стенках – условие «непроскальзывания» и «непроницаемости» (равенство нулю всех проекций скорости).

В результате расчета для каждого значения подачи из рабочего диапазона 4,6...12,3 м<sup>3</sup>/ч определялись: напор (по разности полных давлений на выходе и входе насоса), крутящий момент, действующий на лопасти колеса, потребляемая мощность и гидравлический КПД насоса.

Дискретизация расчетных областей осуществлена с помощью сеток на основе многогранных ячеек (со слоями призматических ячеек вблизи стенок). Сгущение сетки выполнено на интерфейсных поверхностях, лопастях рабочего колеса, а также в пристеночных зонах течения для корректного использования гибридных пристеночных функций. В ходе предварительной оценки сеточной независимости решения по значениям напора и КПД при оптимальной подаче 10 м<sup>3</sup>/ч для расчета характеристик вихревого насоса окончательно выбрана сетка, содержащая около 3,22 млн. ячеек (рис. 2).

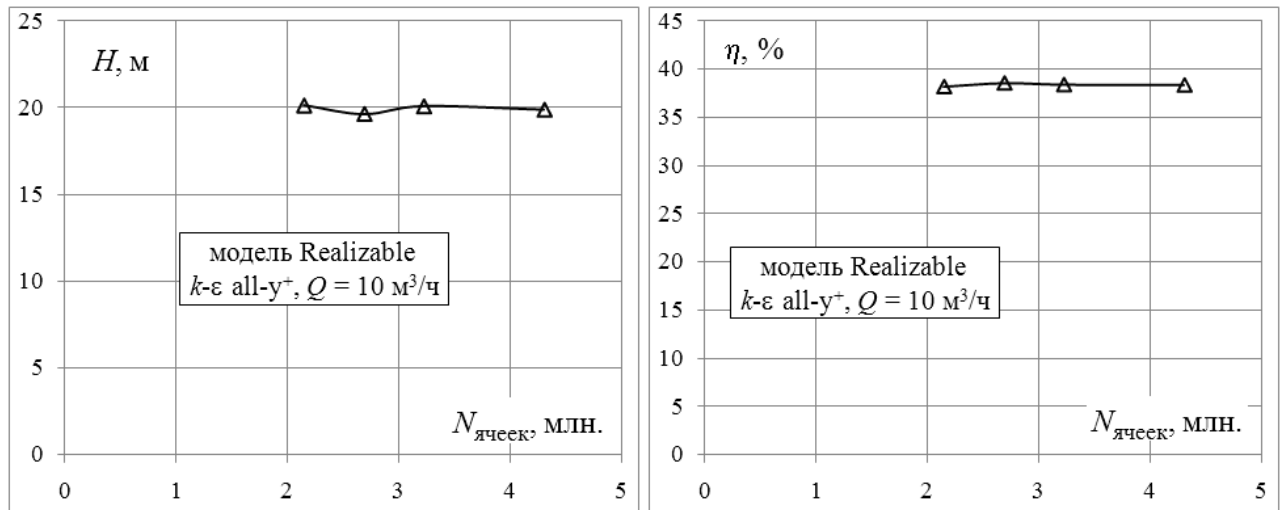


Рис. 2. Оценка сеточной независимости решения

Для аппроксимации членов уравнений математической модели использовались неявные схемы второго порядка. В качестве начальных условий для каждого режима работы насоса задавались нулевые значения избыточного давления и проекций скорости движения жидкости. Критериями сходимости задачи являлись снижение относительных среднеквадратических невязок по всем дифференциальным уравнениям математической модели (ниже  $10^{-4}$ ) и стабилизация значений напора и крутящего момента.

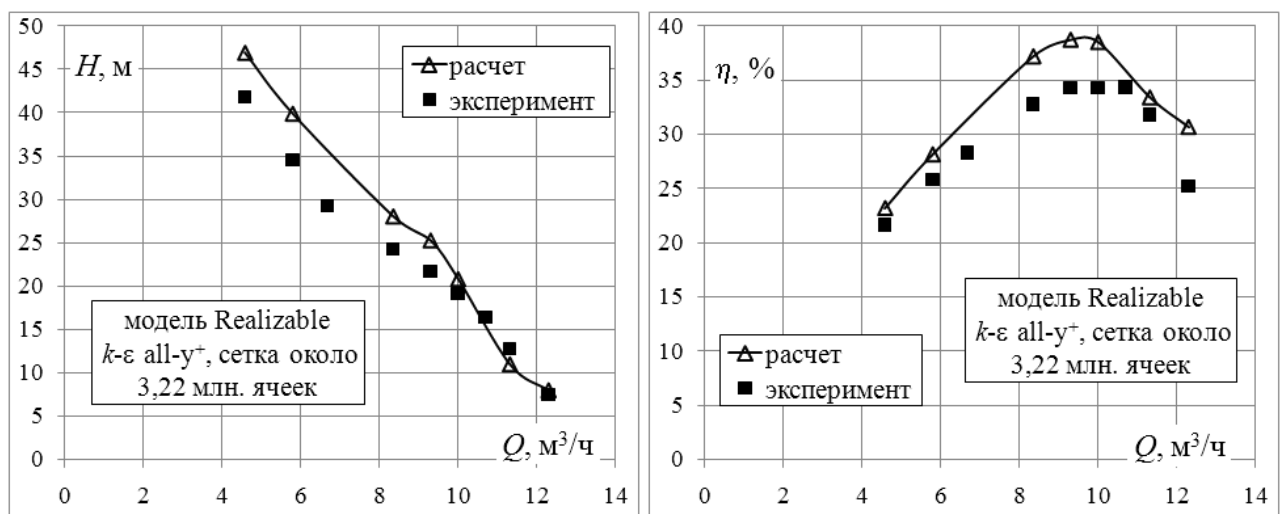


Рис. 3. Зависимость напора и КПД вихревого насоса от подачи

Сравнение расчетных характеристик вихревого насоса с экспериментальными данными [3] показало их хорошее качественное и удовлетворительное количественное соответствие (рис. 3). Средняя погрешность расчета напора составила 10,8%, а гидравлического КПД – 14,5%. Наибольшие отклонения результатов моделирования от данных, полученных в ходе стендовых испытаний, отмечены при значениях подач менее 10 м<sup>3</sup>/ч.

Таким образом, в настоящей работе подтверждена возможность использования численного моделирования течения на основе предложенной математической модели для качественной оценки влияния различных геометрических параметров вихревого насоса открытого типа с открытым боковым каналом на его напорную и энергетическую характеристики. Получение данной информации, в свою очередь, может поспособствовать последующей оптимизации конструкции рассматриваемых насосов.

#### Литература

1. Байбаков О.В. Вихревые гидравлические машины. – М.: Машиностроение, 1981. – 197 с.
2. Appiah, D. Effects of the geometrical conditions on the performance of a side channel pump: A review / D. Appiah, F. Zhang, S. Yuan, M.K. Osman // International Journal of Energy Research. – 2018. Vol. 42. Iss. 2. – Pp. 416-428.
3. Zhang, F. Numerical delineation of 3D unsteady flow fields in side channel pumps for engineering processes / F. Zhang, K. Chen, D. Appiah, B. Hu, S. Yuan, S.N. Asomani // Energies. – 2019. Vol. 12. No. 12. – Article number 1287.
4. Zhang, F. Effect of suction side blade profile on the performance of a side channel pump / F. Zhang, A. Fleder, M. Böhle, S. Yuan // Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part A: Journal of Power and Energy. – 2016. Vol. 230. Iss. 6. – Pp. 586-597.
5. Zhang, F. Transient flow characterization in energy conversion of a side channel pump under different blade suction angles / F. Zhang, D. Appiah, J. Zhang, S. Yuan, M.K. Osman, K. Chen // Energy. – 2018. Vol. 161. – Pp. 635-648.

6. Zhang, F. Experimental investigation on the performance of a side channel pump under gas-liquid two-phase flow operating condition / F. Zhang, M. Böhle, S. Yuan // Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part A: Journal of Power and Energy. – 2017. Vol. 231. Iss. 7. – Pp. 645-653.

7. Fleder, S. Influence of gas-liquid multiphase-flow on acoustic behavior and performance of side channel pumps / S. Fleder, F. Hassert, M. Böhle, B. Zientek-Strietz // American Society of Mechanical Engineers, Fluids Engineering Division (Publication) FEDSM. – 2017. Vol. 1A-2017. – Paper No. FEDSM2017-69094, V01AT05A006.

---

*Boldyrev A.V. candidate of technical Sciences, assistant professor, Naberezhnye Chelny Institute of Kazan (Volga region) Federal University,*

*Boldyrev S.V. candidate of technical Sciences, Naberezhnye Chelny Institute of Kazan (Volga region) Federal University,*

*Karelin D.L. candidate of technical Sciences, assistant professor, Naberezhnye Chelny Institute of Kazan (Volga region) Federal University*

#### VERIFICATION OF MATH-MODEL FOR STEADY TURBULENT FLUID-FLOW IN SIDE CHANNEL PUMP

*Abstract: The article presents the math-model developed for steady turbulent flow of incompressible fluid in the side channel pump. Averaged by Reynolds the Navier-Stokes and continuity, and the two-layer Realizable  $k-\varepsilon$  turbulence model equations (with taking into account curvature of streamlines) are used. The numerical simulation of the flow in the side channel pump with determined experimental characteristics was carried out. The mesh independence of the solution was estimated. The simulation results were compared with experimental data.*

*Key words: math-model, numerical simulation, steady turbulent flow, side channel pump.*

УДК 621.791

*Рахимов Р.Р., старший преподаватель, Набережночелнинский институт  
ФГАОУ ВПО «Казанский (Приволжский) федеральный университет».*

*Звездин В.В., доктор технических наук, профессор, Набережночелнинский  
институт ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет».*

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЛАЗЕРНОЙ СВАРКИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

*Аннотация: Изложены особенности формирования сварного шва в металлах. На основе экспериментальных исследований показано, что качество технологического процесса сварки зависят от энергетических характеристик, температуры сварной ванны и параметров предварительной подготовки стыковых поверхностей. Данный подход позволяет построить зависимость показателей качества от параметров системы и в дальнейшем систему автоматизированного управления технологическим процессом лазерной сварки металлов.*

*Ключевые слова: лазерная сварка; стык, качество технологического процесса; сварка.*

**Введение.** Лазерная сварка — технологический процесс, при которой в качестве источника теплоты используется лазерное излучение. Использование твердотельных и газовых лазеров как непрерывного, так и периодического действия при процессе сварки относится к методам сварки плавлением. Лазерная сварка используется для сварки одинаковых и разнородных металлов, а также заготовок разной толщины в многочисленных отраслях промышленности, в том числе машиностроение, авиастроение и т.д.

Исходя из литературного обзора можно сделать выводы, что лазерная сварка металлов широко применяется благодаря преимуществам, которые выделяют ее на фоне остальных способов получения неразъемных соединений:

1. Обеспечивается высокая точность соединения; качество соединения становится более высоким;
2. ЛС металлов является очень производительным процессом;
3. Лазер не загрязняет окружающую среду;
4. Тепловому

воздействию подвергается только тот металл, который находится в фокальном пятне лазерного излучения.

К основным недостаткам сварных соединений, выполненных ЛС относятся: 1. Большая цена используемого оборудования; 2. Низкий коэффициент полезного действия, что создает высокие затраты энергии, поэтому применяется ЛС преимущественно для листового металла не большой толщины.

### **Технологические особенности лазерной сварки металлов**

В промышленности, в основном, используются лазеры твердотельные и газовые, с непрерывным или импульсным излучением. Высокая концентрация энергии лазерного излучения в процессе сварки обеспечивает малый объем расплавленного металла, небольшие размеры зоны термического влияния, высокие скорости нагрева и охлаждения сварного шва. Снижение зон термического влияния уменьшает деформацию деталей в целом, а в зонах вблизи шва уменьшает эффект структурных и фазовых превращений, снижает остаточные напряжения, которые приводят к образованию таких дефектов как горячие трещины, холодные трещины и газовые поры в шве, влияющие на усталостные характеристики и механические свойства швов при сварке лазером.

Высокая точность и концентрация позволяют сваривать детали малых толщин намного качественней, чем при традиционных видах. На сегодняшний день имеются лазерные технологические комплексы, позволяющие сваривать различные материалы без особых ограничений по толщине.

Критерии, предъявляемые к качеству сварного шва многообразны. Они зависят от технических требований к изделию. Самыми главными являются механические свойства соединений, геометрия сварного шва, технологическая прочность, размеры литой зоны, химический состав, отсутствие дефектов, структура шва.

При лазерной сварке диаметр пятна составляет примерно 0,05 – 1,0 мм. Диаметр сфокусированного луча влияет как на площадь обработки, так и на плотность мощности  $E$  (Вт/см<sup>2</sup>).

$$E = \frac{4W}{\pi d^2 \tau}$$

Скорость сварки влияет на распространение тепла в сварном соединении. Из теории тепловых процессов известно, что с увеличением скорости сварки площади областей вокруг источника нагрева, имеющие определенную температуру, уменьшаются, а соответствующие изотермы сужаются в направлении, перпендикулярном оси шва, и сгущаются перед источником. От скорости сварки в значительной степени зависят геометрия проплавления, структура шва и околошовной зоны, а также свойства и химический состав сварных соединений.

Оптимальный диаметр сфокусированного пятна находится в диапазоне от 0,5 до 1, мм. Это объясняется тем, что при диаметре пятна менее 0,5 мм плотность мощности слишком велика, металл интенсивно перегревается и шов формируется с образованием большого количества внутренних и внешних дефектов. При диаметре пятна более 1,0 мм эффективность лазерного луча как концентрированного источника снижается.

Фокусные расстояния линз находятся в диапазоне 150...350 мм. Нижний предел выбирают таким образом, чтобы можно было исключить интенсивное парообразование металла и запыление линзы. Верхний предел ограничен возникновением aberrаций и снижением эффективности проплавления. Причем на качество сварного соединения во многих случаях влияет положение перетяжки лазерного излучения относительно поверхности изделия.

При лазерной сварке с глубоким проплавлением металл шва защищают от окисления защитным газом. Для защиты зоны лазерной сварки можно использовать флюсы такого же состава, что и при дуговой сварке. Применяют их в виде обмазок, наносимых на свариваемые кромки.

### **Влияние основных параметров сварки критерии качества**

С увеличением мощности излучения эффективность действия луча повышается. При этом глубина проплавления и ширина шва также увеличиваются. При средних уровнях мощности и больших скоростях сварки

(около 2 м/мин) глубина проплавления возрастает пропорционально мощности излучения. В случае уменьшения скорости сварки или существенного повышения мощности эта зависимость становится отличной от прямолинейной.

С точки зрения поглощательной способности твердотельные лазеры с длиной волны 1,064 мкм более предпочтительны для сварки металлов. Также имеются исследования в которых отмечается что уровень плотности мощности, необходимый для сварки примерно на 30 % ниже, чем при сварке CO<sub>2</sub> лазером.

Для расширения номенклатуры свариваемых изделий и повышения качества их соединений рекомендуют применять лазерную сварку с более глубоким проплавлением. По этой причине представляет интерес получение новых экспериментальных данных по оценке технологических особенностей лазерной сварки сталей.

Для апробации технологии лазерной сварки изделий из низкоуглеродистых сталей толщиной  $\delta = 1, 3$  и 4 мм подготавливались образцы следующим образом: цельную пластину размечали на образцы с определенными размерами и производили лазерную резку, далее полученные образцы закреплялись в стык без зазора на сварочный стол и при помощи установки для ЛС выполняли прихватки (мощность лазера составляла 500 Вт., фокусное расстояние в 155 мм. и время выдержки луча одна секунда). Лазерная сварка образцов производилась на ЛТК, на базе оптоволоконного лазера ЛС-2. Поверхности шва от окисления защищались аргоном, подаваемой через сопло. Сварка проводилась при мощности излучения до 2 кВт.

Геометрические параметры полученных сварных соединений были измерены и занесены в таблицу 1.

Таблица 1. Результаты измерений сварного образца из стали

Образец	Номер шва	Ширина шва L, мм	Зона термического влияния H, мм
2	1	2.5	3.3
2	2	2	2.5
2	3	1.8	2.3
2	4	2.5	3.4
1	5	1.2	4.8
1	6.1	0.7	3.2



Образец	Номер шва	Ширина шва L, мм	Зона термического влияния H, мм
1	6.2	0.8	4.1
1	7.1	0.7	3.5
1	7.2	0.6	3.4
1	8	1.5	5
1	9	1	3
1	10	0.4	5
1	11	1	5.2
1	12	0.8	3.5
1	13	0.3	3
3	14	1.8	5.4
3	15	1.2	4.5
3	16	1	3.8
3	17	0.8	3.3
3	18	2	4.3
3	19	1	3.5
3	20	0.6	2.5
3	21	0.5	2.6
3	22	0.7	2.4
4	23	1	—
4	24	1.2	—
4	25	1.3	—
4	26	2.5	—

На рис. 1. показан образец 1 толщиной 1 мм из конструкционной стали



Рис. 1. Общий вид швов № 5-7.1-7.2 и 11-12-13 соответственно (слева-направо)  
На рис. 2. показан образец 3 толщиной 3 мм из конструкционной стали.

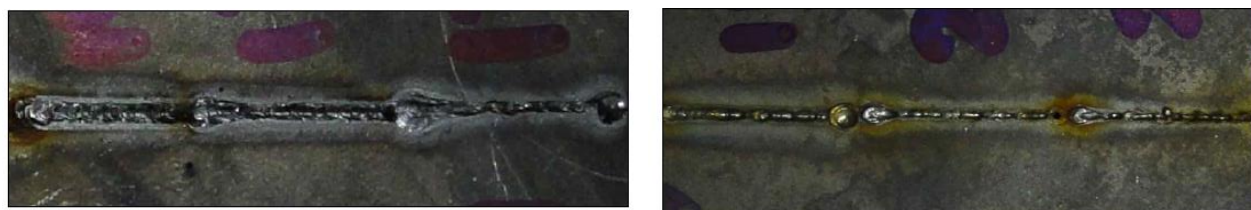


Рис. 2. Общий вид швов № 15-16-17 и 19-20-21 соответственно (слева-направо)  
Швы, выполненные на стали толщиной 1, 3 и 4 мм лазером за один проход со сквозным проплавлением, имеют ширину соответственно 0,3...2,5 мм. При

этом большие значения относятся к лицевой стороне. В срединной части на глубине 0,3...0,8 толщины стали швы могут быть уже.

Для сварки стали толщиной 4 мм применялась лазерная сварка со скоростью  $V_{св} = 5-10$  мм/с при мощности лазерного излучения 1500 Вт.

Для сварки стали толщиной 1 мм применялась лазерная сварка со скоростью  $V_{св} = 10-20$  мм/с при мощности лазерного излучения 500-600 Вт.

Для сварки стали толщиной 3 мм применялась лазерная сварка со скоростью  $V_{св} = 10-20$  мм/с при мощности лазерного излучения 1000 Вт.

Швы, выполненные на стали толщиной 1, 3 и 4 мм лазером за один проход со сквозным проплавлением, имеют ширину соответственно 0,3...2,5 мм. Формирование сварочных соединений с заданными параметрами лазерной сварки приведены на рисунках 3 – 4.

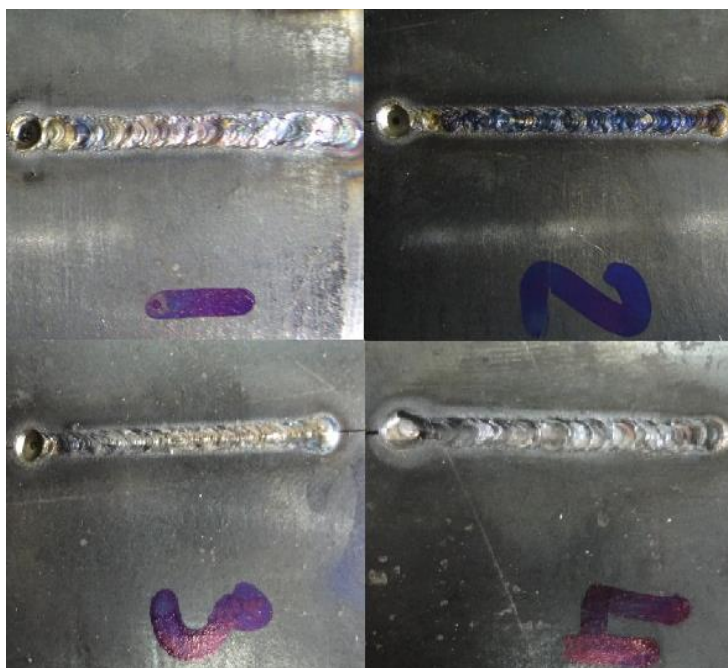


Рис. 3. Сварочное соединение 2.1-4.



Рис. 4. Сварочное соединение 1.12-13: а – вид спереди; б – вид сзади

1. Установлено, что при мощности лазера 1500 Вт стыковые соединения стали толщиной до 4 мм выполнимы со сквозным проплавлением.

2. Качество формирования соединения улучшают путем регулирования скорости и погонной энергии.

Необходимы проведение дальнейших исследований влияния ЛС непосредственно на качество сварного соединения и определение механических свойств, полученных данным способом сварки. А также составление справочных материалов для определения оптимальных параметров лазерной сварки постоянного действия для разных толщин свариваемых деталей.

Выводы.

1. Установлено, что при мощности лазера 1500 Вт стыковые соединения стали толщиной до 4 мм выполнимы со сквозным проплавлением.

2. Качество формирования соединения улучшают путем регулирования скорости и погонной энергии.

#### Литература

1. Григорьянц, А.Г. Технологические процессы лазерной обработки: Учеб. пособие для вузов / А.Г. Григорьянц, И.Н. Шиганов, А.И. Мисюрин. – Москва: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006 – 664 с.

2. Моделирование процессов лазерной термообработки. / Рахимов Р.Р., Звездин В.В., Исрафилов И.Х., Набиуллина Г.И., Саубанов Р.Р. // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2014. № 11-2. С. 476-484.

3. Управление лазерным технологическим комплексом закалки инструмента / Звездин В.В., Песошин В.А., Саубанов Р.Р., Рахимов Р.Р. // Вестник Чувашского университета. 2016. № 3. С. 188-193.

4. Исследование процесса лазерной сварки разнородных металлов / Звездин В.В., Рахимов Р.Р. // Социально-экономические и технические

системы: исследование, проектирование, оптимизация. 2017. № 2 (75). С. 16-23.

5. Технологические особенности лазерной сварки чугунов с вермикулярным графитом / Звездин В.В., Ключкова К.В., Рахимов Р.Р., Саубанов Р.Р., Песошин В.А. // Инновационные машиностроительные технологии, оборудование и материалы - 2017 (МНТК "ИМТОМ-2017") Материалы VIII Международной научно-технической конференции. 2017. С. 281-284.

6. Технологическое обеспечение качества поверхности при лазерной наплавке с использованием плазменной очистки / Рахимов Р.Р., Саубанов Р.Р., Звездин В.В., Хисамутдинов Р.М. // Низкотемпературная плазма в процессах нанесения функциональных покрытий. 2019. Т. 1. № 10. С. 294-298.

7. Определение информативного параметра при лазерной прошивке многокомпонентных неметаллических материалов / Рахимов Р.Р., Звездин В.В., Саубанов Р.Р., Саубанов Р.Р. // Будущее науки - 2014 Сборник научных статей 2-й Международной молодежной научной конференции: в 3-х томах. Ответственный редактор: Горохов А.А.. 2014. С. 155-158.

---

*Rakhimov R.R. senior lecturer, Naberezhnye Chelny Institute of Kazan (Volga region) Federal University.*

*Zvezdin V.V. Doctor of Technical Sciences Sciences, professor, Naberezhnye Chelny Institute of Kazan (Volga region) Federal University.*

## TECHNOLOGICAL FEATURES OF LASER WELDING OF METAL PRODUCTS

*Abstract: The features of the formation of a weld in metals are described. Based on experimental studies, it is shown that the quality of the welding process depends on the energy characteristics, temperature of the weld pool and the parameters of the preliminary preparation of the butt surfaces. This approach allows us to build the dependence of quality indicators on system parameters and in the future, a system for automated control of the technological process of laser welding of metals*

*Key words: laser welding; joint, process quality; welding.;*

УДК 621.373.8

*Звездин Валерий Васильевич, д-р. техн. наук, проф. кафедры, Россия, Набережные Челны, Набережночелнинский институт (филиал) Казанского (Приволжского) федерального университета.*

*Сыркин Сергей Сергеевич, соискатель, Россия, Лениногорск, Лениногорский филиал КНИТУ-КАИ.*

*Хисамутдинов Равиль Миргалимович, д-р. техн. наук, проф. кафедры, Россия, Набережные Челны, Набережночелнинский институт (филиал) Казанского (Приволжского) федерального университета.*

*Саубанов Рузиль Рашитович, кандидат. техн. наук, доцент, Россия, Набережные Челны, Набережночелнинский институт (филиал) Казанского (Приволжского) федерального университета.*

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЛАЗЕРНОЙ НАПЛАВКИ РЕЖУЩЕЙ КРОМКИ ФРЕЗЫ

*Аннотация:* Автоматизация технологического процесса восстановления режущей кромки инструмента является одним из методов повышения его качества и жизненного цикла. Процесс восстановления заключается в последовательности технологических операций. Это наплавка, заточка, лазерное упрочнение и нанесение защитного покрытия на поверхность инструмента, что повышает его износостойкость. Задача по наплавке зубьев фрезы с получением заданных показателей качества решается за счет использования роботизированного лазерного технологического комплекса и прецизионного наведения фокуса лазерного излучения на точку начала обработки. Это осуществляется пьезоприводом и системой технического зрения.

*Ключевые слова:* лазерная наплавка, зуб фрезы, роботизированный лазерный технологический комплекс, прецизионное наведение фокуса ЛИ, пьезопривод, система технического зрения.

Качество инструмента определяет конкурентоспособность изделий машиностроения. При ускорении технологического процесса (ТП) резания износ режущей кромки инструмента повышается и снижается его стойкость. Стоит

задача по восстановлению зубьев фрезы и повышению его стойкости. Разработка технологии восстановления РКИ является актуальной задачей. Одной из основных технологических операций (ТО) ТП восстановления зубьев фрезы является лазерная наплавка (ЛН). При этом необходимо получать заданные показатели качества (ПК) наплавки. Данная ТО требует разработку и внедрение автоматизированной системы управления (АСУ) робототехническим лазерным технологическим комплексом (РЛТК) по наплавке режущей кромки инструмента (РКИ) [1,2, 3]. Технология должна рассматриваться как составная часть системы создания инструмента (ССИ) и интегрирована в общую информационную систему управления современным машиностроительным предприятием, что считается приоритетной задачей [4,5].

На основе результатов проведенных исследований предложен новый способ восстановления РКИ с лазерной наплавкой режущих граней фрезы [6].

Лазерная наплавка проводилась с использованием РЛТК (см. рис. 1). Робот является основным устройством перемещения лазерной оптической головки. Робот с контроллером, пультом дистанционного управления с соединительным кабелем длиной 10 м. Интерфейс (программное обеспечение) обеспечивает управление мощностью лазерного излучения (ЛИ), позиционированием по двум осям, с вращением и точностью позиционирования  $\pm 0,06$  мм.

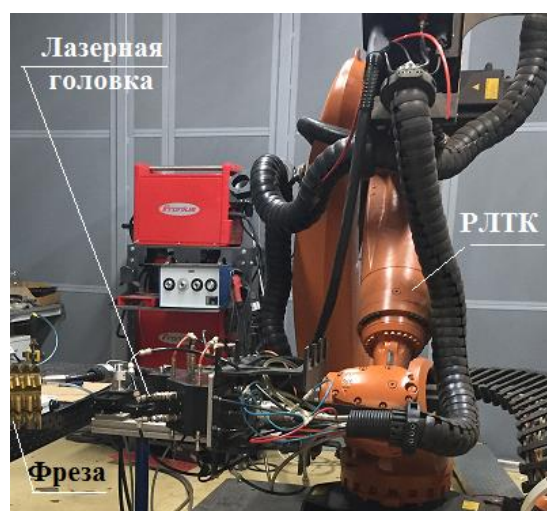


Рис. 1. Фотографии роботизированного лазерного технологического комплекса на базе манипулятора - робота KUKA KR 120 R2700 extra.

Установка фокуса ЛИ в начальную точку осуществляется с помощью приводов поворотного стола и РЛТК. Лазерная головка установлена на робототехническом комплексе (РТК), который по программе осуществляет перемещение фокуса ЛИ по заданному контуру зуба фрезы.

Система технического зрения (СТЗ) обеспечивает контроль положения фокуса ЛИ в исходной точке зуба, чувствительным элементом которой является матричный фотоприемник (МФП). Прецизионное наведение фокуса ЛИ на точку начала обработки пьезоприводом (рис. 2).

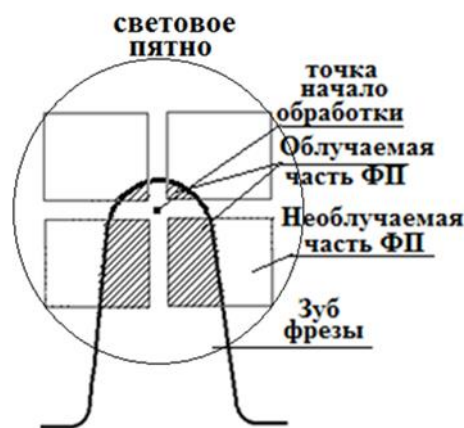


Рис. 2. Расположение светового пятна лазерной подсветки на площадках 4-х квадрантного фотоприемника.

Чувствительный слой многоэлементного координатного фотоприемника (МКФ) состоит из нескольких отдельных элементов заключенных в одном корпусе. Применение МКФ упрощает построение некоторых типов оптико-электронный преобразователь (ОЭП), так как исключает механическое сканирование. Просмотр углового поля зрения в ОЭП с МКФ осуществляют с помощью быстродействующих коммутаторов, подключающих отдельные элементы к входу электронного тракта обработки сигнала.

Область линейности выходного сигнала  $V_x(x)$  и  $V_y(y)$  определяется неравенствами

$$x < 1 \quad \text{и} \quad y < 1 \quad (1)$$

Расчет активного сопротивления фоточувствительного слоя ФП показывает его зависимость от площади освещенности

$$R_{\Phi P} = \frac{\rho_n \rho_o l^2}{dl[(x - \Delta x)\rho_n + \Delta x \rho_o]} = \frac{\rho_n \rho_o l^2}{d[(S_n - S_n)\rho_n + S_n \rho_o]}, \quad (2)$$

где  $R_{\Phi}$  – сопротивление фоточувствительного слоя,  $\rho_n$ ,  $\rho_o$  – удельное сопротивление соответственно неосвещенного и освещенного участков ФП,  $l$  – длина фоточувствительной площадки,  $S_n$ ,  $S_n$  – площадь фоточувствительного слоя соответственно полной и неосвещенной поверхностей ФП.

Как следует из расчетов поправка на привод ФП дистанционного измерения положения фокуса лазерного излучения с учетом смещения угла ориентации между оптической осью ФП и касательной сварного шва в точке взаимодействия лазерного излучения с металлом определяется выражением:

$$\Delta\varphi = f(R_{\Phi\Pi n} - R_{\Phi\Pi n}) \quad (3)$$

где  $\Delta\varphi$  – приращение угла смещения между оптической осью ФП и касательной сварного шва в точке взаимодействия лазерного излучения с металлом,  $R_{\Phi\Pi n}$ ,  $R_{\Phi\Pi n}$  – сопротивление фоточувствительного слоя соответственно полной и неосвещенной поверхностей ФП

При отклонении светового пятна ЛИ подсветки от стыка, изменяется соотношение между освещенной и неосвещенной поверхностью площадок ФП. Это приводит к изменению соотношения между сопротивлениями площадок ФП. Поворот ФП на угол  $\Delta\varphi$  позволяет уравновесить эти соотношения, а также по разработанному алгоритму рассчитать управляющий сигнал на привод оптической системы (ОС) ЛИ с учетом пространственного положения МФП и ОС ЛТК.

Для обеспечения требуемых показателей качества ТП необходимо рассчитать положения фокуса ЛИ относительно контура РКИ и величину поправки сигнала управления приводом, чтобы обеспечить оптимальные температурные режимы в зоне наплавки.

Условное отображение устройства наведения и прецизионного перемещения фокуса ЛИ по вершине зуба фрезы с проецированием отраженного



ЛИ вспомогательного полупроводникового лазера на плоскости много площадочного МФП представлено на рисунке 3.

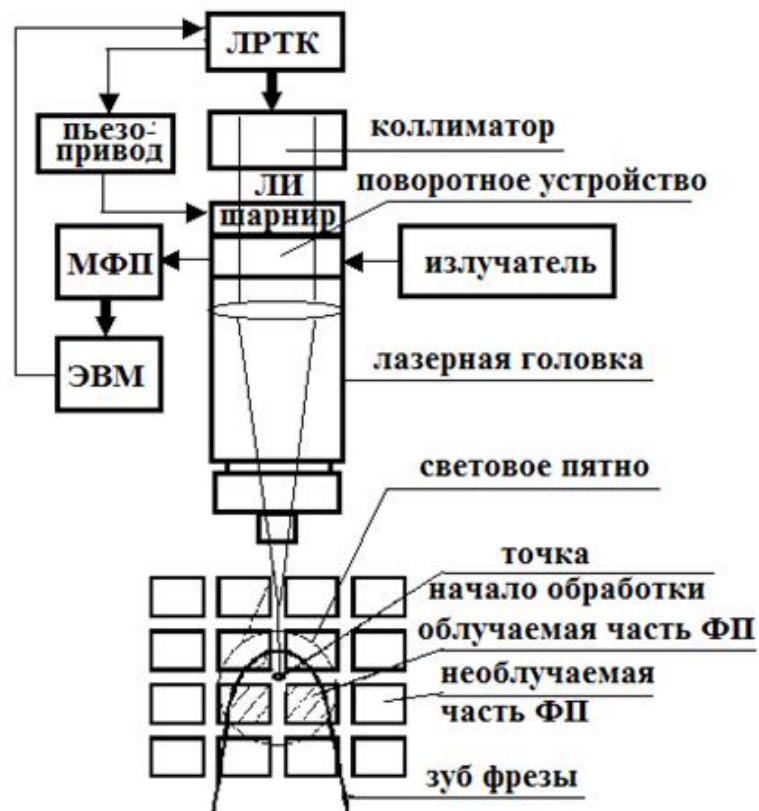


Рис. 3. Структурная схема устройства наведения и прецизионного перемещения фокуса ЛИ по вершине зуба фрезы с проецированием отраженного ЛИ вспомогательного полупроводникового лазера (излучатель) на плоскости много площадочного (матричного) фотоприёмника.

Чувствительный слой многоэлементного координатного фотоприемника (МКФ) состоит из нескольких отдельных полупроводниковых элементов заключенных в одном корпусе.

Применение МКФ упрощает построение некоторых типов оптико-электронный преобразователь (ОЭП), так как исключает механическое сканирование. Просмотр же углового поля зрения в ОЭП с МКФ осуществляют с помощью быстродействующих коммутаторов, подключающих отдельные элементы к входу электронного тракта обработки сигнала.

Расчет активного сопротивления фоточувствительного слоя МКФ показывает его зависимость от площади освещенности

$$R_{\Phi P} = \frac{\rho_n \rho_o l^2}{dl[(x - \Delta x)\rho_n + \Delta x \rho_o]} = \frac{\rho_n \rho_o l^2}{d[(S_n - S_n)\rho_n + S_n \rho_o]}, \quad (1)$$

где  $R_{\Phi}$  – сопротивление фоточувствительного слоя,  $\rho_n$ ,  $\rho_o$  – удельное сопротивление соответственно неосвещенного и освещенного участков площадок МКФ,  $l$  – длина фоточувствительной площадки,  $S_n$ ,  $S_n$  – площадь фоточувствительного слоя соответственно полной и неосвещенной поверхностей площадок МКФ.

Как следует из расчетов, поправка на пьезопривод оптической головки (ОГ) технологического лазера и СТЗ дистанционного измерения положения фокуса ЛИ с учетом смещения угла ориентации между оптической осью ФП и касательной РКИ в точке взаимодействия ЛИ с металлом определяется выражением:

$$\Delta\varphi = f(R_{\Phi\Pi_n} - R_{\Phi\Pi_n}) \quad (2)$$

где  $\Delta\varphi$  – приращение угла смещения между оптической осью МКФ и касательной РКИ в точке взаимодействия ЛИ с металлом,  $R_{\Phi\Pi_n}$ ,  $R_{\Phi\Pi_n}$  – сопротивление фоточувствительного слоя соответственно полной и неосвещенной поверхностей МКФ.

При отклонении светового пятна ЛИ подсветки от точки начала обработки, изменяется соотношение между освещенной и неосвещенной поверхностью площадок МКФ. Это приводит к изменению соотношения между сопротивлениями площадок ФП. Поворот ФП на угол  $\Delta\varphi$  позволяет уравновесить эти соотношения, а также по разработанному алгоритму рассчитать управляющий сигнал на привод ОГ ЛИ с учетом пространственного положения МФП и ОГ РЛТК. На рисунке 4 показан контур движения фокуса ЛИ по РКИ во время наплавки.



Рис. 4. контур движения фокуса ЛИ по РКИ во время наплавки.

Математическое моделирование лазерной наплавки стали P18K5Ф2 проведено с использованием программного пакета STAR-CCM+v13. Температурное поле в зоне лазерного воздействия и многофакторных теплофизических процессов является необходимым не только для количественного описания фазовых переходов «твердое тело – газ – плазма», но и для управляемой модификации свойств конструкционных материалов. Распределение температурного поля в пятне создает температуру на РКИ не менее температуры плавления стали P18K5Ф2.

На рисунке 5 показан внешний вид зуба фрезы после наплавки без очистки поверхности после напыления.



Рис. 5. Внешний вид зуба фрезы после наплавки.

Наплавка осуществлялась ЛИ порошка VoroTec Eutalloy® 10009. Наплавленный слой имеет толщину менее 0,5 мм, при глубине ЗТВ около 0,2 мм. Наплавленный слой не должен содержать дефектов (пор, раковин, трещин) и иметь хорошую прочность сцепления наплавленного слоя с основой.

Восстановление инструмента за счет ЛН порошков является более совершенным с точки зрения автоматизации процесса.

На рисунках 6 представлен график изменения микротвёрдости в единицах  $HV_{0,05}$  по глубине после лазерной наплавки зубьев фрезы инструментальной стали P18K5Ф2.



Рис. 6. График изменения микротвёрдости в единицах  $HV_{0,05}$  по глубине после наплавки.

Для мелкосерийного производства экономически эффективно провести ТП восстановления зубьев фрезы и проводить заточку с последующей лазерной закалкой.

Лазерная наплавка ведет к восстановлению формы режущей кромки инструмента при неизменной вязкости инструментальной стали в толщине зуба. Снижение микротвёрдости режущей кромки инструмента происходит вследствие распада мартенсита при высоких температурах в зоне трения и механических воздействиях, что сильно снижает износостойкость.

Автоматизация ТП наплавки режущей кромки инструмента обеспечивается системой технического зрения с регулировкой угла поворота лазерной оптической головой пьезоприводом, робототехническим комплексом с поворотным столом, что обеспечивает прецизионное позиционирование фокуса лазерного излучения на зубе фрезы и позволяет регулирование мощности излучения РЛТК.

#### Литература.

1. Precise Positioning of Laser Spot in the Restoration of Hob Teeth (статья в Scopus) / V.V. Zvezdin, R.M. Khisamutdinov, V.A. Grechishnikov, V.A. Pesoshin, R.R. Saubanov, M.V. Pashkov, S.S. Syrkin // Russian Engineering Research 2019, Vol. 39, No 7, pp. 339-341.
2. Method of control position of laser focus during surfacing teeth of cutters / V.V. Zvezdin, R.M. Hisamutdinov, R.R. Rakhimov, I.H. Israfilov, R.F. Akhtiamov // В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Сер. "International Scientific-Technical Conference on Innovative Engineering Technologies, Equipment and Materials 2016, ISTC-IETEM 2016" 2017. С. 012072.
3. Laser Machining of Tool Steels / V.V. Zvezdin, R.M. Khisamutdinov, V.A. Grechishnikov, R.R. Saubanov, I.K. Israfilov, S.M. Portnov, S.Y. Yurasov // Russian Engineering Research 2018, Vol. 38, No 12, pp. 1038-1041.
4. Технология лазерной наплавки износостойких порошков на режущую кромку фрезы / В.В. Звездин, Р.М. Хисамутдинов, И.Х. Исрафилов, Р.Р. Саубанов, Р.Р. Рахимов // В сборнике: Инновационные машиностроительные технологии, оборудование и материалы - 2017. Материалы VIII Международной научно-технической конференции. 2017. С. 68-71.
5. Лазерная наплавка специальных порошков для повышения износостойкости зубьев фрезы / Р.М. Хисамутдинов, В.В. Звездин, М.Р.

Хисамутдинов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2017. № 4-3. С. 482-485.

6. Патент. Способ лазерного восстановления режущей кромки зубьев фрезы / Звездин В.В., Хисамутдинов Р.М., Саубанов Руз. Р., Хуснуллин А.Р. // RU пат. №2707005 С1, МПК В23К/26/342, В23К 26/146, В23К 26/70; Заявлено 30.04.2019; Опубл. 21.11.2019; Приоритет 30.04.2019. Бюл. №33

---

*Zvezdin Valery Vasilyevich, Dr.Sci.Tech., professor, Russia, Naberezhnye Chelny Institute of Kazan (Volga region) Federal University, department of high-energy processes and units.*

*Syrkin Sergey Sergeyevich aspirant, senior lecturer, head of laboratory LF KNITY-KAI, Russia, Naberezhnye Chelny Institute of Kazan (Volga region) Federal University, department of high-energy processes and units.*

*Hisamutdinov Ravil Mirgalimovich, Dr.Sci.Tech., associate professor, department chair of "Design-technology ensuring machine-building productions", Russia, Naberezhnye Chelny Institute of Kazan (Volga region) Federal University.*

*Saubanov Ruzil Rashitovich, Candidate of Technical Sciences, associate professor, Russia, NaberezhnyeChelny, Naberezhnye Chelny Institute of Kazan (Volga region) Federal University, department of high-energy processes and units.*

#### **TECHNOLOGICAL FEATURES OF LASER SURFACING OF THE CUTTING EDGE OF THE CUTTER**

*Abstract: automation of the technological process of restoring the cutting edge of a tool is one of the methods for improving its quality and life cycle. The recovery process consists of a sequence of technological operations. This includes surfacing, sharpening, laser hardening and applying a protective coating to the surface of the tool, which increases its wear resistance. The task of surfacing the teeth of the cutter to obtain the specified quality indicators is solved by using a robotic laser technology complex and precision guidance of the focus of laser radiation to the start point of processing. This is done by a piezo drive and a vision system.*

*Key words: laser cladding, tooth cutter, robotic laser technological complex precision focus, the piezo drive system of technical vision.*

УДК 621.791

*Саубанов Рузиль Рашитович, кандидат. техн. наук, доцент, Россия, Набережные Челны, Набережночелнинский институт (филиал) Казанского (Приволжского) федерального университета.*

*Звездин Валерий Васильевич, д-р. техн. наук, проф. кафедры, Россия, Набережные Челны, Набережночелнинский институт (филиал) Казанского (Приволжского) федерального университета.*

*Хисамутдинов Равиль Миргалимович, д-р. техн. наук, проф. кафедры, Россия, Набережные Челны, Набережночелнинский институт (филиал) Казанского (Приволжского) федерального университета.*

*Портнов Сергей Михайлович, кандидат. техн. наук, доцент, Россия, Набережные Челны, Набережночелнинский институт (филиал) Казанского (Приволжского) федерального университета.*

#### УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ ЛАЗЕРНОЙ СВАРКИ

*Аннотация: В статье представлены результаты исследований по лазерной сварке конструкций. Система технического зрения необходима для прецизионного наведения фокуса излучения на стык свариваемых элементов, и она рассматривается как составная часть системы автоматизированного управления процессом, обеспечивающей управление перемещением лазерного луча по стыку свариваемых элементов и регулировку мощности излучения, в зависимости от температуры стыка. Технологический процесс сварки проводится в защитной атмосфере инертных газов. Грубое наведение луча осуществляется робототехническим комплексом до момента попадания точки «начало сварки» в поле зрения системы технического зрения, которая встроена в технологическую головку. Прецизионное позиционирование фокуса луча на шве обеспечивается перемещением фокусирующей линзы на определенный угол пьезоприводом. Приведены результаты металлографических исследований сварного шва стали 12Х2Н4А.*

*Ключевые слова: лазерная сварка; прецизионное наведение на стык; система технического зрения; система автоматизированного управления; сварка сталей.*

На современных машиностроительных предприятиях в условиях новых экономических требований успешно развиваются технологии, связанные с использованием роботизированных лазерных технологических комплексов (РЛТК). Вывод на рынок новых изделий на российских машиностроительных

предприятиях требует разработки лазерных прецизионных технологий. Это лазерная сварка (ЛС) и резка (ЛР), в частности конструкций из сталей, которые широко используются многими российскими и зарубежными компаниями в автомобилестроении [1,2].

Лазерная сварка может выполняться в автоматическом режиме, это снижает влияние человеческого фактора, что оказывает существенное влияние на качество выпускаемой продукции.

Комбинированная электродуговая и ЛС с присадочной проволокой может быть использована для сварки сталей для компонентов трансмиссии. Присадочный материал изменяет состав сварного шва, предотвращая образование твердой и хрупкой фаз, и улучшает свойства шва без удаления слоя цементации [3].

Гибридная лазерная сварка с предварительным подогревом заготовок больших толщин и подачей присадочной проволоки в электромагнитном поле индуктора ускоряет процесс перемешивания расплавленного металла. Это способствует равномерному распределению легирующих химических элементов, входящих в состав присадочной проволоки, на всю глубину металла сварного шва, что обеспечивает высокие механические и эксплуатационные свойства сварного шва [4].

Экономически целесообразно для машиностроительных предприятий проводить ЛС без дополнительных источников энергии и механической обработки стыковых поверхностей после лазерной резки (ЛР) [5].

Однако для данного способа сварки присущи недостатки, характерные для технологий лазерной сварки в целом, это чувствительность к зазорам и необходимость прецизионного позиционирования фокуса лазерного луча относительно стыка. Для обеспечения требуемой точности позиционирования стандартных технологических головок относительно стыка при лазерной сварке используются системы наведения на базе датчиков различного типа (тактильные, триангуляционные, индуктивные, ёмкостные и др. [4—7]). При лазерной сварке прямолинейных или несложных криволинейных стыков эти системы доказали



свою надежность. Однако они практически не применимы при лазерной сварке сложных контуров, содержащих большое количество малых свариваемых контуров или длинномерных изделий.

Основными регулируемыми параметрами РЛТК, влияющими на показатели качества ЛС, являются подводимая электрическая мощность, положение фокуса лазерного излучения и скорость перемещения ЛИ относительно стыка свариваемых деталей. Известно, что объем зоны термического влияния (ЗТВ), зависит от теплофизических свойств металла, энергетических характеристик ЛИ, а также плотности мощности энергетического потока ЛИ и времени ее воздействия. Необходимо рассматривать РЛТК как совокупность взаимодействующих между собой звеньев сложной системы, участвующих в формировании качества сварного шва. К показателям качества ТП ЛС относятся микротвердость, глубина шва, отсутствие непроплавов, пор, раковин и т. д. зоны воздействия ЛИ на металл. Взаимосвязь между параметрами ЛТК и показателями качества сварки показана на рисунке 1.

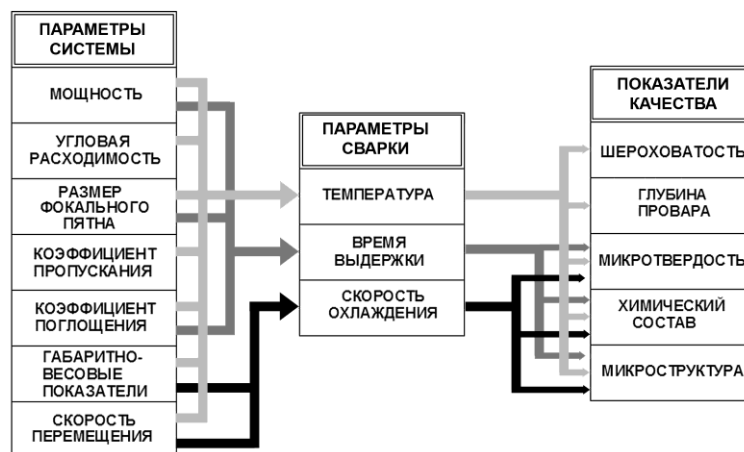


Рис. 1. Взаимосвязь между параметрами ЛТК и показателями качества сварки.

Общим для всех способов термообработки является нагрев металла до температуры плавления с последующим охлаждением.

Качество сварки обеспечивается заданными значениями и стабильностью скорости нагрева, температурой зоны термического влияния, временем

выдержки при температуре плавления, необходимой для завершения фазовых преобразований микроструктуры сварного шва и скоростью охлаждения.

Анализ взаимосвязи параметров РЛТК, характеристик ТП сварки различных металлов выявил, что наибольшее влияние на них оказывает температура.

Отсюда следует, что главным критерием оценки качества параметров ТП сварки выступает температура зоны взаимодействия ЛИ с металлом. Оптимальным путем построения САУ, приводящим к стабилизации показателей качества ТП, является стабилизация заданного значения температуры в зоне взаимодействия ЛИ с металлом и прецизионное позиционирование фокуса ЛИ на стыке.

Позиционирование фокуса ЛИ на точку начала сварки осуществляется приводом РЛТК по X, Y, Z. Прецизионное позиционирование фокуса ЛИ на точку начала сварки и во время сварки осуществляется пьезоприводом поворота фокусирующей линзы. Автоматизированная система управления (АСУ) производит регулирование мощности излучения ЛИ в зависимости от толщины детали, ширины стыка и изменения напряжения питающей сети.

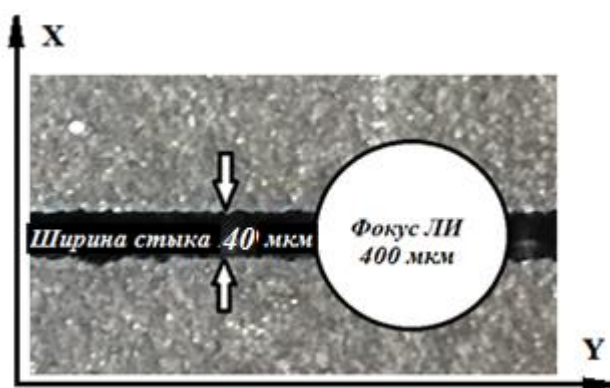


Рис. 2. Положение фокуса ЛИ на стыке свариваемых элементов конструкции.

С учетом нормального закона распределения энергии ЛИ в пятне, максимально допустимое отклонение фокуса ЛИ от стыка не должно превышать  $\pm 10$  мкм, что не может обеспечить РЛТК ( $\pm 50$  мкм).

На рисунке 3 представлена структурная схема РЛТК сварки элементов конструкции с системой технического зрения (СТЗ). Где: АЦП – аналого-цифровой преобразователь; ЭВМ – электронно-вычислительная машина; ЧПУ – числовое программное управление; РТК – робототехнический комплекс; МФП – матричный фотоприемник; УИП – управляемый источник питания.

Чувствительным элементом СТЗ является МФП. Размер чувствительных площадок МФП составляет 25 x 25 мкм.

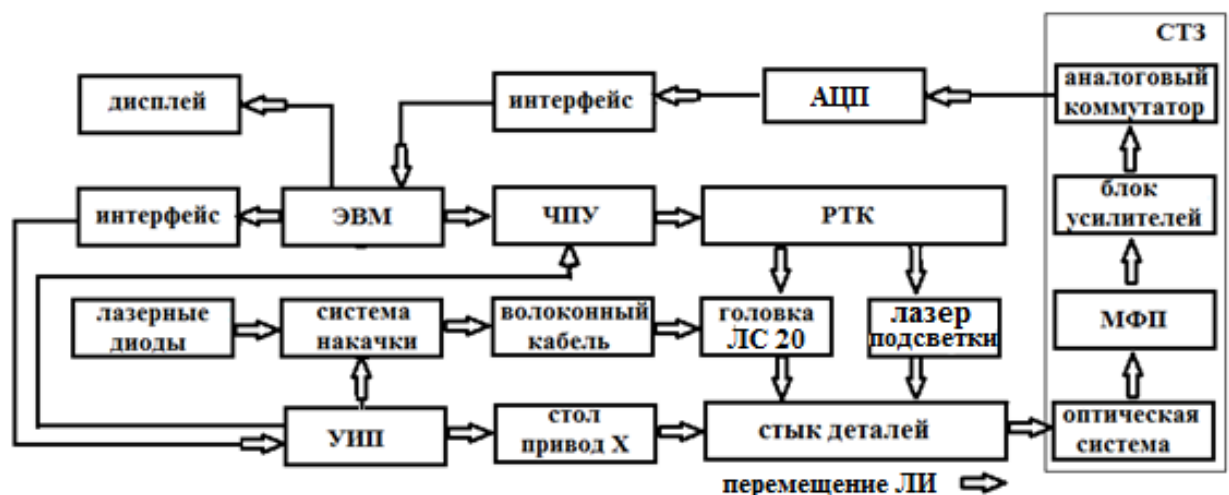


Рис. 3. Структурная схема РЛТК сварки элементов конструкции с СТЗ.

Отраженное излучение лазера подсветки от поверхности свариваемых элементов конструкции через оптическую систему фокусируется на площадках МФП, где происходит его преобразование в электрический аналоговый сигнал, усиливается в блоке усилителей и посредством аналогового коммутатора преобразуется из параллельного кода в последовательный. В АЦП происходит преобразование аналогового сигнала в цифровой. Далее через интерфейс поступает на ЭВМ, где по заданному алгоритму происходит его обработка и выдача управляющих сигналов на стойку ЧПУ и УИП. Затем фокус лазерного излучения (ЛИ), генерируемого в волоконном иттебиевом лазере ЛС 20 (лазерные диоды, система накачки, волоконный кабель, лазерная головка ЛС 20), наводится на стык свариваемых элементов. Прецизионное наведение и контроль положения

фокуса ЛИ на стыке свариваемых элементов конструкции осуществляется пьезоприводом с управлением СТЗ.

На рисунке 4 показана функциональная схема прецизионного наведения фокуса ЛИ на стык свариваемых элементов конструкции.

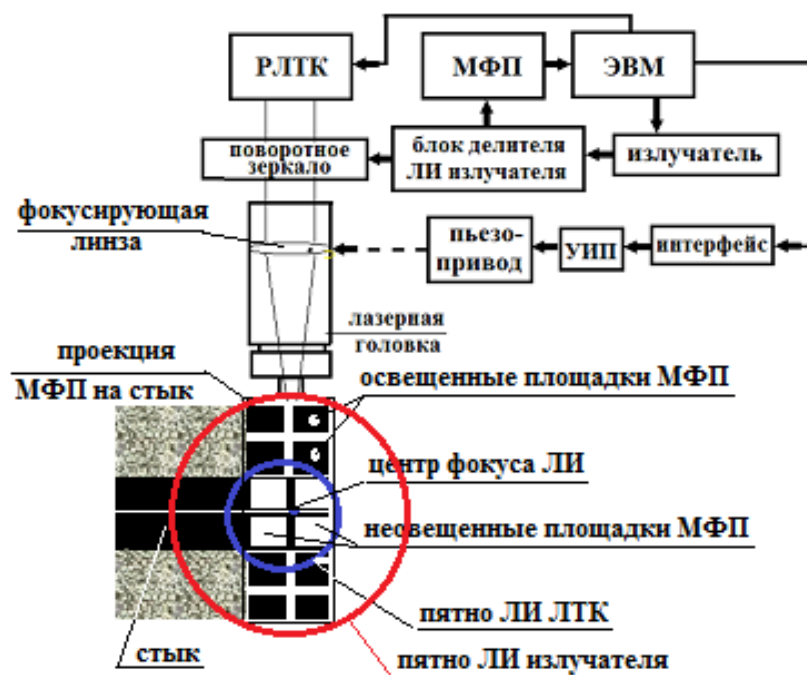


Рис. 4. Функциональная схема прецизионного наведения фокуса ЛИ на стык свариваемых элементов конструкции.

Лазерная головка установлена на РЛТК, который по программе осуществляет перемещение фокуса ЛИ по стыку свариваемых элементов конструкции. Система технического зрения (СТЗ) обеспечивает слежение за положением фокуса ЛИ относительно стыка свариваемых элементов конструкции и выдачи сигнала отрицательной обратной связи (сигнал управления) на пьезопривод, который изменяет угол наклона фокусирующей линзы [4], обеспечивая смещение фокуса ЛИ относительно стыка. Проведено математическое моделирование распределения температурного поля при лазерной сварке стали 12Х2Н4А с использованием программного пакета STAR-CCM+v 13.

На рисунке 5 показано распределение температурного поля для стали 12Х2Н4А.



Рис. 5. Модель распределения температурного поля зоны сварки и зоны термического влияния.

Моделирование процесса ЛС позволило рассчитать температуру при сварке и величину зоны термического влияния, которая определяет ширину сварного шва.

Моделирование процесса лазерной резки и сварки стали 12Х2Н4А реализовывалось с помощью многофазной модели жидкости (ММЖ), основанной на методе фиксации поверхности раздела фаз при воздействии пучка концентрированной энергии и определяющей распределение и перемещение несмешивающихся фаз.

Свариваемые поверхности получены после ЛР без механической обработки. На рисунке 6 показана поверхность стали 12Х2Н4А после ЛР.



Рис. 6. Стыковая поверхность стали 12Х2Н4А после ЛР.

Стык свариваемых элементов осуществлен без обработки стыковых поверхностей.

На рис. 7. показан внешний вид сварного шва без присадочного материала, в среде аргона, сталь 12Х2Н4А толщиной 5 мм, мощность ЛИ 10 кВт.



Рис. 7. Внешний вид сварного шва ЛС без механической обработки стыковых поверхностей, присадочного материала, в среде аргона.

При соблюдении предельных точностей изготовления свариваемых образцов и позиционирования фокуса ЛИ гарантируется попадание зоны сварки в зону газовой защиты.

Для автоматизации и повышения производительности процесса ЛС конструкций разработана система технического зрения для слежения стыка и наведения на него пятна фокуса ЛИ.

Для точного наведения на стык используется система технического зрения. Они позволяют распознать стык и навести на него технологический инструмент с высокой точностью (0,01 мм).

#### Список использованной литературы

1. Москвитин Г. В., Поляков А.Н., Биргер Е.М. Применение методов лазерной сварки в современном промышленном производстве //Сварочное производство. 2012. № 6. С. 36—47.
2. Лопота В.А., Туричин Г.А., Цибульский И.А., Земляков Е.В., Валдайцева Е.А. Новые технологии термообработки, сварки и наплавки материалов с использованием волоконных лазеров большой мощности // Заготовительные производства в машиностроении. 2012. № 10. С. 6-13.

3. A system for automatic control of precision laser welding in engineering / Grigoryants A.G., Perestoronin A.V., Portnov S.M., Zvezdin V.V., Israfilov I. *Welding International*. 2015. Т. 29. № 10. С. 801-804.
4. Modeling and calculation of the control unit for the focus position at laser-field welding Bashmakov D.A., Israphilov I.K., Zvezdin V.V. *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*. 2018. Т. 13. № 6. С. 2195-2201.
5. Management of laser welding based on analysis informative signals Zvezdin V.V., Rakhimov R.R., Saubanov R.R., Israfilov I.H., Akhtiamov R.F. В сборнике: *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2017. С. 012073.
6. Управление процессом лазерной сварки на основе анализа информативных сигналов/ Звездин В.В., Саубанов Р.Р., Рахимов Р.Р., Спириин А.А. // В сборнике: *Инновационные машиностроительные технологии, оборудование и материалы - 2016 (МНТК "ИМТОМ-2016")*. Материалы Международной научно-технической конференции. 2016. С. 68-72.
7. Управление лазерным технологическим комплексом сварки металлов / Звездин В.В., Исрафилов И.Х., Саубанов Р.Р., Спириин А.А., Харитонов А.Г. // *Международная конференция электронно-лучевая сварка и смежные технологии. Сборник материалов и докладов*. 2015. С. 399-406.
8. A system for automatic control of precision laser welding in engineering / Grigoryants A.G., Perestoronin A.V., Portnov S.M., Zvezdin V.V., Israfilov I. // *Welding International*. 2015. Т. 29. № 10. С. 801-804.
9. Improvement of combined laser-plasma welding / Zvezdin V.V., Zamorskiy V.V., Pesoshin V.A., Aleev R.M., Saubanov R.R. // *Известия высших учебных заведений. Физика*. 2015. Т. 58. № 9-2. С. 36-39.
10. Automatic control system of high-precision welding of preparations by the laser radiation at influence of the plasma torch / Zvezdin V.V., Israfilov D.I., Portnov S.M., Saubanov R.R., Rakhimov R.R., Zvezdina N.M. // *Известия высших учебных заведений. Физика*. 2015. Т. 58. № 9-3. С. 51-54.

11. Automatic control system of high precision welding of workpieces in mechanical engineering / *Kuznetsov I.N., Zvezdin V.V., Israfilov I.H., Portnov S.M.* // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Ser. "Innovative Mechanical Engineering Technologies, Equipment and Materials-2013" 2014. C. 012029.

---

*Saubanov Ruzil Rashitovich, Candidate of Technical Sciences, associate professor, Russia, NaberezhnyeChelny, Naberezhnye Chelny Institute of Kazan (Volga region) Federal University, department of high-energy processes and units.*

*Zvezdin Valery Vasilyevich, Dr.Sci.Tech., professor, Russia, Naberezhnye Chelny Institute of Kazan (Volga region) Federal University, department of high-energy processes and units.*

*Hisamutdinov Ravil Mirgalimovich, Dr.Sci.Tech., associate professor, department chair of "Design-technology ensuring machine-building productions", Russia, Naberezhnye Chelny Institute of Kazan (Volga region) Federal University.*

*Portnov, Sergei Mikhailovich, Candidate of Technical Sciences, associate professor, Russia, NaberezhnyeChelny, Naberezhnye Chelny Institute of Kazan (Volga region) Federal University, department of high-energy processes and units.*

### **MANAGING THE LASER WELDING PROCESS**

*Abstract: the article presents the results of research on laser welding of structures. The technical vision system is necessary for precision guidance of the radiation focus on the joint of the welded elements, and it is considered as an integral part of the automated process control system that controls the movement of the laser beam along the joint of the welded elements and adjusts the radiation power, depending on the temperature of the joint. The welding process is carried out in a protective atmosphere of inert gases. Rough guidance of the beam is carried out by a robotic complex until the point "start of welding" enters the field of view of the technical vision system, which is built into the process head. Precision positioning of the beam focus on the seam is provided by moving the focusing lens to a certain angle with a piezo drive. The results of metallographic studies of the 12x2h4a steel weld are presented.*

*Keywords: laser welding; precision joint guidance; technical vision system; automated control system; steel welding.*



УДК 69.07

*Захаров А.А., магистрант, Набережночелнинский институт ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет».*

*Зонина С.В., старший преподаватель, Набережночелнинский институт ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет».*

## ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ФАСАДОВ И ПОКРЫТИЙ ЗДАНИЙ С САМОНЕСУЩИМ КАРКАСОМ ИЗ АЛЮМИНИЕВЫХ ПРЕССОВАННЫХ ПРОФИЛЕЙ

*Аннотация: в статье рассмотрены некоторые особенности проектирования и статического расчета каркаса светопрозрачных конструкций с учетом действия пиковых значений ветровых нагрузок, приведены примеры и выполнен анализ различных вариантов расчетных схем.*

*Ключевые слова: светопрозрачные конструкции; статический расчет; расчетная схема; деформации каркаса.*

В строительстве современных жилых зданий и коммерческой недвижимости используется достаточно большое количество светопрозрачных конструкций: окна, витражи, комплексное остекление фасадов, светопрозрачные покрытия. Современный стиль и архитектурная выразительность являются ключевыми факторами использования светопрозрачных конструкций в качестве основной части оболочки зданий. В некоторых случаях светопрозрачные конструкции занимают до 90 процентов всего фасада здания. С развитием отрасли развивается и нормативно-техническая база. Так, в 2019 году вступил в действие СП 426.1325800.2018 «Конструкции фасадные светопрозрачные зданий и сооружений. Правила проектирования», где прописаны допускаемые деформации для каркаса светопрозрачных конструкций - 1/200 пролета, и для светопрозрачного заполнения – 1/250 короткой стороны заполнения [1].

Согласно п.11.2 СП 20.13330 при расчете необходимо учитывать пиковые положительные и отрицательные воздействия ветровой нагрузки, нормативные значения которых определяются по формуле:

$$w_{+(-)} = w_0 k(z_e) [1 + \zeta(z_e)] c_{p+(-)} v_{+(-)}$$

где:  $z_e$  - эквивалентная высота, зависящая от габаритов здания;

$k(z_e)$ ,  $\zeta(z_e)$  - коэффициенты, учитывающие, соответственно, изменение давления и пульсации давления ветра на высоте  $z_e$ ;

$v_{+(-)}$  - коэффициент корреляции ветровой нагрузки, соответствующий положительному давлению (+) и отсосу (-) в зависимости от площади ограждения  $A$ , с которой собирается ветровая нагрузка;

$c_{p+(-)}$  - пиковые значения аэродинамических коэффициентов положительного давления (+) или отсоса (-), определяемые в зависимости от местоположения конструкции [2].

Пиковая ветровая нагрузка учитывает возможные кратковременные порывы ветра, которые при этом действуют не по всей площади рассматриваемой конструкции, а на отдельных участках непредсказуемых по размеру форме и количеству (Рис.1).

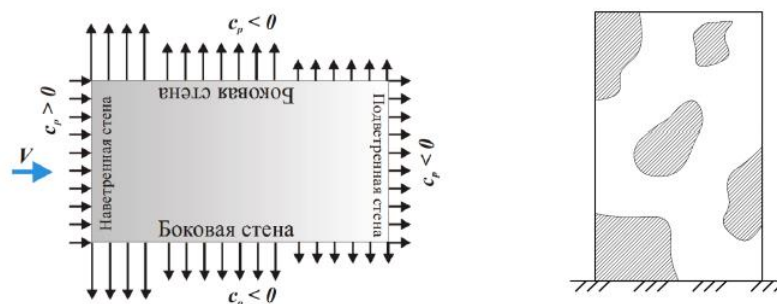


Рис. 1. Схема распределения ветровой нагрузки по стенам здания и вероятные участки действия пикового значения ветровой нагрузки в результате кратковременного порыва ветра

Необходимо отметить, что пиковые значения ветровой нагрузки значительно, а иногда и в разы превосходят их среднюю составляющую. При расчетах здания в целом пиковые значения не учитываются, поскольку они достигаются в отдельных точках фасадов в разное время.

При проектировании светопрозрачных конструкций с целью снижения стоимости довольно часто применяют многопролетную расчетную для стоек каркаса. Чаще всего применяется 2-х пролетная схема, но в некоторых случаях используют и 3-х пролетную (Рис.2).

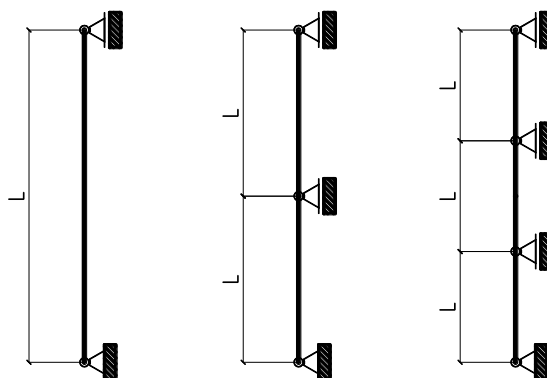


Рис. 2. Варианты расчетных схем стоек каркаса: однопролетная, двух-пролетная, трех-пролетная

При расчете элементов каркаса на прочность (1 группа предельных состояний) и жесткость (2 группа предельных состояний) в большинстве случаев подбор требуемого сечения проводится по допустимым деформациям, так как по прочности имеется значительный запас. В многопролетных схемах нагрузки в смежных пролетах уравниваются и снижают деформацию элемента, таким образом позволяют применить профили стоек с более низкими геометрическими характеристиками сечения по сравнению с однопролетной схемой.

Рассмотрим различные варианты нагружения при различных расчетных схемах, при прочих равных условиях. Расчеты выполнены в ПК «Балка».

Исходные данные для расчета:

- район строительства – г. Набережные Челны;
- тип местности – В;
- высота здания – 69 м.;
- высота установки конструкции – 65 м.;
- размеры здания в плане – 20x35 м.;
- зона установки конструкции – угловая;
- шаг стоек – 1,5 м.;
- высота этажа – 3 м.;

По исходным данным выполнен расчет пиковых значений ветровой нагрузки с учетом требований [2]:

Нормативное значение давления ветра для II ветрового района по таблице 11.1, СП 20.13330.2016 [2]:  $w_0=0,3$  КПа

Нормативное значение пиковой ветровой нагрузки по СП 20.13330-2016 «Нагрузки и воздействия» [2]:

$$w_{+(-)} = w_0 k(z_e) [1 + \zeta(z_e)] c_{p+(-)} v_{+(-)} = 300 * 1,41 * [1 + 0,72] * 2,2 * 0,95 = 1520 \text{ Па}$$

Коэффициент изменения давления ветра по формуле (11.4)

СП 20.13330.2016 [2]:

$$k(z_e) = k_{10} (z_e/10)^{2\alpha} = 0,65 (69/10)^{2*0,2} = 1,41$$

Коэффициент пульсации давления ветра:

$$\zeta(z_e) = \zeta_{10} (z_e/10)^{-\alpha} = 1,06 * (69/10)^{-0,2} = 0,72$$

Пиковый аэродинамический коэффициент для прямоугольных в плане зданий согласно приложению В.1.17 пункту а) СП 20.13330.2016 [2]:

$$c_{p-} = 2,2; c_{p+} = 1,2$$

Коэффициент корреляции ветровой нагрузки по таблице 11.8 СП 20.13330.2016 [2]:

$$V_{+(-)} = 0,98;$$

Расчетное значение пиковой ветровой нагрузки:

$$w_{p+(-)} = w_{+(-)} * \gamma_f = 1520 * 1,4 = 2128 \text{ Па}$$

К расчету принята стойка из алюминиевого прессованного профиля ТП-50313 производителя АО «Татпроф». Геометрические характеристики сечения приведены на (Рис.3).

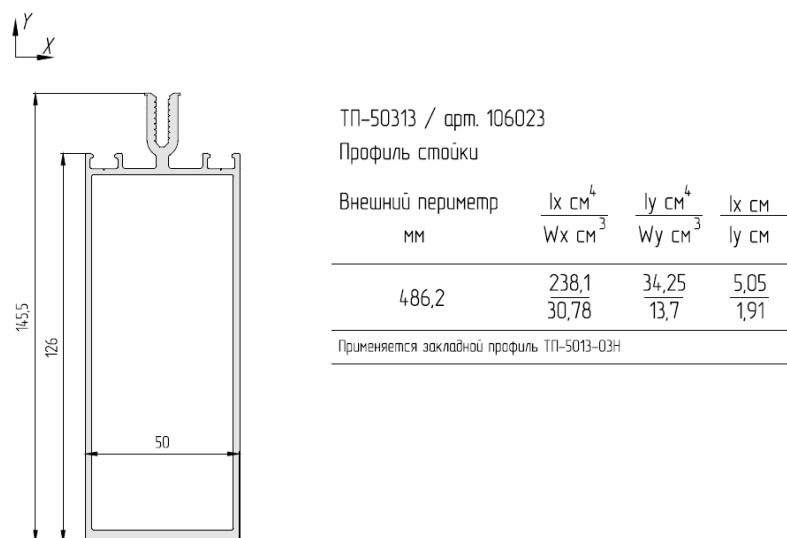
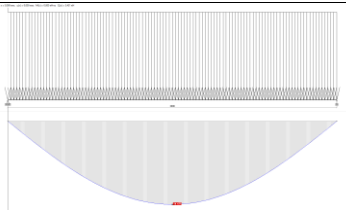
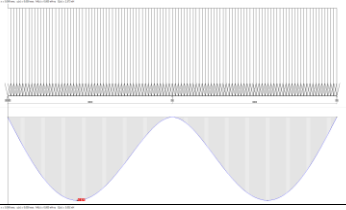
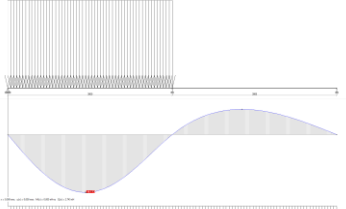
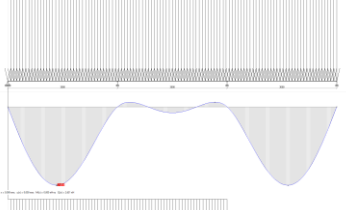
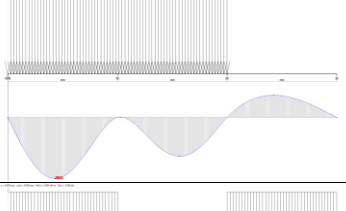
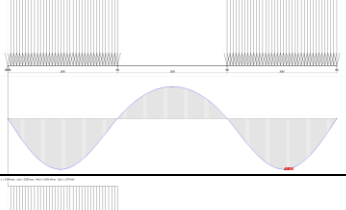
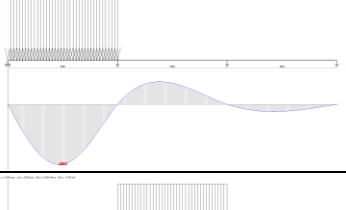
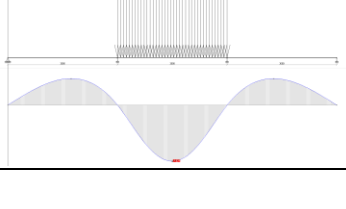


Рис. 3. Геометрические характеристики сечения стойки ТП-50313

Таблица 1

Результаты расчета стойки при различных расчетных схемах

№	Результат расчета	Мах прогиб, мм.	Мах изгибающий момент, кН*м	
1		14,475	3,603	I,II ПС
2		6,021	-3,603	I ПС
3		10,173	2,758	II ПС
4		7,653	-2,882	
5		6,56	-3,363	I ПС
6		11,025	2,918	II ПС
7		9,89	2,706	
8		7,527	2,162	

Анализ результатов проведенных расчетов (Табл. 1) показывает:

- при применении двух-пролетной расчетной схемы нагруженной равномерной нагрузкой по всему элементу деформации практически в 2 раза меньше, чем при варианте, когда нагрузка приложена к одному из пролетов;
- максимальный изгибающий момент в двух-пролетной расчетной схеме возникает в элементе при действии равномерной нагрузки по всему элементу;
- при применении трех-пролетной расчетной схемы наилучшим вариантом приложения нагрузки с точки зрения деформаций элемента является вариант, при котором нагрузка действует в двух крайних пролетах;
- максимальный изгибающий момент в трех-пролетной расчетной схеме возникает в элементе при действии равномерной нагрузки в двух смежных пролетах элемента.

При расчете стоек и ригелей каркаса необходимо учитывать габариты ячеек заполнения, так как условие по максимально допустимым деформациям светопрозрачного заполнения  $1/250$  короткой стороны. Таким образом критерий деформации ригеля от действия ветровых нагрузок необходимо принимать для всех вариантов схем  $1/250$  короткой стороны заполнения, так как на один ригель в большинстве случаев приходится одна ячейка остекления. Ограничения по деформациям ригелей от действия постоянных нагрузок не должны превышать  $1/200$  длины ригеля, при этом должны быть учтены системные ограничения. Так в системе «Татпроф» ТП-50300 действуют ограничения по деформации ригеля от постоянных нагрузок: 5 мм. - для ригелей расположенных над глухим заполнением (это требование обусловлено недопустимостью соприкосновения стекла с металлом), 2,5 мм - для ригелей расположенных над створкой (из условий работы фурнитуры) [3].

Выводы:

- 1) Расчет каркаса светопрозрачных конструкций при применении многопролетной расчетной схемы необходимо выполнять с учетом наименее благоприятного варианта нагружения ветровой нагрузкой.

- 2) При расчете по первой группе предельных состояний для двух-пролетной и трех-пролетной расчетных схем необходимо учитывать нагрузку в двух смежных пролетах элемента.
- 3) При расчете по второй группе предельных состояний для для двух-пролетной расчетной схемы необходимо учитывать нагрузку в одном пролете элемента, а для трех-пролетной схемы – нагрузку в двух крайних пролетах.

### Литература

1. СП 426.1325800.2018 «Конструкции фасадные светопрозрачные зданий и сооружений. Правила проектирования». М., 2019.
2. СП 20.13330-2016 «Нагрузки и воздействия» с Изменениями №1,2. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85\*. М., 2019.
3. Захаров А.А. «Особенности статического расчета фасадных светопрозрачных конструкций» // European Scientific Conference: сборник статей XVIII международной научно-практической конференции. В 2 ч. Ч. 1. – Пенза: МЦНС «Наука и просвещение». – 2020. – 252 с. (с. 70-73)

---

*Zakharov A. A., master's student, Naberezhnye Chelny Institute of Kazan (Volga region) Federal University*

*Zonina S. V., senior lecturer, Naberezhnye Chelny Institute of Kazan (Volga region) Federal University*

### DESIGN FEATURES OF TRANSLUCENT FACADES AND COATINGS OF BUILDINGS WITH A SELF-SUPPORTING FRAME MADE OF PRESSED ALUMINUM PROFILES

*Abstract: the article considers some features of the design and static calculation of the frame of translucent structures taking into account the action of peak values of wind loads, provides examples and analyzes various variants of calculation schemes. Keywords: translucent structures; static analysis; design scheme; the deformation of the frame.*

УДК 159.9

*Pham Minh Son, Associate Prof, Vice Rector, Academy of Journalism and Communication, 36 Xuan Thuy St, Cau Giay, Hanoi, Vietnam.*

## PERCEPTION OF SAFETY CLIMATE AT WORK: THE INFLUENCE OF THE ORGANIZATIONAL CLIMATE

*Abstract: The present study focused on the impact of organizational climate on the perception of safety climate at work. The data were collected using questionnaire form among a convenience sample of 953 employees at all types of business sectors in the North, Central and South of Vietnam, under 18 years old, and with less than 3-year experience. The study found that organizational climate enhances the overall perception of safety climate at work. Regression analysis revealed that different components of organizational climate influenced perception of security climate to different extents. Particularly, the most influential predictor of perception of safety climate at work is work pressure, followed by job involvement, supervisor support, and finally co-worker support. Implications on creating a positive organizational climate and improved perception of safety climate at work were discussed, with special emphasis on work pressure.*

*Keywords: safety climate, organizational climate*

---

### **1. Introduction**

Zohar was the first researcher who laid the foundation of safety climate research in the 1980s [1]. Since then, the impact of safety climate in manufacturing industries has been explored. Recent research revealed that safety climate strongly predicts many different criteria [2]. For instance, perception of safety climate can impact on employees' attitudes toward safety, their performance at work and interaction between employees with regard to safety issues. Besides, safety climate was not only related to self-reports of compliance with safety regulations and procedures but also participation in safety-related activities within the workplace [3]. Perception of safety climate predicted safety-related outcomes, such as accidents, incidents and safe work behaviours [4, 5, 6]. When an organization has strong safety climate, i.e. the workplace has well developed and effective safety programs as well as employees are more likely to adhere [7], it has less industrial accidents.



Some authors have attempted to identify the causes of perception of safety climate, including individual-level factors, such as age, occupation, tenure, personality traits, and education (Hahn & Murphy, 2008) and environmental factors like organizational climate. However, few studies have examined these cause-effect relationships in enterprises in Vietnam. This article shed a light on the impact of organizational climate to perception of safety climate.

## **2. Conceptual background**

### *2.1. Definition and components of perception of safety climate*

The main focus of most research on workplace safety is employee's perception of safety [8]. Employee's perception of the importance of safety in an organization is the key content of safety climate [1,9]. Safety climate refers to employee's general perception of the safety of his work environment [7]. It affects the ease of performing day-to-day tasks.

Studies about safety climate proposed different structures of safety climate. According to Zohar [1], safety climate consisted of the status of safety officers within the organization, worker training, regular communication between managers and workers, general housekeeping, and a stable workforce. In the study of The National Institute for Occupational Safety and Health – the United States federal agency for safety climate, the authors use various dimensions to measure safety climate: management commitment, performance feedback, knowledge, workload, role relationships, social support, and job stress [8]. Hahn & Murphy identified several components of safety climate: management decision making, organizational safety norms and expectations, safety practices, policies and procedures, which together serve to communicate organizational commitment to safety [7]. According to Neil, Griffin & Hart, important components of safety climate were management values (i.e. management concern for employee well-being), management and organizational practices (i.e. adequacy of training, provision of safety equipment, quality of safety management systems), communication, and employee involvement in workplace health and safety [3]. In this study, we relied on Hahn & Murphy's structure of safety climate, with 4 components of safety climate (i.e. behavioural norms, feedback,

manager commitment and employee's involvement in safety) measured by the global work safety scale [7]. The scale proved acceptable internal consistency after tested on 14 samples.

## *2.2. Definition and components of Organizational climate*

Organizational climate is a psychological component of the work environment which influences employees' job satisfaction and attitude at work [10]. Zohar suggested that organizational climate involved employees' perception of selected characteristics/features of their organizational environment [11]. Therefore, it is considered a set of individual reviews of the work environment [12]. Organizational climate was made up of employees' general perception of the procedures, practices and kinds of behaviours that get rewarded and supported related to a specific strategic focus. When employees are aware of the organizational atmosphere, organizational climate becomes a descriptive measure [13]. Organizational environment can refer to a physical environment or a psychological environment. Previous research revealed that psychological climate referred to the way employees felt about and explained the psychological environment of the organization [12]. Psychological climate, as identified by Koys and DeCotiis, is another dimension of employee's perception of the organization in the workplace [13]. It includes trust, cohesion, pressure, innovation, and fairness. Meanwhile, the physical environment reflects working conditions such as tools, equipment, facilities, noise, air quality, etc.

Researchers have found various components of organizational climate such as organizational communication, employee involvement, decision making, and general quality of feedback [7]. According to Johnstone, organizational climate includes work pressure, involvement, supervisor support and co-worker cohesion [14]. Dejoy, on the other hand, proposed 4 components of organizational climate: leadership, communication, participation, and innovation [8].

To sum up, most research on organizational climate suggested that involvement is an important factor, because it is employees' attitude toward their work. Job involvement is the degree to which an individual views the importance of a job in his or her life. It is the psychological identification with his or her own job [15, 16, 17,

18]. Besides, work pressure (i.e. intensity, concentration, consumption of time and power, etc.) contributes to make organizational environment comfortable or stressful. Work pressure is understood as the psychological status caused by work pace and workload. Lastly, organizational communication, decision making and general quality of feedback reflect different sides of employees' relationship in the workplace and are assessed through supervisor and co-worker support. Overall, the main components of organizational climate are related to work, employees' attitude towards work and features of work relationships. They are work pressure, job participation, supervisor support and co-worker support.

### *2.3. The relationship between organizational climate and safe climate*

According to DeJoy, safety climate is a progression of organizational climate. It stems from the idea that organizations may have a number of specific climates, such as the climate for customer service, the climate for safety, and so on [8].

Safety climate is a specific form of organizational climate, defined by individual awareness of the value of safety in the work environment [3]. Safety climate, viewed as a component of the general organizational climate, is a means to distinguish between employers with high or low injury rates [1, 19]. Gonzalez-Roma et al. suggested that organizational climate is a descriptive measure indicating the workforce's perception of the organizational atmosphere [13]. When the strategic focus involves performance of high-risk operations, the general awareness decides safety climate [1].

In general, organizational climate is positively correlated with safety climate. When employees perceive the organizational environment positively (i.e. relevant to their own values and self-interests), they may align their personal goals with those of the organization and invest greater effort in pursuing them [20]. Other research on the relationship between safety climate and general organizational climate variables such as communication, feedback, job involvement, and decision making also have shown similar strong relationships between general organizational climate and safety climate [3, 8], general organizational climate provided a background for other workplace consciousness such as safety [3]. Agreeing with this view, James and James examined

a variety of psychological climate variables, such as perception of leader support, role stress, job challenge and autonomy, and work group cooperation [12]. They found that a single higher-order factor was likely to underlie the diverse perceptions. The authors suggested that organizations that place a high priority on general employee welfare were more likely to value employee safety and effectively communicate this to their employees. Some research reveal that general organizational climate is an necessary part of the matrix from which specific assessments about safety originate. A generally positive and supportive organizational climate affects the extent to which employees perceive that safety is important within their organization [3, 8].

The above studies reveal the strong relationship between organizational climate and safety climate. There can be no positive safety climate when employees are not comfortable about the job and the relationships in the workplace. Safety climate is not only influenced by organizational climate as a whole but also by components of organizational climate. Work pressure influences safety climate when time and resources are tight, especially in a global economy requiring increased competitiveness, cost reduction and organisational restructuring [20]. Role overload negatively predicts safety climate [21]. When employees feel involved, they identify themselves in line with the work and feel safe at work. They have absolute trust in the organization. They do not care about anything unrelated to their job, so their perception of safety enhances.

Organizational support (supervisor support, co-worker support) helps individuals to cope with the work environment better [22, 23], thus it increases perception of safety climate at work. With the idea that “leaders create climate” [24], the majority of studies conclude that leadership relationship positively influenced safety climate. Researches show that when leaders actively encourage occupational safety, organizations have better safety records [1, 25, 26]. Supportive supervision is related to safety in the workplace, and management actions directly influence perception of safety climate [21]. That is, if managers call attention to the importance of safety, employees become more aware of safety climate. Similarly, perception of safety climate is enhanced when employees perceive management that provides

safety training because of a commitment to occupational safety rather than an obligation to comply with external regulations. Co-worker support refers to necessary support among colleagues when performing tasks through sharing knowledge and expertise as well as providing encouragement and support [27]. When employees work in an environment where colleagues help and support each other, they can discuss new ideas more openly and freely [28].

With the above evidence, the research hypotheses are as follows:

H1: Organizational climate positively influences perception of safety climate

H2: Work pressure negatively influences perception of safety climate

H3: Work involvement positively influences perception of safety climate

H4: Supervisor support positively influences perception of safety climate

H5: Co-worker support positively influences perception of safety climate

### **3. Materials and Methods**

#### *3.1. Sample*

Data were collected from 1200 respondents by a convenience sampling from all types of business sectors in the North, Central and South of Vietnam. After data cleansing of uncompleted or unreliable surveys, 953 surveys were analyzed. Of the respondents, 34.8% were in Hanoi ( $N= 332$ ), 21% were in Hai Phong ( $N= 200$ ), 17.2% were in Da Nang ( $N= 164$ ) and 27% were in Ho Chi Minh City ( $N= 257$ ). 51.1% were male ( $N= 465$ ) and 48.9% were female ( $N= 445$ ). The average age of respondents in this study was 27.4 years. The average working time was 3.49 years.

#### *2.2. Measures*

*Perception of safety climate.* We used a short scale of perception of safety climate designed by Hahn & Murphy [7]. The scale measures 4 components of perception of safety climate: co-worker behaviour norms, safety feedback, management commitment, and worker involvement in safety.

#### *Organizational climate*

- *Work pressure* was measured based on an extraction of Karasek's job content scale, including 3 items: "work fast", "work hard", and "intense concentration"[29].

- *Job involvement* was measured through 3 indicators from Kanungo [16]. They are: "I live, eat, and breathe my job"; "The most important things that happen to me in my life usually occur at work"; "The major satisfaction in my life comes from work".

- *Supervisor and co-worker support* was measured by equally weighted combinations of supervisor support and co-worker support of Karasek & Theorell [30].

For both organizational climate and safety climate scales, each item was rated on a 5-point scale (1- not at all, 5- frequently or always). Higher scores implied high safety climate and high organizational climate. Only work pressure was scored reversely. Cronbach Alpha coefficients of scales were acceptable, with 0.84 for work pressure scale, 0.67 for involvement scale, 0.89 for supervisor support scale, 0.65 for co-worker support scale, and 0.66 for perceived of safety climate.

### **3. Results**

Table 1 showed that mean scores of the components of organizational climate were in the middle range, ranging from 3 - relatively agree to 4 - agree. Involvement had the lowest score of agreement while work pressure had the highest score. The percentage of respondents agreed and strongly agreed with the 4 components of organizational climate was uneven. More than 50% of employees perceived work stress but less than 50% of them received supervisor support. It was worth mentioning that the rate of employees receiving co-worker support is less than receiving supervisor support (33.3% and 49.2% respectively). It was also equivalent to the rate of job involvement. About a quarter of respondents (27.3%) agreed that organizational climate was positive, with the two notable components of organizational climate were work pressure and supervisor support.

Table 1

PERCENT AGREEMENT (AGREE OR STRONGLY AGREE) WITH THE COMPONENTS OF ORGANIZATIONAL CLIMATE

<i>Components of organizational climate</i>	<i>Percent</i>	<i>Mean</i>	<i>SD</i>
Supervisor support	49.2	3.65	0.82
Co-worker support	33.5	3.53	0.71
Job involvement	33.3	3.43	0.80
Work pressure*	50.4	3.79*	0.89
<i>Mean</i>	<i>27.3</i>	<i>2.95</i>	<i>0.40</i>

**Note:** \*Recoded when synthesizing organizational climate

Descriptive analysis of frequencies of employees' perception of safety climate was shown in Table 2. Work environment was perceived as generally safe (M = 3.88). 72.8% of employees believed that new employees were expected to obey good health and safety practices. The majority of employees (71.4%) reported that safety practices were very important to the management in the workplace. 66.3% of employees reported regularly aware of and easily notice unsafe behaviours at work. Although the percent of employees who agreed or absolutely agreed with each component of perception of job safety is over 66%, only 54.4% agree with perception of job safety in general.

Table 2

PERCENT AGREEMENT (AGREE OR STRONGLY AGREE) WITH THE COMPONENTS OF PERCEPTION OF SAFETY CLIMATE

<i>Component of perception of safety climate</i>	<i>Percent</i>	<i>Mean</i>	<i>SD</i>
Co-worker behaviour norms	72.8	3.86	0.89
Safety feedback	66.3	3.74	0.95
Management commitment	71.4	3.98	0.78
Worker involvement in safety	66.3	3.74	0.97
<i>Mean</i>	<i>54.4</i>	<i>3.88</i>	<i>0.63</i>

Table 3 showed the correlation between components of organizational climate and perception of job safety. The correlation coefficient between work pressure and management commitment was highest ( $r= 0.63, p <0.01$ ), while the correlation coefficient between work pressure and feedback behavior was smallest ( $r= - 0.29, p <0.01$ ). An addition, organizational climate in general had a strong correlation with the components of perception of safety, the correlation coefficient ranged from 0.42 to 0.50. Organizational climate has an influence in perception of safety climate ( $r= 0.729$ , significantly higher than that  $r= 0.54$  in Neal, Griffin, & Hart, 2000). Thus, it can be seen that organizational climate strongly influenced perception of safety climate. When organizational climate was comfortable, friendly and sociable, employees felt better safety climate.

Table 3

**PEARSON CORRELATION COEFFICIENTS BETWEEN ORGANIZATIONAL CLIMATE AND PERCEPTION OF SAFETY CLIMATE**

	1.1	1.2	1.3	1.4	1	2.1	2.2	2.3	2.4	2
1.1.Supervisor support										
1.2.Co-worker support	0.67**									
1.3.Job involvement	0.45**	0.50**								
I.4.Work pressure	-0.55**	-0.45**	-0.41**							
1.Org. climate	0.85**	0.82**	0.75**	-0.81**						



	1.1	1.2	1.3	1.4	1	2.1	2.2	2.3	2.4	2
2.1.Co-worker behavior norms	0.36**	0.31**	0.34**	-0.35**	0.43**					
2.2. Safety feedback	0.30**	0.31**	0.41**	-0.29**	0.42**	0.32**				
2.3.Management commitment	0.53**	0.46**	0.38**	-0.63**	0.64**	0.33**	.30**			
2.4.Worker involvement in safety	0.40**	0.41**	0.39**	-0.37**	0.51**	0.29**	0.35**	0.40**		
2. Perceived of safety climate	0.59**	0.54**	0.51**	-0.65**	0.73**	0.60**	0.60**	0.87**	0.66**	
Note: ** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed), (+)=no reliability value due to single-item status.										

Regression analyses were performed for the components of organizational climate and perception of safety climate. The results showed that the components of organizational climate explained 54.3% of the variation of perception of safety climate. All components of organizational climate contributed to predict perception of safety climate. Particularly, work pressure was the most powerful predictor of perception of safety climate with the highest coefficient ( $\beta_0= 0.414$ ), followed by job involvement ( $\beta_0=0.193$ ), supervisor support, and lastly co-worker support ( $\beta_0= 0.12$ ). It could be seen that employees were most concerned about work pressure; while co-worker support only contributed a little impact to perception of safety climate. This result shows that factors related to work and attitudes towards to work (i.e. work pressure and job involvement) have stronger influence to perception of safety climate than factors related to relationships. This means that employees' personal experiences of the natures of work and their job involvement are their top concerns when discussing perception of safety climate.

Table 4

MULTIVARIATE REGRESSION OF THE IMPACT OF THE COMPONENTS OF ORGANIZATIONAL CLIMATE ON PERCEPTION OF SAFETY CLIMATE

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	
	B	Std. Error	Beta			
1	(Constant)	2.845	.115		24.670	.000
	Supervisor support	.138	.025	.180	5.494	.000
	Co-worker support	.108	.028	.121	3.841	.000
	Job involvement	.152	.021	.193	7.238	.000
	Work pressure	-.305	.021	-.414	-14.550	.000
2	F (4.918) = 273.52, R <sup>2</sup> adjusted = 0.543, p=0.00					

#### 4. Discussion

Firstly, this study reveals that organizational environment is an important part in the life of employees. It forms employees' assessments of the job: its meaning, stability and perceived safety.

Secondly, the components of organizational climate have different levels of influence to perception of safety climate. Work pressure is seen to cause direct risks towards employees such as little work-life balance, non-regenerative labour, higher possibility of sickness, exhaustion, and even higher possibility of industrial accident. In addition to the physical consequences, work pressure negatively influences employees' psychology. Stressed employees are more likely to feel insecure, worried, dispassionate and disinterested in work. Their own experiences and their observation of co-workers who have the same situation make their perceived safety climate reduced.

Thirdly, job involvement is by nature a cognitive state of identification with the job, based on perception of its potential for satisfying salient psychological needs, precedes and then triggers motivational processes [31]. It makes employees dedicated

to work. Things unrelated to work are taken care of at a moderate level, so perceived safety is higher, despite the actual safety level. This might contrast research results on employees' emotion: Job involvement was related to correctional employees' reported level of emotional exhaustion. Those who have high degrees of psychological identification with the job are more likely to feel emotionally drained, tired, overstrain, and used up from the job. In parallel, employees with high job involvement place so much importance on their jobs that burnout results from frustrated goals and expectations [32]. However, this is a limitation of high job involvement, because if employees with high job involvement might perceive incorrectly or even ignore the risks that may occur to themselves at work.

Fourthly, the relation between supervisor and co-worker support and perception of job safety as found in this study might have meaningful implications to employees, because employees can consider them as sources of mental support, protection and assistance. At the same time, the regular exchange of information between managers and employees will ensure physical safety in high risk situations [1]. This support is an explanation to the influence of organizational environment on perception of safety climate [33].

Lastly, management and co-worker support enhances the psychological safety of employees, however this is not enough. With the sample being employees working in industrial parks where production activities are in line, work pressure and involvement are important to employees' feeling of psychological and physical safety.

### **Implications**

This study demonstrates that safety climate is related to organizational climate in general; therefore, assessment of safety climate is likely to appear in the practical context of the general organizational environment. In order to improve employees' perception of safety climate, it is necessary to promote the general organizational environment. Besides, overall solutions to increase climate safety awareness will be effectively carried out in the context of a positive organizational environment (for example, low work pressure, high job involvement, supervisor and co-worker support). Particularly, reducing work pressure in practice or at least in employees' perception, as

well as increasing employees' job involvement are solutions to make employees feel more secured in the workplace.

### ***References***

1. Zohar, D., 1980. Safety climate in industrial organisations: theoretical and applied implications. *Journal of Applied Psychology*, 65 1, 96-102.
2. Christian, M. S., Bradley, J. C., Wallace, J. C., & Burke, M. J. (2009). Workplace safety: a meta-analysis of the roles of person and situation factors. *Journal of applied psychology*, 94(5), 1103.
3. Neal, A., Griffin, M. A., & Hart, P. M. (2000). The impact of organizational climate on safety climate and individual behavior. *Safety science*, 34(1-3), 99-109.
4. Dedobbeleer, N., & Béland, F. (1991). A safety climate measure for construction sites. *Journal of safety research*, 22(2), 97-103.
5. Hofmann, D. A., & Stetzer, A. (1996). A cross-level investigation of factors influencing unsafe behaviors and accidents. *Personnel psychology*, 49(2), 307-339.
6. Gillen, M., Baltz, D., Gassel, M., Kirsch, L., & Vaccaro, D. (2002). Perceived safety climate, job demands, and co-worker support among union and nonunion injured construction workers. *Journal of safety research*, 33(1), 33-51.
7. Hahn, S. E., & Murphy, L. R. (2008). A short scale for measuring safety climate. *Safety science*, 46(7), 1047-1066.
8. DeJoy, D. M., Schaffer, B. S., Wilson, M. G., Vandenberg, R. J., & Butts, M. M. (2004). Creating safer workplaces: assessing the determinants and role of safety climate. *Journal of safety research*, 35(1), 81-90.
9. Schneider, B. (1990). *Organizational climate and culture*. Pfeiffer.
10. Ashforth, B. E. (1985). Climate formation: Issues and extensions. *Academy of management review*, 10(4), 837-847.
11. Zohar, D. (2010). Thirty years of safety climate research: Reflections and future directions. *Accident Analysis & Prevention*, 42(5), 1517-1522.

12. James, L.A., James, L.R., 1989. Integrating work environment perception: Explorations into the measurement of meaning. *Journal of Applied Psychology* 74, 739-751.
13. González-Romá, V., Peiró, J. M., Lloret, S., & Zornoza, A. (1999). The validity of collective climates. *Journal of occupational and organizational psychology*, 72(1), 25-40.
14. Koys, D. J., & DeCotiis, T. A. (1991). Inductive measures of psychological climate. *Human relations*, 44(3), 265-285.
15. Johnstone, A. (2005). Climate, Occupational Type and. *New Zealand Journal of Psychology*, 34(3), 181.
16. Kanungo, R. N. (1979). The concepts of alienation and involvement revisited. *Psychological bulletin*, 86(1), 119.
17. Kanungo, R. N. (1982). *Work alienation*. New York: Praeger.
18. DeCarufel, A., & Schaan, J. L. (1990). The impact of compressed work weeks on police job involvement. *Canadian Police College Journal*.
19. Paullay, I., Alliger, G., & Stone-Romero, E. (1994). Construct validation of two instruments designed to measure job involvement and work centrality. *Journal of Applied Psychology*, 79(2), 224–228.
20. Coyle, I. R., Sleeman, S. D., & Adams, N. (1995). Safety climate. *Journal of Safety research*, 26(4), 247-254.
21. Brown, S. P., & Leigh, T. W. (1996). A new look at psychological climate and its relationship to job involvement, effort, and performance. *Journal of applied psychology*, 81(4), 358.
22. Flin, R., Mearns, K., O'Connor, P., & Bryden, R. (2000). Measuring safety climate: identifying the common features. *Safety science*, 34(1-3), 177-192.
23. Barling, J., Loughlin, C., & Kelloway, E. K. (2002). Development and test of a model linking safety-specific transformational leadership and occupational safety. *Journal of applied psychology*, 87(3), 488.

24. Cooper, C. L., & Cartwright, S. (1994). Healthy mind; healthy organization—A proactive approach to occupational stress. *Human relations*, 47(4), 455-471.
25. Peterson, L.A., 1997. International HRD: what we know and don't know. *Human Resource Development Quarterly* 8 (1), 63–80.
26. Lewin, K., Lippitt, R., & White, R. K. (1939). Patterns of aggressive behavior in experimentally created “social climates”. *The Journal of social psychology*, 10(2), 269-299.
27. Hofmann, D. A., Jacobs, R., & Landy, F. (1995). High reliability process industries: Individual, micro, and macro organizational influences on safety performance. *Journal of safety research*, 26(3), 131-149.
28. Shannon, H. S., Mayr, J., & Haines, T. (1997). Overview of the relationship between organizational and workplace factors and injury rates. *Safety Science*, 26(3), 201-217.
29. Zhou, J., & George, J. M. (2001). When job dissatisfaction leads to creativity: Encouraging the expression of voice. *Academy of Management journal*, 44(4), 682-696.
30. Joiner, T. A. (2007). Total quality management and performance: The role of organization support and co-worker support. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 24(6), 617-627.
31. Karasek, R. A. (1985). *Job Content Questionnaire and user's guide*. Lowell: University of Massachusetts Lowell, Department of Work Environment.
32. Karasek, R., & Theorell, T. (1990). *Healthy work: stress, productivity, and the reconstruction of working life*. New York: Basic books.
33. Brown, S. P. (1996). A meta-analysis and review of organizational research on job involvement. *Psychological bulletin*, 120(2), 235.

УДК 539.3

Новоселов О.Г., старший преподаватель, Набережночелнинский институт  
ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет».

## ПРОГНОЗИРОВАНИЕ КУБИЧЕСКОЙ ПРОЧНОСТИ БЕТОНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕОРИИ ПЛАСТИЧНОСТИ

*Аннотация:* Рассмотрено изотропное тело с различными пределами прочности на растяжение и сжатие в виде бетонного куба и призмы. В пространстве внутренних сил и моментов записаны параметрические уравнения поверхности прочности. Приведены некоторые сечения поверхности прочности. Составлена соответствующая программа для ЭВМ в среде Matlab, которая позволяет решать задачу кинематическим методом. Приведен пример расчета.

*Ключевые слова:* кубическая прочность; объемные конечные элементы; параметрические уравнения предельной поверхности; сечения предельной поверхности.

В рамках работы было рассмотрено изотропное тело, по-разному сопротивляющийся растяжению и сжатию, а именно бетонный куб с размерами граней 10x10x10 см. Данная работа является развитием кинематического метода теории предельного равновесия [1]. Используя жесткопластическую модель деформируемого твердого тела, соотношения теории пластического течения и гипотезы кинематического характера, были получены параметрические уравнения предельной поверхности для конечного элемента в форме куба единичных размеров. Тело предложено разбить на объемные абсолютно жесткие конечные элементы (АЖКЭ) произвольной формы, которые имеют шесть степеней свободы в трехмерном пространстве. Если рассмотреть процесс разрушения тела, то он идет по бесконечно тонким поверхностям между соседними АЖКЭ. Задача сведена к стандартной задаче линейного программирования.

Уравнение предельной поверхности для материала в пространстве напряжений  $\sigma_{ik}$  имеет вид.

$$\Phi(\vec{\sigma}) \equiv (\vec{\sigma}^T A \vec{\sigma} + 2\vec{B}^T \vec{\sigma} - 1) = 0. \quad (1)$$

Здесь  $A = \|a_{ik}\|$  - симметрическая матрица ( $i, k = \overline{1,6}$ ),  $\vec{B} = \{b_1, \dots, b_6\}^T$ ,  $\vec{\sigma} = \{\sigma_1, \dots, \sigma_6\}^T$ ; индекс  $T$  означает транспонирование.

Внутренние силы и моменты, действующие на грани куба, определяем по следующим формулам [2] (в системе  $O\xi_1\xi_2\xi_3$ ):

$$T_{11} = \int_A \sigma_{11} dA; \dots; M_{32} = \int_A \sigma_{22} \xi_1 dA. \quad (2)$$

Были выведены параметрические уравнения предельной поверхности для конечных элементов в форме куба единичных размеров в пространстве внутренних силовых факторов (ВСФ)  $T_{ik}$  и  $M_{ik}$ :

$$T_{11} = 0,5(I_{11}\dot{e}_{11} + I_{31}\dot{a}_{21} - I_{41}\dot{a}_{31} - 2cA); \dots; M_{33} = \frac{1}{6d} [I_{23}\dot{e}_{23} - I_{33}\dot{e}_{31} + 0,5J_{66}(\dot{a}_{33} - \dot{a}_{22}) - 0,5J_{33}(\dot{a}_{11} - \dot{a}_{33})]; \quad (3)$$

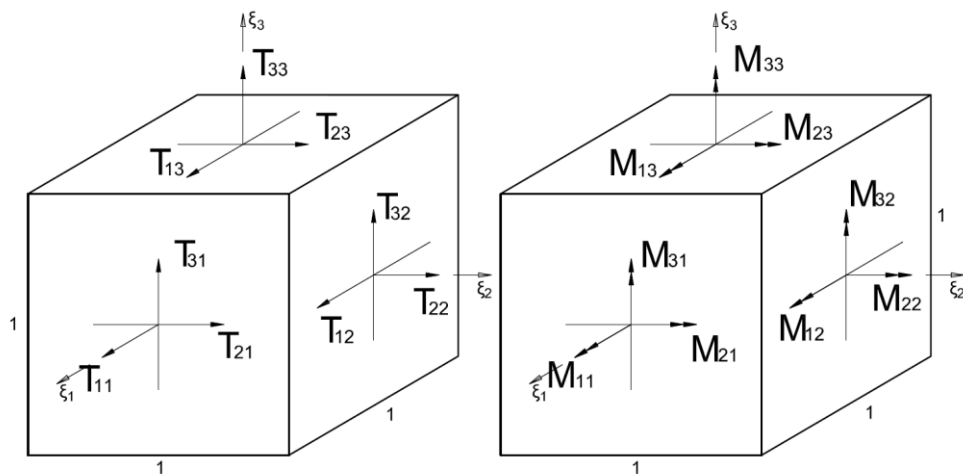


Рис. 1. ВСФ, действующие на грани куба

Конкретный вид (1) для бетона имеет следующий вид:

$$\Phi \equiv a(\sigma_{11}^2 + \sigma_{22}^2 + \sigma_{33}^2) + 2b(\sigma_{11}\sigma_{22} + \sigma_{22}\sigma_{33} + \sigma_{33}\sigma_{11}) + 2c(\sigma_{11} + \sigma_{22} + \sigma_{33}) + d(\sigma_{12}^2 + \sigma_{23}^2 + \sigma_{31}^2) = 1. \quad (4)$$

Реализована программа для ЭВМ в среде Matlab, позволяющая определять  $T_{11}, \dots, M_{33}$  для различных комбинаций  $\dot{e}_{11}, \dots, \dot{a}_{33}$ . Ниже приведены некоторые результаты, полученные с использованием этой программы для бетонного куба с характеристиками  $R_{сж}=25$  МПа,  $R_{раст}=1.5$  МПа,  $R_{сдв}=1.78$  МПа. В (4)  $a=0,0267$ ,  $b=0$ ,  $c=0.3133$ ,  $d=0.5625$ .



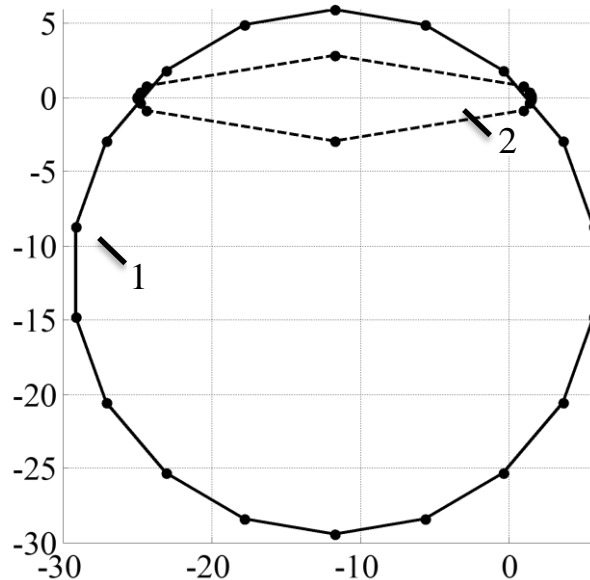


Рис. 2. Предельная кривая для бетона в осях: 1 -  $T_{11}$  и  $T_{22}$ ; 2 -  $T_{11}$  и  $T_{12}$ .

Твердые тела часто разрушаются квазихрупко, а именно по определенным тонким поверхностям, области между которыми не разрушаются и не возникают значительные пластические деформации. При расчетах на прочность необходимо провести дискретизацию тела по областям разрушения.

Пусть такое тело нагружено внешними поверхностными  $p_i$  и объемными  $\gamma_i$  силами:

$$p_i = \mu p_i^0 + p_i^1, \quad \gamma_i = \mu \gamma_i^0 + \gamma_i^1. \quad (5)$$

Здесь  $p_i^0$ ,  $p_i^1$ ,  $\gamma_i^0$ ,  $\gamma_i^1$  являются функциями только пространственных координат,  $\mu$  – монотонно возрастающий параметр. Необходимо определить предельное значение  $\mu_0$  параметра внешнего нагружения, когда рассматриваемый куб теряет свойство геометрической неизменяемости. В рассматриваемом случае, когда разрушение тела происходит по отдельным «бесконечно» тонким обобщенным поверхностям разрушения (ОПР) между соседними АЖКЭ, основное энергетическое уравнение [1] можно записать в следующем виде:

$$\sum_{k=1}^m \int_{S_k} N dS = \mu \left( \int_{S_0} p_i^0 v_i dS + \int_{V_0} \gamma_i^0 v_i dV \right) + \int_{S_1} p_i^1 v_i dS + \int_{V_1} \gamma_i^1 v_i dV. \quad (6)$$

На рис. За изображены два соседних АЖКЭ  $P_1V_1\dots V_n$  и  $P_2V_1\dots V_n$ , контактирующие между собой через ОПР  $V_1V_2\dots V_n$ . Согласно теореме Шаля [3],

движение каждого из АЖКЭ в трехмерном пространстве можно рассматривать как составленный из поступательного движения вместе с его полюсом и движения около полюса как неподвижного. Скорость диссипации внутренней энергии в произвольной точке  $B_i$  ОПР (рис. 3а) определяется формулой

$$N(B_i) = \vec{R}_*(B_i) \cdot \Delta\vec{v}(P_1P_2) + \vec{M}_*(B_i) \cdot \Delta\vec{\omega}(P_1P_2). \quad (7)$$

Здесь  $\vec{R}_*$ ,  $\vec{M}_*$  - главный вектор и главный момент внутренних распределенных сил, приведенных в точку  $B_i$ , соответственно; они отнесены к единице площади;

$$\begin{aligned} \Delta\vec{v}(P_1P_2) &= \vec{v}(P_2) + \vec{\omega}(P_2) \times \vec{P_2B_1} - \vec{v}(P_1) - \vec{\omega}(P_1) \times \vec{P_1B_1}; \\ \Delta\vec{\omega}(P_1P_2) &= \vec{\omega}(P_2) - \vec{\omega}(P_1); \end{aligned} \quad (8)$$

$\vec{v}(P_1)$ ,  $\vec{v}(P_2)$  – скорости движения полюсов  $P_1$  и  $P_2$  (рис. 3), соответственно;  $\vec{\omega}(P_1)$ ,  $\vec{\omega}(P_2)$  – мгновенные угловые скорости вращения соответствующих АЖКЭ около полюсов  $P_1$  и  $P_2$ , соответственно.

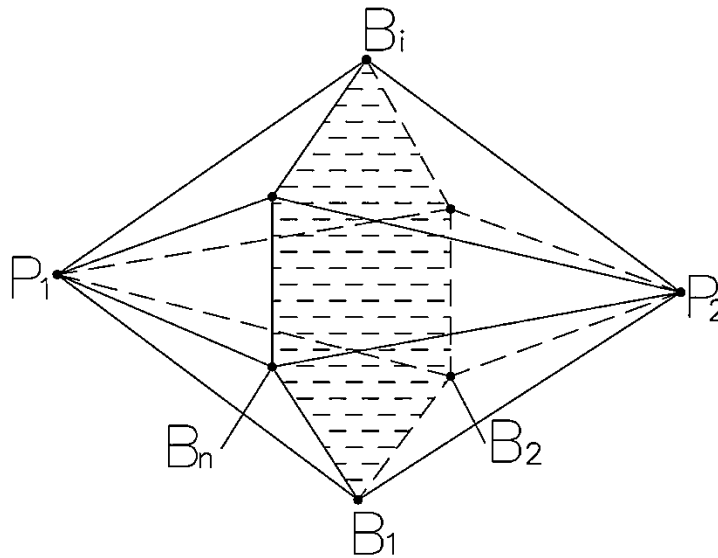


Рис. 3. Тела, разбитые на АЖКЭ

Равенство (7) имеет место, когда обобщение силы и скорости обобщённых перемещений связаны ассоциированным законом деформирования [1]:

$$\Delta\vec{v} = \dot{\lambda} \frac{\partial \Phi}{\partial \vec{R}_*}, \quad \Delta\vec{\omega} = \dot{\lambda} \frac{\partial \Phi}{\partial \vec{M}_*}. \quad (9)$$

В соответствии с постулатом Друккера [1] имеем (рис. 3а):

$$N(B_i) \geq \vec{R} \cdot \Delta\vec{v}(P_1P_2) + \vec{M} \cdot \Delta\vec{\omega}(P_1P_2). \quad (10)$$

Здесь  $\vec{R}, \vec{M}$  – любая комбинация обобщённых сил, удовлетворяющая уравнению предельной поверхности  $\Phi(\vec{R}, \vec{M}) = 0$ . Рассматриваем объёмный элемент тела отнесенный к неподвижной системе координат XYZ. Внутренние силы, действующие на грани этого элемента, приводятся в центры соответствующих граней. Главные векторы и главные моменты этих сил разлагаются по осям X, Y, Z. В итоге получаем векторы сосредоточенных сил  $\vec{R}$  и сосредоточенных моментов  $\vec{M}$ :

$$\vec{R} = \{T_{11}, \dots, T_{33}\}^T; \vec{M} = \{M_{11}, \dots, M_{33}\}^T. \quad (11)$$

Представим задачу в виде задачи линейного программирования (ЛП), которая решается с использованием симплекс-метода. Для этого вместо (7) необходимо использовать систему ограничений вида (10), где различные комбинации  $\vec{R}$  и  $\vec{M}$  соответствуют вершинам выпуклого предельного многогранника, аппроксимирующего предельную поверхность  $\Phi(\vec{R}, \vec{M}) = 0$ . Внешние силы, приложенные в пределах отдельных АЖКЭ, можно привести к полюсам соответствующих АЖКЭ. Задача линейного программирования:

Найти  $\min \mu^+$ , где

$$\mu^+ = \sum_{k=1}^m \frac{S_k}{n_k} \sum_{i=1}^{n_k} N_i(B_i) - \sum_{j=1}^{n_2} (\vec{F}_j^1 \vec{v}_j + \vec{M}_j^1 \vec{\omega}_j), \quad (12)$$

при ограничениях

$$\sum_{j=1}^{n_1} (\vec{F}_j^0 \vec{v}_j + \vec{M}_j^0 \vec{\omega}_j) = 1, \quad (13); \quad \{N_i(B_i) \geq [\vec{R} \cdot \Delta \vec{v}(P_1 P_2) + \vec{M} \cdot \Delta \vec{\omega}(P_1 P_2)]\}_j. \quad (14)$$

Число ограничений вида (14) равно произведению числа всех точек  $B_i$  на число вершин предельного многоугольника. Соотношения (12), (13), (14) переписаны нами в проекциях на оси неподвижной системы координат XYZ.  $N_i \geq 0$  являются несвободными переменными задачи ЛП,  $v_j \geq 0$ ,  $\omega_j \geq 0$  – свободными переменными. Составлена программа для ЭВМ в среде Matlab. Ниже приведены некоторые результаты расчетов, полученные с использованием этой программы.

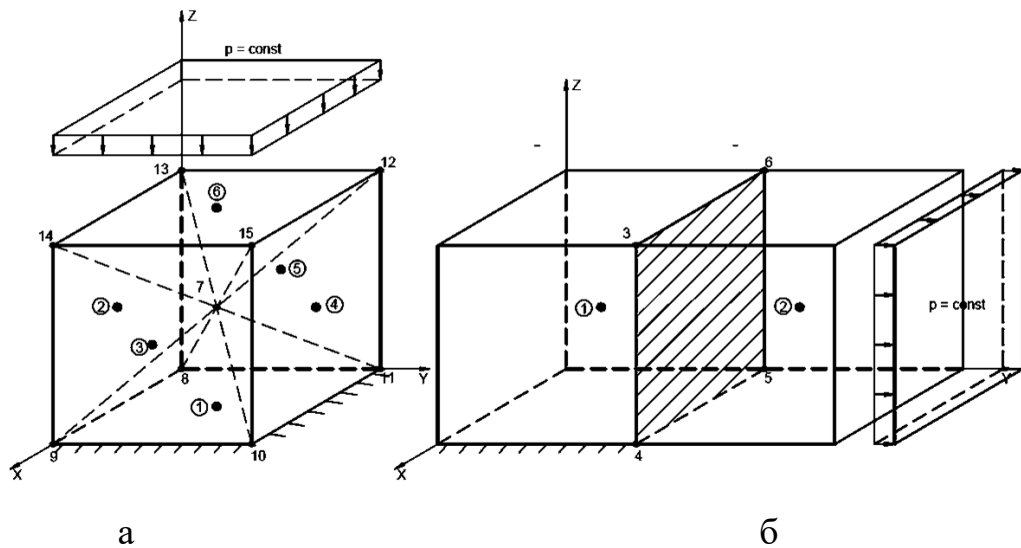


Рис. 4. Куб, разбитый на АЖКЭ

На рис. 4а изображен бетонный куб с размерами 10x10x10 (см). На верхнюю грань бетонного куба действует равномерное давление с интенсивностью  $p = \mu r^0$ . Нижняя грань бетонного куба жестко закреплена. Необходимо определить предельное значение  $\mu_0$  параметра внешней нагрузки. Бетонный куб разбит на 6 разных АЖКЭ в форме пирамид. Для варианта дискретизации на рис. 4а получены следующие результаты решения рассматриваемой задачи:  $\mu^+ = 25.0059 \text{ МН} \cdot \text{м/с}$ .

Таблица 1

Полученный результат

п/п	Скорости перемещений					
	$V_x$	$V_y$	$V_z$	$\omega_x$	$\omega_y$	$\omega_z$
АЖКЭ 1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
АЖКЭ 2	11.1523	8.0818	-1.0000	0.0000	0.0000	0.0000
АЖКЭ 3	11.1523	8.0818	-1.0000	0.0000	0.0000	0.0000
АЖКЭ 4	11.1523	8.0818	-1.0000	0.0000	0.0000	0.0000
АЖКЭ 5	11.1523	8.0818	-1.0000	0.0000	0.0000	0.0000
АЖКЭ 6	11.1523	8.0818	-1.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Сравнивая полученный результат  $\mu^+ = 25.0059 \text{ МН} \cdot \text{м/с}$  с пределом прочности бетонного куба размером 10x10x10 см на сжатие  $R_{сж}=25 \text{ МПа}$ , имеем завышенный результат на 0,024%.

На рис. 4б изображена бетонная прямоугольная призма с размерами 10x10x20 (см). На правую грань действует равномерное растяжение с интенсивностью  $p = \mu r^0$ . Половина нижней грань призмы жестко закреплена. Бетонный куб разбит на 2 разных АЖКЭ в форме куба. Для варианта дискретизации на рис. 4б получены следующие результаты решения рассматриваемой задачи:  $\mu^+ = 1.3900 \text{ МН} \cdot \text{м/с}$ .

Таблица 2

Полученный результат

п/п	Скорости перемещений					
	$V_x$	$V_y$	$V_z$	$\omega_x$	$\omega_y$	$\omega_z$
АЖКЭ 1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
АЖКЭ 2	-1.0000	-1.0000	-1.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Сравнивая полученный результат  $\mu^+ = 1.3900 \text{ МН} \cdot \text{м/с}$  с пределом прочности бетонного на растяжение  $R_{сж}=1.5 \text{ МПа}$ , имеем заниженный результат на 7,914 %.

Как известно из [1], кинематический метод дает верхнюю оценку предельной нагрузки. Нами были исследованы и другие варианты дискретизации и нагружения бетонного куба (например, разбиение бетонного куба по диагонали на 2 АЖКЭ и различные сочетания вертикальной и горизонтальной нагрузок). Полученные результаты, которые здесь не приведены, также соответствуют действительной картине разрушения.

Литература

- 1) Качанов Л.М. Основы теории пластичности. М.: Наука, 1969.–420 с.
- 2) Терегулов И.Г. Сопротивление материалов и основы теории упругости и пластичности. – М.: Высшая школа, 1984. – 472 с.
- 3) Бухгольц Н.Н. Основной курс теоретической механики. Часть I. М.: Наука, 1972. – 468 с.

*Novoselov O.G. senior lecturer, Naberezhnye Chelny Institute of Kazan (Volga region) Federal University.*

## MATHEMATICAL MODELING OF THE BEARING CAPACITY OF MASSIVE SOLID

*Abstract: An isotropic body with various tensile and compression strengths in the form of a concrete cube is considered. In the space of internal forces and moments for a concrete cube, parametric equations of the strength surface are written. Some sections of the surface strength are given. A corresponding computer program has been compiled in the Matlab environment, which allows solving the problem by the kinematic method. An example of calculation is given.*

*Key words: cubic strength; volumetric finite elements; parametric equations of the limiting surface; sections of the limiting surface.*

УДК 504.054

*Щербинин Никита Святославович; студент, Набережночелнинский институт ФГАОУ ВПО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», гр. 3161111; [Sherbinin\\_n@mail.ru](mailto:Sherbinin_n@mail.ru).*

*Насыров И.А., старший преподаватель, б/с, Набережночелнинский институт ФГАОУ ВПО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», [IANasyrov@kpfu.ru](mailto:IANasyrov@kpfu.ru).*

## ОБРАБОТКА ТВЕРДЫХ ПРОДУКТОВ ПИРОЛИЗА ВОДОЙ СИСТЕМЫ ХОЛОДНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

*Аннотация: В данной статье разрабатывалась методика деминерализации продуктов пиролиза углеродсодержащих отходов с помощью водопроводной воды. В результате работы сделаны выводы о том, что ВВ не только не уступает дистиллированной в качестве жидкой фазы для получения суспензий для дальнейшей деминерализации ТПП УСО, но и даёт повышенные показатели эмиссии ионов тяжелых металлов из продуктов пиролиза.*

*Ключевые слова: ДВ – дистиллированная вода; ВВ – Водопроводная вода; ДВВ – Смесь из 50 мл дистиллированной и 50 мл водопроводной воды; ПП – Продукты пиролиза; ТПП УСО – Твёрдые продукты пиролиза углеродсодержащих отходов;*

*ИО – Иловые осадки; ДО – Древесные опилки; КУПОСП – Куриный помёт с подстилкой; УЗ – Ультразвук.*

При поиске новых сорбционных материалов (СМ) для очистки сточных вод рационально ориентироваться на следующие соображения:

- возможность изготовления СМ посредством переработки углеродосодержащих отходов (УСО), что способствует снижению объемов накопления небезопасных отходов [1] и содействует развитию технологии использования вторичных материальных ресурсов;

- изготовление СМ из отходов имеет природоохранный посыл, поскольку приводит не только к сокращению запасов отходов, но и к экономии материальных и энергетических ресурсов [2], а также к уменьшению эмиссии загрязняющих веществ и парниковых газов;

- способы получения СМ из УСО с учетом всех технологических стадий процесса в целом более экономически и социально оправданы в сравнении со способами получения из первичных материальных ресурсов, которые изымаются из природной среды [3];

- физико-технические показатели СМ из УСО могут уступать таковым показателям СМ, полученных из первичных природных ресурсов, что может компенсироваться ценовой политикой, учитывающей экономические соображения, и отчасти количеством применяемых материалов для сорбции загрязняющих веществ;

- качество СМ из УСО может быть повышено методами активирования, причем желательно без применения опасных химических реагентов.

Поскольку в порах и на поверхности потенциальных СМ из УСО могут содержаться ингредиенты, снижающие их сорбционную емкость, извлечение последних из СМ может быть способом, обеспечивающим эффективность таких СМ. Так как во многих случаях такими ингредиентами являются компоненты электролитов, действенным методом может быть промывание СМ водой посредством встряхивания или ультразвуковой обработки.

Ранее [3,4] было показано, что твердые продукты пиролиза углеродсодержащих отходов, например, иловых осадков иловых полей водоканала проявляют сорбционные свойства по отношению к тяжелым металлам и нефтепродуктам. Сорбционная емкость таких материалов повышается разными способами активирования [5], сопровождающимися увеличением объема свободных пор и формированием более развитой поверхности. Качество сорбционного материала может быть отчасти улучшено вымыванием подвижных в водной среде соединений, очевидно электролитов. Для вымывания солей в лабораторных условиях используют дистиллированную воду [4] посредством физических воздействий в виде встряхивания и ультразвуковой обработки суспензии [6]. В настоящей работе исследуется возможность вымывания из твердых продуктов пиролиза иловых осадков (ПП) электролитов обработкой суспензии на основе воды системы холодного водоснабжения, что позволяет удешевить и упростить процесс деминерализации порошкового материала. Приготовление суспензий, встряхивание и ультразвуковая обработка суспензий, определение удельной электропроводности, минерализации и рН декантата описаны в работе [7]. Каждая суспензия имела шесть стадий обработки: взбалтывание (1 мин), встряхивание (30 мин, после чего сливали декантат и добавляли новую порцию воды), первая ультразвуковая обработка суспензии (УЗ 30 мин), вторая УЗ обработка 30 мин (в сумме 60 мин), третья УЗ обработка 30 мин ( в сумме 90 мин), замена воды и конечное встряхивание (30 мин). На всех стадиях определяли относительную минерализацию водной фазы кондуктометрическим методом. Суспензии для исследования: 1) 1 г ПП в 100 мл дистиллированной воды (ДВ 1/100); 2) 5 г ПП в 100 мл дистиллированной воды (ДВ 5/100); 3) 1 г ПП в 100 мл водопроводной воды (ВВ 1/100); 4) 5 г ПП в 100 мл водопроводной воды (ВВ 5/100); 5) 1 г ПП в 100 мл смеси равных количеств дистиллированной и водопроводной воды (ДВВ 1/100); 6) 5 г ПП в 100 мл смеси равных количеств дистиллированной и водопроводной воды (ДВВ 5/100).

Результаты определения минерализации декантата суспензий приведены в таблице 1. Вымывание электролитов (видимо, в подавляющем большинстве солей, т.к. рН декантатов 6,3-7,9) наблюдается в дистиллированной и водопроводной воде.



Наибольшая эмиссия солей из твердой в жидкую фазу имеет место на стадии первого встряхивания в течение 30 мин. Остаточное количество электролитов переходит в водную среду при ультразвуковом воздействии. При этом, как и на предыдущей стадии, кривые деминерализации в водопроводной воде располагаются выше соответствующих кривых для дистиллированной воды и ее смеси с водопроводной в случаях как суспензии 1/100 (рис.1), так и в случае суспензии 5/100 (рис.2). На обоих рисунках отражается факт трансфера электролитов в оба вида исследованных вод суспензий как при встряхивании, так и при ультразвуковой обработке.

Для того, чтобы точно определить, что ВВ повышает эффективность эмиссии солей из ТПП УСО были проведены аналогичные испытания с другими образцами, такими как куриный помёт с подстилкой (КУПОСП) и древесные опилки (ДО). Ради подтверждения правильности методики было решено отказаться от жидкой фазы в виде ДВВ, ввиду нецелесообразности её применения, а сфокусироваться на разнице между ДВ и ВВ.

Таблица 1. Минерализация декантата суспензий (мг/дм<sup>3</sup>) продукта пиролиза древесных опилок, иловых осадков и куриного помёта с подстилкой: 1 г ТПП в 100 мл дистиллированной воды (ДВ 1/100), 5 г ТПП в 100 мл дистиллированной воды (ДВ 5/100), 1 г ТПП в 100 мл водопроводной воды (ВВ 1/100), 5 г ТПП в 100 мл водопроводной воды (ВВ 5/100).

Минерализация, мг/г	ДО ДВ	ДО ДВ	ДО ВВ	ДО ВВ	ИО ДВ	ИО ДВ	ИО ВВ	ИО ВВ	КУП О ДВ	КУП О ДВ	КУП О ВВ	КУП О ВВ
	1/10 0	5/10 0	1/10 0	5/10 0	1/10 0	5/10 0	1/10 0	5/10 0	1/10 0	5/10 0	1/10 0	5/10 0
1 мин	71,9	296,5	405	494	63,6	293,2	301	497	74,4	302	326	520
30 мин	94,5	396	384	631	162,7	541	459	810	86,8	360	339	542
УЗ 30 мин	16,61	69,4	383	421	17,57	105,8	364	378	17,8	82,1	353	405
УЗ 60 мин	23,54	77,7	406	437	21,05	124,8	368	399	18,74	88,6	382	416
УЗ 90 мин	25,8	73,7	338	377	40,3	146,6	351	412	22,21	108,3	283	329
30 мин	33,1	68,3	328	353	23,18	54,4	322	292,4	18,24	88,8	327	339

Из вышеприведенной таблицы можно сделать вывод, что самым высоким показателем минерализации на всех этапах обладал образец с водопроводной водой в соотношении 5 г. вещества к 100 мл. воды. Также стоит отметить, что декантация и добавление свежей воды к оставшимся осадкам после встряхивания в течение 30 минут на втором и последних этапах эксперимента оказали значительный понижающий эффект на показатель минерализации у всех образцов.

Однако, на последнем этапе после декантации и добавления свежей воды к оставшимся осадкам показатель минерализации повысился только у образца с дистиллированной водой в соотношении 1 г. вещества к 100 мл. воды.

Так же, стоит отметить, что встряхивание также оказывает повышающий эффект на показатели минерализации всех суспензий, причём почти в 2 раза. Декантация и добавление свежей воды к оставшимся осадкам значительно снизили эти показатели. Но результат вновь оказался схожим с предыдущими суспензиями, что свидетельствует о корректности выполнения методики, а также с закономерностью того, что ВВ благоприятно влияет на деминерализацию ТПП УСО.

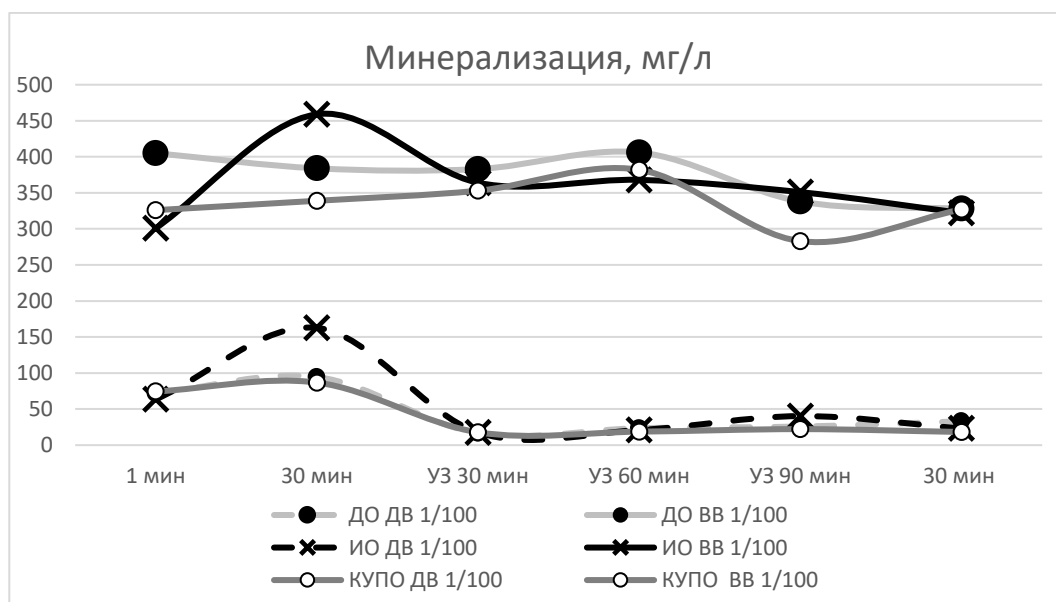


Рис.1 Изменение минерализации декантата в процессе обработки суспензии 1 г твердых продуктов пиролиза древесных опилок, иловых осадков и куриного помёта с подстилкой в 100 мл дистиллированной воды (ДВ), водопроводной воды (ВВ).

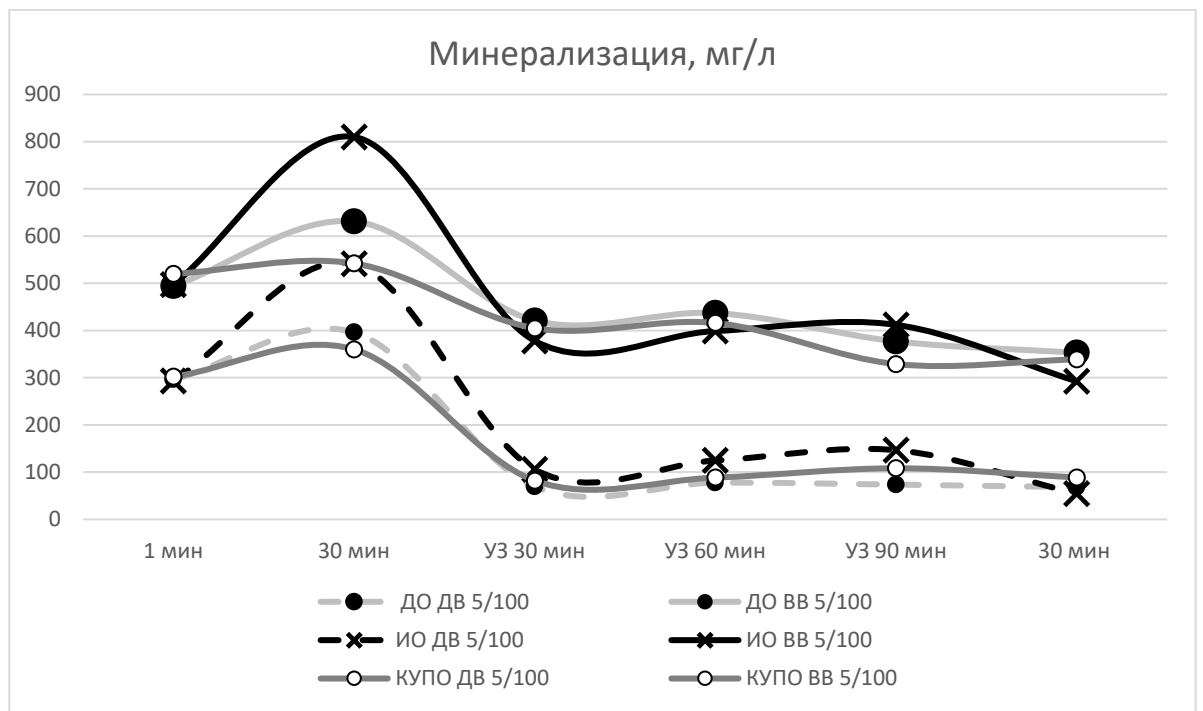


Рис.2 Изменение минерализации декантата в процессе обработки суспензии 5 г твердых продуктов пиролиза древесных опилок, иловых осадков и куриного помёта с подстилкой в 100 мл дистиллированной воды (ДВ), водопроводной воды (ВВ).

Из графиков можно сделать вывод о том, что самые значительные изменения показателей минерализации наблюдались вследствие декантации образцов после встряхивания, а также добавления к оставшимся осадкам свежей воды. Самые высокие показатели наблюдаются после встряхивания образцов в течение 30 минут и декантации, а самые низкие – после ультразвуковой обработки в течение 30 минут, причём самый высокий показатель минерализации вновь оказался у суспензии куриного помёта с подстилкой в водопроводной воде в соотношении 5 г вещества на 100 мл воды.

Отсюда вывод, что следует из данных таблицы 3: для вымывания электролитов из твердых продуктов пиролиза иловых осадков вместо дистиллированной воды предпочтительнее использовать водопроводную воду в сравнении с дистиллированной водой. Во-первых, в водопроводной воде деминерализация ПП происходит в большей степени, во-вторых, водопроводная вода дешевле дистиллированной и более доступна. Таким

образом, в настоящей работе показано, что по соображениям эффективности, а также ресурсо- и энергосбережения такая стадия активирования твердых продуктов пиролиза углеродсодержащих отходов в потенциальные сорбенты, как их деминерализация, может быть осуществлена безреагентной обработкой в водопроводной воде.

#### Литература

1. Интернет-ресурс: Отходы в России: мусор или ценный ресурс? [http://gov.cap.ru/UserFiles/orgs/GrvId\\_63/ifc\\_waste\\_in\\_russia\\_report.pdf](http://gov.cap.ru/UserFiles/orgs/GrvId_63/ifc_waste_in_russia_report.pdf) (Дата обращения: 27.07.2018).
2. Nasyrov I.A. Sorbenty iz tverdyh produktov piroliza uglerodsoderzhaschih othodov/ Nasyrov I.A., Mavrin G.V., Sokolov M.P. // Neftegazopererabotka-2017: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii (Ufa, 23 maya 2017 g.). – Ufa: Izdatelstvo GUP INHP RB, 2017. – S. 196-197.
3. Nasyrov I.A., Mavrin G.V., Ahmetshina A.R., Ahmadiyeva A.I.// Sorption properties of pyrolysis products of sludge, wood waste and rubber waste for heavy metal ions// Journal of fundamental and applied sciences. – 2017. – Vol.9, Is. – P.1615-1625.
4. Щербинин Н.С., Калимуллин Р.И., Шарипов Н.С. Удаление электролитов из продуктов переработки углеродсодержащих отходов //Сборник докладов «X Камские чтения: всероссийская научно-практическая конференция (2018,Набережные Челны)» /под ред. д-ра техн.наук Л.А. Симоновой – Набережные Челны: Издательско-полиграфический центр Набережночелнинского института КФУ. –2018. – С.363-368.
5. Ахметшина А.Р., Маврин Г.В., Насыров И.А./Минерализация водной фазы суспензии твердых продуктов пиролиза углеродсодержащих отходов// Евразийский союз ученых. – 2018. - № 12 (57). – Ч.3– С.15-17.

6. Ахметшина А.Р., Маврин Г.В., Насыров И.А./ Ультразвуковая обработка твердых продуктов пиролиза углеродосодержащих отходов// Научные исследования и современное образование : материалы V Междунар. науч.-практ. конф. (Чебоксары, 29 дек. 2018 г.)/ редкол.: О.Н. Широков [и др.] – Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс». – 2018. – С. 10-13.

7. Маврин Г.В., Насыров И.А., Ахметшина А.Р./ Безреагентная обработка суспензии твердых продуктов низкотемпературного пиролиза углеродосодержащих отходов// Традиционная и инновационная наука: история, современное состояние, перспективы: сборник статей Международной научно-практической конференции (11 января 2019г,г.Уфа) /в 3ч. ЧЗ.-Уфа: OMEGA SCIENCE. – 2019. – 309с.

---

*Shcherbinin Nikta Svyatoslavovich, Student of Naberezhnye Chelny Institute of Kazan (Volga) Federal University, Group №3161111; [Sherbinin\\_n@mail.ru](mailto:Sherbinin_n@mail.ru).*

*Nasyrov Ilnar Abuzarovich head teacher, Naberezhnye Chelny Institute of Kazan (Volga region) Federal University, [kharlyamov@gmail.com](mailto:kharlyamov@gmail.com).*

#### DEMINERALIZING OF SOLID PYROLYSIS PRODUCTS WITH WATER OF COLD WATER SUPPLY.

*Abstract: In this paper, we develop a new way of demineralizing a solid pyrolysis products with sink water. As a result of this work we figured, that sink water can not only stand to distill water in terms of being used as liquid substance for demineralizing SPP, but it actually improves the emission of heavy metal ions from this SPP.*

*Key words: DW -Distilled water; SW – sink water; DSW – mix of 50 ml distilled and 50 ml sink waters; PP – pyrolysis products; SPP CCW - solid pyrolysis products of carbon containing wastes; SP - silt precipitation; SD – sawdust; CM – chicken manure; US – ultrasound.*

УДК 656.9

*Салахова Л.М., магистрант 2 курс, Набережночелнинский институт ФГАОУ ВПО «Казанский (Приволжский) федеральный университет».*

*Нуретдинов Д.И., кандидат технических наук, доцент, Набережночелнинский институт ФГАОУ ВПО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»*

## БЕЗОПАСНОСТЬ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ПРИ ИХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

*Аннотация безопасность автотранспортных средств состоит прежде всего из его конструкции и эксплуатационных свойств, которые уменьшают риск возникновения дорожно-транспортного происшествия. Существуют 4 вида безопасность автотранспортных средств: активная, пассивная, послеаварийная и экологическая безопасность. Вместе с выпуском автотранспортных средств, должны быть разработаны документы и законодательные акты которые регулируют отношения различных элементов связаны с безопасностью транспортных средств.*

*Ключевые слова безопасность автотранспортных средств, требования, виды и повышения безопасности, свойства автомобилей, их совершенствование и развитие.*

В наше время безопасность автотранспортных средств является самым важным и актуальным вопросом с годами который, только возрастает. Автомобиль, не важно грузовой или легковой, должен быть в первую очередь готовым к экстренным ситуация, которые мы рассмотрим далее. Главной целью данной статьи является рассмотрение основных видов безопасности автотранспортных средств, выявление дальнейших последствий, рассмотрение основных требований и мер по повышению безопасности автотранспортных средств.

Различают активную, пассивную, после аварийную и экологическую безопасность автотранспортного средства [2, с.50].

Активная безопасность автотранспортного средства это, прежде всего, эксплуатационные свойства самого автомобиля которые снижают возникновения дорожно-транспортного происшествия. Под такими свойствами понимается техническое состояние и работоспособность автотранспортного средства, то есть это

управляемость, маневренность, динамичность, надежность, уверенность в своем автомобиле и в его безопасности. Главной целью является защита жизни и здоровья окружающих, избежание ДТП, охрана окружающей среды, животных. К основным элементам которые обеспечивают безопасность, можно отнести:

1. Видимость при движении – чем больше будет зеркало и точнее, тем лучше будет обзорность машины и самого водителя. Поэтому на грузовых машинах установлено достаточно большое количество боковых зеркал, которые при движении задним ходом, улучшают видимость, так как назад сначала двигается прицеп а тягач его направляет. Так же не должно ничего мешать обзору водителю, то есть должны отсутствовать лишние элементы конструкций.

2. Удобство движения – салон должен быть обустроен с предпочтением водителя, ему должно удобно сидеть, потому что от кресла зависит его движения и соответственно безопасность. Так же кресло может быть оборудовано пневмоподушкой, при плохих дорогах облегчает удар водителю.

Таким образом активная безопасность складывается из удобства перемещения водителю и обзору.

Пассивная безопасность автотранспортного средства это комплекс все тех же эксплуатационных свойств, только они обеспечивают снижение тяжести последствий дорожно-транспортного происшествия [4, с. 200]. Происходит это тогда, когда водитель попадает в аварию и при этом обеспечивается уменьшение нагрузок на водителя или пассажиров, которые находятся в салоне, также защита от травм или ударов в момент столкновения. К элементам отвечающим за пассивную безопасность относят элементы которые помогают снизить травматизм урон, получаемые во время столкновения автомобиля с препятствием. Поэтому при выпуске автотранспортного средства, конструкционные элементы просчитывают с точностью и постоянно улучшают их. К ним можно отнести:

1. Передняя и задняя часть кузова – при столкновении должны складываться гармошкой, именно такой способ является эффективным для уменьшения удара. Особенно качественно этот способ действует при лобовом столкновении. Для обеспечения такого эффекта в элементы кузова закладываются

специальные отверстия и выпуклости, которые позволяют каждый элемент смещаться в нужную сторону.

2. Каркас транспортного средство должен быть сделан из прочным материалов, чтобы при столкновении обезопасить пассажиров от возможных травм. Элементы выполняют из специальных видов сталей и обрабатывают методом горячей штамповки.

3. Направление смещения двигателя во время дорожно-транспортного происшествия, он должен перемещаться вниз автомобиля, чтобы не попасть в водителя, то есть не в салон.

4. Руль, его элементы располагаются так, чтобы при перемещении он не сдавливал грудную клетку водителя. Для этих целей на оси рулевой колонки устанавливают специальные стаканы, которые в случае удара деформируются, но не позволяют переместиться назад рулю.

5. Пространство салона, где располагаются ноги, также не должно деформироваться. Это делается с той целью, чтобы ноги после удара не были зажаты, а человек мог свободно выбраться из салона.

6. Возможность бокового удара заставила разработчиков оснастить двери специальными ребрами жесткости и различными брусками из особопрочных сталей. Такими же элементами снабжены арки и пороги автомобиля. Это выполняется еще и с целью минимальной деформации той части автомобиля, которая отвечает за дальнейшую эвакуацию из салона пассажиров.

7. Особую роль отводят безопасности топливной системы в случае удара. Бак располагают в самом защищенном месте кузова и дополнительно устанавливают на него ребра жесткости и защитные буферные пластины.

8. Не забывают производители и о пешеходах, ДТП с которыми довольно частое явление. Для этого в конструкцию переднего бампера довольно часто вводят



эластичные защитные элементы, которые, деформируясь, принимают часть энергии на себя.

При тяжелом дорожно-транспортном происшествии сначала повреждаются детали машины, потом происходит удар на пассажиров в салоне автомобиля. Чтобы избежать ДТП существуют ремни безопасности. Которые в момент столкновения удерживают водителя, не дав ему вылететь в лобовое стекло. Данное внедрение является наиболее безопасным, так же как и подушки безопасности встроенные в руль и впереди пассажира переднего сиденья. Так же еще одной из самых эффективных разработок является система управления энергией машиной, которая позволяет маневрировать и удерживать автомобиль.

После аварийная безопасность автотранспортных средств представляет свойства позволяющие снижать тяжесть последствий после ДТП. К данным свойствам относятся умение быстро среагировать, быстро эвакуировать пассажиров в автомобиле, огородить место ДТП, постараться потушить пожар и предотвратить появление новых аварийных ситуаций. После аварийная безопасность состоит из:

- противопожарных мероприятий;
- эвакуации людей;
- аварийная сигнализация.

Исходя из выше сказанного можно сделать вывод что, при конструировании автотранспортных средств нужно:

1. Топливный бак располагать подальше от двигателя;
2. Устанавливать отключающий источник электричества при дорожно-транспортном происшествии;
3. Топливные баки должны быть пожаро безопасными;
4. Устанавливать аварийные выходы при экстренной эвакуации людей;
5. Наличие в каждом авто огнетушителя.

Также в конструкции автомобиля, двери при движении не должны самопроизвольно открываться, а при ДТП не должны заклиниваться, чтобы препятствовать эвакуации пострадавших из автомобиля.

Экологическая безопасность автотранспортных средств, представляет собой безопасное воздействие на участников движения и окружающую среду, во время движения автотранспортных средств или возникновения ДТП. Состоит из следующих элементов:

1. Загрязнение атмосферы;
2. Использование природных ресурсов;
3. Выхлопы, в последствии загрязнении воздуха;
4. Уничтожение флоры и фауны.

При создании транспортного средства в наше время стараются, создавать более экологичное и экономичное, например использование автобусов на метан, который менее загрязняет воздух. Предотвращение при ремонте автотранспортного средства токсичных и вредных веществ, который загрязняет воздух.

Исходя из рассмотренных 4 видов безопасности автотранспортных средств, можно сделать вывод, что каждый из них по-своему важен и взаимосвязан.

Приведем основные требования автотранспортных средств:

1. Высокая квалификация рабочих при изготовлении АТП, высокий уровень технического состояния и укомплектованности;
2. Специализированная подготовленность водителей к езде на дорогах и возникающих ситуаций на дороге;
3. Квалифицированный контроль за организацией движения.

Далее рассмотрим основные способы по повышению безопасности автотранспортных средств [3, с. 112].

Во-первых, контроль за соблюдением работников всех служб и подразделений, связанных с обеспечением безопасного движения.

Во вторых проведение организациями предприятиями организационной работы с водителями и проведение испытания.

В третьих исходя из проведенных тестовых испытаний, выявление причин, способствующих возникновению дорожно-транспортного происшествия и их устранение.

В четвертых повышение квалификации работников ремонтных работ.

В пятых обеспечение технической готовности автотранспортных средств.

Каждый из способов помогает полностью изучить безопасное движение транспортного средства. Любое отклонение может способствовать к поломке или попаданию в дорожно-транспортное происшествие. ДТП зависит не только от конструкции автомобиля, а так же от органов чувств человека, то есть быстрого реагирования на сложившуюся ситуации на дороге.

Качество вождения может проявляться недостатками конструкции при изготовлении автомобиля или его техническими недостатками, при неблагоприятных условиях погоды может произойти дорожно-транспортное происшествие. Нарушение микроклиматических условий в салоне, неправильная установка сидений в автомобиле, неисправность системы отопления или вентиляции, неправильно установленные зеркала заднего вида и многое другое может повлиять на дорожную обстановку при езде. И наоборот, удачная конструкция автомобиля, компенсирующая психофизиологические недостатки человека, может способствовать повышению безопасности дорожного движения.

Для повышения безопасности движения необходимо одновременное совершенствование и развитие конструкций автомобилей, которое может вестись в нескольких направлениях [1, с.150]:

- дублирование наиболее важных в отношении безопасности движения систем и узлов;
- повышение эффективности их действия (прежде всего совершенствование тормозных систем и систем управления);
- улучшение условий управления автомобилем (в том числе – оснащение автомобилей современными средствами информации);
- изменение конструкции травмоопасных элементов кабины и салона автотранспортных средств (т.е. улучшение пассивной безопасности) и др.

Исходя из проанализированной статьи, можно сделать вывод, что в первую очередь при создании автотранспортного средства нужно правильно сконструировать и распределить детали, правильно настроить для комфортного вождения при езде в городе и в дальние расстояния, улучшенная управляемость и

маневренность на дороге. Также водители должны быть квалифицированы подготовлены и уметь вовремя среагировать на экстренную ситуацию, а так же при возникновении дорожно-транспортного происшествия. Соблюдение всех норм и правил приведет к долгосрочному служению автомобиля.

#### Литература

1. Бадагуев, Б.Т. Эксплуатация транспортных средств (организация и безопасность движения) / Б.Т. Бадагуев. — Москва: Альфа-Пресс, 2018. — 240 с.
2. Блинкин, М.Я. Безопасность дорожного движения: история вопроса, международный опыт, базовые институции / М.Я. Блинкин. — Москва: ИД ВШЭ, 2018. — 240 с.
3. Горев, А.Э. Организация автомобильных перевозок и безопасность движения: Учебное пособие для студентов высших учебных заведений / А.Э. Горев, Е.М. Олещенко. — Москва: ИЦ Академия, 2018. — 256 с.
4. Горев, А.Э. Организация автомобильных перевозок и безопасность движения: Учебное пособие для студ. высш. проф. образования / А.Э. Горев, Е.М. Олещенко. — Москва: ИЦ Академия, 2018. — 256 с.

---

*Salakhova L. M., 2nd year master's student, Naberezhnye Chelny Institute OF Kazan (Volga region) Federal University»*

*Nuretdinov D. I., candidate of technical Sciences, associate Professor, Naberezhnye Chelny Institute OF Kazan (Volga region) Federal University»*

#### SAFETY OF MOTOR VEHICLES DURING THEIR OPERATION

*Abstract vehicle safety consists primarily of its design and performance properties, which reduce the risk of a road accident. There are 4 types of vehicle safety: active, passive, post-accident and environmental safety. Together with the release of vehicles, documents and legislation should be developed that regulate the relationship of various elements related to vehicle safety.*

*Keywords vehicle safety, requirements, types and improvements of safety, properties of vehicles, their improvement and development.*

УДК 691.175.3:004.9.

*Кукарцев В.Н., магистрант, Набережночелнинский институт ФГАОУ ВПО «Казанский (Приволжский) Федеральный университет».*

*Мурузина Е.В., доцент кафедры ПГСисМ, Набережночелнинский институт ФГАОУ ВПО «Казанский (Приволжский) Федеральный университет».*

## ПРИМЕНЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ В СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЯХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ 3D- ТЕХНОЛОГИЙ

*Аннотация: В последние годы композиционные материалы заняли значительное место среди строительных материалов как у нас в стране, так и за рубежом (США, Евросоюз, Китай, Индия и Бразилия). Среди них можно выделить стекло- и углепластики, которые в значительной степени получили распространение в строительстве. Они широко применяются при реконструкции бетонных сооружений, для производства изделий конструкционного назначения - как заменитель некоторых металлических и каменных конструкций, что обуславливается, в первую очередь их механическими свойствами и легкостью. Однако, их хрупкость и относительная дороговизна, является препятствием для широкого использования данного материала. Внедрение 3D-технологий, позволяет снизить стоимость изготовления строительных конструкций из композиционных материалов, повысить их качество и технологичность производства. Также 3D-технологии придают несущим конструкциям новые свойства, упрощают процесс возведения, позволяют реализовать сложные архитектурные решения и осуществлять работы по их возведению в автоматическом режиме.*

*Ключевые слова: 3D-печать конструкций; композиционные материалы; 3D-технология.*

В последние годы развитие химической отрасли привело к появлению большого числа композиционных материалов [7-8], в том числе и в строительстве [4, 9]. США потребляют 35% мирового производства композитов, Европа – 22%, Азия – 43% [17]. Наиболее яркими их представителями являются стеклопластики (СП; GFRP) [26], углепластики (УП; CFRP) [27] - из углеродных волокон [13-14], базальтопластики (БП) [18] и органопластики (ОП; OFRP) [25, 28]. В последнем случае возможны варианты применения волокон, полученных при переработке биоматериалов [29]. В отвержденном состоянии они обладают высокой механической прочностью и достаточной деформативностью.

Матрицей композиционных составов, чаще всего являются терморезактивные смолы - низкомолекулярные эпоксидные (марок ЭД-4, ЭД-5, ЭД-40), полиэфирные, фенолформальдегидные и другие синтетические смолы и композиции на их основе [11]. Они обладают хорошей адгезией к стекловолокну, а эпоксидные смолы могут отверждаться даже при отрицательных температурах. Реже в композитах могут использоваться и термопластичные смолы - полиамиды, полиэтилен, полистирол и т.д. [21].

В качестве армирующего наполнителя композиционных материалов служат равномерно распределённое и хаотично направленное нарубленное стекло-, угле- [2] и базальтовое волокно [13, 18].

Стеклопластики обладают достаточно высокой прочностью, низкой теплопроводностью, высокими электроизоляционными свойствами, кроме того, они прозрачны для радиоволн. Использование стеклопластиков началось в конце Второй мировой войны для изготовления антенных обтекателей – куполообразных конструкций, в которых размещается антенна локатора. В первых армированных стеклопластиках количество волокон было небольшим, волокно вводилось, главным образом, чтобы нейтрализовать грубые дефекты хрупкой матрицы [21]. Однако со временем назначение матрицы изменилось – она стала служить только для склеивания прочных волокон между собой, содержание волокон во многих стеклопластиках достигает 80% по массе. Слоистый материал, в котором в качестве наполнителя применяется ткань, плетенная из стеклянных волокон, называется стеклотекстолитом. Стеклопластики – достаточно дешевые материалы, их широко используют в строительстве, судостроении, оконных рам для современных стеклопакетов и т.п. [22].

Изучением долговечности и определением срока службы строительных конструкций из стеклопластика посвящена работа [12].

Углепластики имеют высокий уровень прочностных и упругих характеристик, высокие значения длительной и усталостной прочности, малую ползучесть и низкую плотность, также сохраняют свои механические свойства при низких температурах (-60 °С) [15]. Появляются углепластики на нанокomпозиционных связующих без использования растворителей [16]; получают материалы с заданными свойствами, например электро- и теплопроводностью, а также улучшенной изотропностью, повышенной влагостойкостью и долговечностью.

Базальтопластики имеют низкую трещиностойкость (хрупки), имеют плотность 1,8 г/см<sup>3</sup>, теплопроводность – 0,023  $\frac{Вт}{м\cdot К}$ , прочность при растяжении - 400 ГПа. Климатическая стойкость базальтопластиков рассмотрены в [19-20].

Органопластики – композиты, в которых наполнителями служат органические синтетические, реже - природные и искусственные волокна в виде жгутов, нитей, тканей, бумаги и т.д. Материал содержит 40–70% наполнителя. Органопластики обладают низкой плотностью, относительно высокой прочностью при растяжении; высоким сопротивлением удару и динамическим нагрузкам, но в то же время, низкой прочностью при сжатии и изгибе. Кроме того, они легче стекло- и углепластиков. Важную роль в улучшении механических характеристик органопластика играет степень ориентации макромолекул наполнителя [21-22].

В табл. 1 [1] приведена сравнительная характеристика некоторых композитных и металлических материалов.

### Сравнительные характеристики материалов

Таблица 1

Материал	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Прочность при растяжении, МПа	Модуль Юнга, ГПа	Удельная прочность, $e \times 10^3$ , км	Удельный модуль, $E \times 10^6$ , км
Углепластик (УП)	1450–1600	780–1800	120–130	53–112	9–25
Стеклопластик (СП)	2120	1926	69	91	3,2
Полиамид 6,6	1140	82,6	28	7,24	0,24
Полиамид 6,6+40 % стекловолокна	1460	217	112	8,87	0,77
Полиамид 6,6+40 % углеродного волокна	1340	280	238	21,0	1,92
Высокопрочная сталь	7806	1402	210	18	2,7
Титановый сплав	4430	1002	110	28	2,5
Алюминиевый сплав	2710	503	75	18	2,7

Как видно из таблицы, при относительно близких значениях плотности композиционных материалов, прочность при растяжении варьируется от 82,6 МПа у полиамида до 1926 МПа у стеклопластика, тем самым приближаясь к значениям стали. Значения модуля Юнга также варьируются в широком диапазоне - от 28 ГПа у полиамида до 238 ГПа у компаунда полиамида с углеродным волокном; а показатели удельных модуля и прочности стекло- и углепластика могут в разы превосходить показатели стали и титанового сплава. Компаунды из смеси полиамида с углеродным волокном деформируются под нагрузкой меньше, чем высокопрочная сталь.

Таким образом, некоторые металлические и стальные элементы в конструкциях могут быть заменены на угле- и стеклопластик в зависимости от назначения и действующих нагрузок, при этом состав полимерного материала может быть подобран или скомбинирован.

Однако стоит отметить, что композиционные материалы пока не могут полностью вытеснить сталь со строительного рынка, так как имеют недостатки в работе на растяжение, хрупки и имеют низкую эластичность. При этом изготовление композиционных материалов является высокотехнологичным производством, а эффективность применения оправдана малоэтажным строительством [13].

Важнейшей задачей при изготовлении конструкций из таких материалов, является сохранение структуры материала (рис. 1) с равномерно-распределенным по всему объему наполнителем.

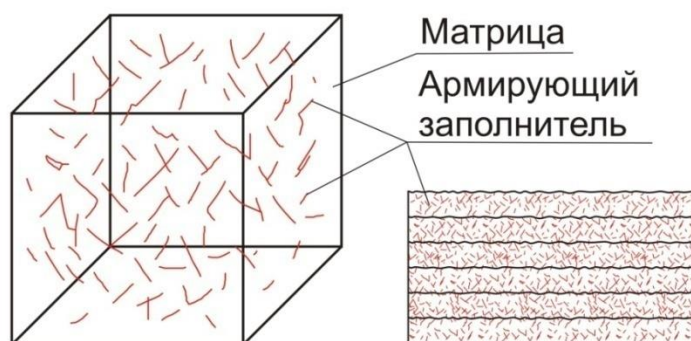


Рис. 1. Структура стеклопластика

Практический опыт показывает, что с данной задачей наилучшим образом справляется 3D-печать, осуществляемая строительным 3D-принтером (рис.2) [3].



Рис. 2. Строительный 3D-принтер

Продуктом печати принтера является материал с прогнозируемой изотропностью, что позволяет упростить методы расчёта несущих конструкций, изготовленных на их основе.



При 3D-печати изделие (конструкция) печатается послойно, направленность волокон в структуре материала остаётся хаотичной в каждом слое, что в целом даёт ожидаемую изотропность материала [4]. Так же относительная неровность предыдущего слоя заполняется последующим, что также снижает чёткость разделения слоёв по структуре; высокая адгезионная прочность материала позволяет рассматривать данный материал как монолитный.

Схема 3D-принтера (рис. 3) состоит из рельсового портала с сервомоторами и лазерной коррекцией координат.

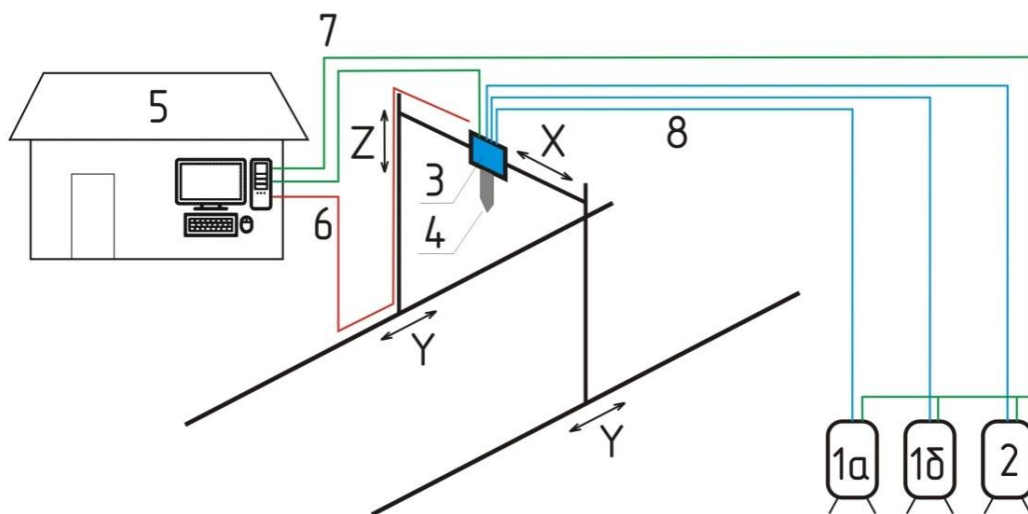


Рис. 3. Схема 3D-принтера

1а - ёмкость со смолой и стеклонеполнителем; 1б - ёмкость со смолой и наполнителем; 2 - ёмкость с отвердителем; 3 - смеситель с клапанным механизмом; 4 - печатающая головка; 5 - станция управления ЭВМ; 6 - шина управления сервомоторами; 7 - шина управления насосами и миксерами ёмкостей; 8 - шланги подачи материала.

В головку принтера подаётся два компонента - связующее с армирующим стекло- или угленеполнителем и отвердитель. Пропорции отслеживаются шаговыми сервомоторами. В головке компоненты перемешиваются и выдавливаются шнеком из сопла, а головка перемещается по заданным координатам. В ёмкости с сырьём установлен миксер для поддержания консистенции и насосы для подачи материала к головке по шлангам. Управление принтером осуществляется при помощи персонального компьютера и стандартного программного обеспечения для 3D-принтеров.

3D-печать также позволяет создавать сложные элементы без узловых соединений. На рис. 4 показана строительная ферма в монолитном исполнении с крепёжными узлами для оборудования.



Рис. 4. Строительная ферма с монолитными крепежными узлами

Конструктивные элементы покрытия (ферма, балка и др.) может быть напечатана вместе с колонной, что значительно упростит монтаж конструкций. Печать габаритных конструктивных изделий непосредственно на стройплощадке упрощает транспортировку и отменяет такелажные работы.

При печати 3D-принтера возможна комбинация двух типов армирующего наполнителя. Для этого к головке присоединяется дополнительный шланг с подачей материала. Если по первому шлангу подается стеклонеполнитель, а по дополнительному - углеволокно, то печать может осуществляться в комбинированном режиме в зависимости от требуемых параметров материала в конкретном месте печатаемого элемента. Комбинация материалов наполнителя повышает характеристики элементов без увеличения сечения или веса. Также комбинация материалов может применяться при печати светопрозрачных конструкций, пешеходных мостов, куполов и галерей. На рис. 5 изображен купол, каркас которого изготовлен с использованием углепластикового наполнителя, а панели получены из стекловолокна.



Рис. 5. Купол, изготовленный из стекло- и углепластика

Такая конструкция возводится в один проход с попеременной подачей материала. Преимущество подобной технологии состоит в том, что могут

создаваться различные пространственные конструктивные формы, которые при традиционном режиме строительства более трудозатратны; при этом обнаруживаются дополнительные свойства: повышение несущей способности конструкций, светопрозрачность, монолитность и т.д.

3D-печать несущих конструкций из стеклопластика позволяет реализовать практически любую задачу: колонны, фермы, арки, рамы, купола, мачты, пролёты мостов и т.д. Возможность производства несущих конструкций непосредственно с крепёжными площадками, элементами и узлами в монолитном исполнении для монтажа вентиляции, электропроводки, светильников, систем пожаротушения, кран-балок и прочего оборудования делает их особенно привлекательными.

3D-технология также позволяет придавать строительным элементам дополнительные свойства за счет интеграции дополнительных систем непосредственно в саму конструкцию: например, пассивную систему пожаротушения, что повышает огнестойкость возводимого элемента и здания в целом. При проектировании конструкций достаточно предусмотреть систему каналов и пор, заполняемых антипиреном, совокупность которых и будет противопожарной системой. Пример такой системы в разрезе приведен на рис. 6.

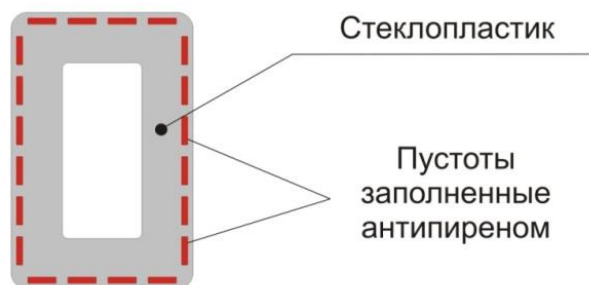


Рис. 6. Стеклопластиковый профиль с антипиреном

Данная технология может быть применена в различных конструктивных элементах; подача антипирена может быть совмещена с процессом печати конструкции в автоматическом режиме.

Изготовление строительных конструкций по данным технологиям хорошо зарекомендовали себя при строительстве хранилищ и производственных зданий химической промышленности. Благодаря свойствам материала как: ударопрочность, стойкость к динамическим нагрузкам, низкая теплопроводность и электропроводность, позволяет печатать опоры ЛЭП и радиомачты с упрощённой системой электроизоляции. При этом 3D-печать позволяет применять цветные стеклопластики, что

удешевляет процесс эксплуатации (исключены затраты на окрашивание). Решение этого вопроса может быть найдено путем применения структурноокрашенных полимерных связующих, в которых краситель химически связан со смолой [10-11].

Наиболее передовые технологии включают такие методы как печать с помощью дрона (беспилотный летательный аппарат): так был изготовлен, например, экспериментальный павильон, построенный в 2016– 2017 гг. в Штутгарте с помощью нескольких летательных печатных аппаратов. Немецкими специалистами были также реализованы проекты навесов, пергол, сборных куполов, мебели и других малых форм [23].

Применение фиброармированных композитов в архитектуре и строительстве, как правило, хорошо работают на растяжение. Из ФАП можно изготавливать эффективные большепролётные конструкции: оболочки, пневматические покрытия, тенты и т. д. Используя свойства пластиков при работе на сжатие, можно сооружать купола, сетчатые покрытия и оболочки, своды и другие распорные конструкции [24].

Процесс 3D-печати может осуществляться как в цеху, так и непосредственно на стройплощадке. Отсутствие монтажников-высотников и подъёмного оборудования при устройстве несущих конструкций каркаса здания позволяет снизить сметную стоимость работ.

Таким образом, по результатам данной статьи можно заключить:

1. Состав композиционного материала (матрица и наполнители) могут быть подобраны в зависимости от назначения возводимого элемента (сооружения) и предъявляемых к нему требований.

2. Композиционные материалы успешно проявляют себя при создании конструктивных элементов (сооружений) с применением 3D-печати.

3. Конструкция строительного 3D-принтера может модифицироваться под определенный заказ (например, подсоединен дополнительный шланг для наполнителя и т.д.).

4. 3D-технологии позволяют решать различные сложные задачи строительства: от возведения и реконструкции конструкций сооружений (зданий) от небольшого элемента до целого объекта и упростить их возведение в труднодоступных местах. Данная технология позволяет снижать людские ресурсы, задействованные на стройплощадке.

5. Строительные конструкции могут печататься в монолитном исполнении без узловых соединений, изготавливаться в различных декоративных решениях.

Исходя из описанного выше, можно достаточно быстро возводить (тиражировать) типовые проекты; получать новые свойства несущих конструкций и типы светопрозрачных конструкций.

#### Список литературы:

1. Б.И. Молчанов, М.М. Гудимов. Свойства углепластиков и области их применения // *Авиационная промышленность*. – 1996. - Стр. 5. [Электронный ресурс]. URL:<https://viam.ru/public/files/1996/1996-202215.pdf> (дата обращения: 05.02.2020).
2. Официальный сайт производителя композитных материалов / ООО "ЦСКМ". Композитные материалы. [Электронный ресурс]. – сайт: URL:<https://mecons.ru/uglerodnau-fibra> (дата обращения: 10.02.2020).
3. Строительство дома с 3D-принтером, [Электронный ресурс]. – сайт: URL:<http://3d-drucker-test.eu/hausbau-mit-dem-3d-drucker> (дата обращения: 25.01.2020).
4. Официальный сайт производителя композитных материалов. Группа компаний «АРМПЛАСТ», производство композитной продукции, 603001, Нижний Новгород, [Электронный ресурс]. – сайт: URL <https://armplast.ru/podrobnее-o-nas.html> (дата обращения: 28.01.2020).
5. Пахомов Б.М. Вариант модели изотропного разномодульного материала // *Вестник МГТУ ИМ. Н.Э. Баумана*. – 2017. - №6 (117). С. .... – URL: <http://vestnikmach.ru/articles/1171/1171.pdf>
6. ООО "СТУПИНСКИЙ ЗАВОД СТЕКЛОПЛАСТИКОВ, Технические характеристики стеклопластикового профиля, [Электронный ресурс]. – сайт: URL <http://szs1968.ru/tekhnicheskie-kharakteristiki-stekloplastikovogo-profilya/>
7. Пат. RU 2 671 338 С1 Российская Федерация, МПК В29С 53/04; В29В 11/16; В29С 39/10; В29С 70/18; В29С 70/48. Способ изготовления композиционного материала, устройство для изготовления композиционного материала и заготовка для композиционного материала / Курода Синити (JP); патентообладатель НИССАН МОТОР КО., ЛТД.(JP). - заявл. 09.09.2015. - № 2018107649; опубл. 30.10.2018. Бюл. № 31. – 29 с.
8. Пат. RU 2 579 118 С1 Российская Федерация, МПК С08F 292/00; С08F 232/08; С08I 3/24; С08I 5/24; С08L 33/00; С08L 45/00. Способ получения композиционного материала на основе полиолигоциклопентадиена и волластонита и композиционного материала / Ловков С.С., Беспалова Н.Б., Юмашева Т.М., Афонасьев В.В., Маслбойщикова О.В. и др.; заявитель и патентообладатель ОАО «Нефтяная компания «Роснефть». - заявл. 27.03.2015. - № 2015110941/04; опубл. 30.10.2018. Бюл. № 31. – 21 с.

9. Чернышева Н.В., Лесовик В.С., Дребезгова М.Ю., Кладиева Д.М. К вопросу применения гипсовых композиционных материалов для зеленого строительства // В сб.: «Интеллектуальные строительные композиты для зеленого строительства» Сб. докл. мнпк, посв. 70-летию проф. В. С. Лесовика : В 3 частях. - Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. - 2016. - С. 327-332.
10. Батлаев К.Е., Могнонов Д.М., Иванов В.Н., Алдарова Н.Ш., Маслош В.З., Изынеев А.А., Ржецкий Е.А. Структурноокрашенная эпоксидная смола // АС № 627140 СССР. Заявл. 25.10.76. Оpubл. 05.10.78. Бюл. № 37. Batlaev K.E., Mogonov D.M., Ivanov V.N., Aldarova N.Sh., Maslosh V.Z., Izineev A.A., Rzhetsky E.A. Structurally colored epoxy resin // Copyright Certificate No. 627140 of the USSR. Declared. 25.10.76. Published 05.10.78. Bulletin № 37 (in Russian).
11. Могнонов Д.М., Танганов Б.Б., Аюрова О.Ж. и др. Декоративный стеклопластик для строительных конструкций на основе структурно-окрашенных эпоксидных смол // Успехи современного естествознания. – 2019. - №3-2. – С.151-156.
12. Каюмов Р.А., Шарафутдинова А.А. Об оценке долговечности строительных конструкций из стеклопластика // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. – 2017. - №2(40). – С.114-123.
13. Ласлова Н.И., Лаптев В.Ю., Харьков Н.С. и др. Почему стеклопластик вытесняет сталь? // Синергия наук. – 2017. - №14. – С.508-521.
14. Гуняева А.Г., Раскутин А.Е., Гуляев И.Н. и др. Полимерные композиционные материалы нового поколения для авиационной, электротехнической строительной промышленности // В сбор.: Новые материалы и технологии глубокой переработки сырья - основа инновационного развития экономики России. – Сб. докл. II МНТК (посвящается 85-летию со дня основания ФГУП «ВИАМ» - ведущего материаловедческого центра страны). - 2017. - С. 7.
15. Антюфеева Н.В., Алексагин В.М., Павлов М.Р., Столянков Ю.В. Исследование возможности использования углепластиков в условиях арктического климата // Авиационные материалы и технологии. - 2016. - № 4 (45). - С. 86-94.
16. Пат. RU 2 663 160 С2 Российская Федерация, МПК С01В 32/15; С08К 3/04; С08К 3/00; С08J 3/28; В82В 3/0038; В82У 30/00. Безрастворный способ получения нанокomпозиционных связующих in situ / Новиков Г.Ф., Алдошин

- С.М., Гуров Д.А., Чернышенко А.О.; патентообладатель ИПХФ РАН». - заявл. 29.04.2016. - № 2016117098; опубл. 01.08.2018. Бюл. № 22. – 8с.
17. Шалудин С.А. Применение базальтопластиковой и композитной арматуры как инновационно ориентированный инструмент обеспечения социально-экономического развития строительного комплекса // Вестник Московского государственного открытого университета. Москва. Серия: Техника и технология. - 2012. - № 2. С. 59-63.
18. Артеменко С.Е., Кадыкова Ю.А. Базальтопластики – эффективные материалы XXI века // Композитный мир. – 2009. - №4(25). – С.14-16.
19. Mohamed Amine Ammar. Bond Durability of Basalt Fibre-Reinforced Polymers (BFRP) bars under freeze-and thaw conditions // Thesis. – 2014. – Quebec, Canada. – 105 p.
20. Кычкин А.К., Попов В.В., Кычкин А.А. Климатическая стойкость базальтокомпозитных арматур // Наука и образование. – 2017. - №1(85). – С.71-75.
21. Кравчук, А.С. Введение в уравнения математической физики и механики микроструктурированных тел / А.С. Кравчук, И.А. Тарасюк, С.Н. Лопатин // Евразийский Союз Ученых (ЕСУ), № 9 (54), 2018. – С. 48-61.
22. Кравчук А.С., Кравчук А.И. Прикладные контактные задачи для обобщенной стержневой модели покрытия: монография. – СПб: Научное издание, 2019. – 221 с. / Кравчук А.С., Кравчук А.И.. Санкт-Петербург, 2019.
23. Dörstelmann M. Aus der Wissenschaft Robotische in die Praxis. Robotische Herstellungsverfahren in Bauwesen // Guest professorship for Emerging Technologies (04/2017–10/2017), Arena 2036, 18.08.2018 – Technical University of Munich, 2018.
24. Volmer X. Creating architecture with CFRC. Introducing carbon fibre composite as structural material: master thesis. – Delft, 2015. – P. 1–19.
25. Стругач А.Г., Трифонов А.Г. Архитектура современных пешеходных мостов из фиброармированных композитных материалов // Транспортные сооружения. - 2019. - Т. 6. - № 1. - С. 14.
26. Gineersnow. (n.d.). The World's First Modular Glass-Fibre Reinforced Plastic Bridge. [online] Available at: <https://gineersnow.com/engineering/civil/worlds-first-modularglass-fibre-reinforced-plastic-bridge> [Accessed 08.03.2020].
27. Khryukin A.A., Smolina M.V. (2016). Assessment of the stress-strain state of the bridge span structures reinforced with composite materials. Natural resources of the Arctic and Subarctic. Science and Education, 4, pp. 100–105 (in Russian).

28. GC "Ruskompozit" "Steklonit". (n.d.). All-composite superstructure for elevated pedestrian crossings "МОБИСТЕК". [online] Available at: <http://steklonit.com/ru/produktsiya/kompozitnye-materialy/zelno-kompozitnieproletnie-stroeniy-mobistek> [Accessed 08.03.2020].
29. Михайлова А.С. Использование композитного материала – пластик в современном дизайне // Вестник Казанского технологического университета. – 2015. – №17. Т. 18. – С. 159–162.
- 

*Kukartsev V. N., master's student, NaberezhnyeChelny Institute of the Kazan (Volga) Federal University.*

*Muruzina E. V., associate Professor of the Department of Pssim, NaberezhnyeChelny Institute of the Kazan (Volga) Federal University.*

#### APPLICATION OF COMPOSITE MATERIALS IN BUILDING STRUCTURES USING 3D TECHNOLOGIES

*Abstract: in recent years, composite materials have taken a significant place among construction materials both in our country and abroad. Among them, fiberglass is already widely used in construction. They are widely used for the production of structural products-as a substitute for some metal and stone structures, which is caused primarily by their strength characteristics. However, their relative high cost is an obstacle to the widespread use of this material. The introduction of 3D technologies allows reducing the cost of manufacturing building structures from similar composite materials, improving their quality and manufacturability. Also, 3D technologies give new properties to load-bearing structures, simplify the process of construction of individual structures of buildings (structures), allow you to implement complex architectural solutions and carry out work on their construction in automatic mode. 3D printing of fiberglass load-bearing structures allows you to implement almost any task: columns, trusses, arches, frames, domes, masts, bridge spans, etc. The ability to produce load-bearing structures directly with mounting platforms, elements and assemblies in a monolithic design for installation of ventilation, electrical wiring, lamps, fire extinguishing systems, crane beams and other equipment makes them particularly attractive.*

*Key words: 3D-printing of structures; composite materials; 3D technology.*



## **ИССЛЕДОВАНИЯ ЧЕЛОВЕКА И СОЦИАЛЬНЫХ СИСТЕМ**

УДК 347.2

*Валиуллина Д.А., кандидат юридических наук, доцент, Набережночелнинский институт ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет».*  
*Латыпова Г.Р., магистрант второго года обучения, Набережночелнинский институт ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет».*

### **КОРПОРАТИВНЫЕ ОТНОШЕНИЯ КАК РАЗНОВИДНОСТЬ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ ОТНОШЕНИЙ**

*Аннотация: Представленная статья направлена на исследование правовой природы корпоративных отношений. Рассматриваются современные теории о сущности указанной группы правоотношений. Обращается внимание на отсутствие единой теории понимания исследуемой категории. Констатируется большая схожесть корпоративных отношений членства с организационными.*

*Ключевые слова: Организационные отношения, корпоративные отношения, корпоративное отношение членства.*

Относительно недавно положения ГК РФ о предмете его регуляции были дополнены новой группой релевантных отношений, именуемых корпоративными, а точнее – в формулировке ст. 2 ГК РФ: «отношения, связанные с участием в корпоративных организациях или с управлением ими».

В целом и ранее указанная часть основного кодифицированного акта цивилистического законодательства позволяла расширительно толковать предмет гражданского права (сверх имущественных и личных неимущественных отношений) за счет включения любого рода отношений, базирующихся на особых принципах – автономии воли, равенстве сторон и их имущественной самостоятельности. Следовательно, корпоративное отношение вполне могло быть отнесено к предмету гражданского права и до указанных трансформаций, на чем настаивали некоторые исследователи и что являлось предметом самых бурных дискуссий.

В этом плане и реформация ст. 2 ГК РФ до современной ее формулировки не поставила итоговую точку – на страницах периодической

специальной литературы баталии, сразу же после упомянутого изменения, не то что не получили официальную точку, а разгорелись с еще большей силой.

В общем-то исследование корпоративных отношений как самостоятельных не ново для отечественной юриспруденции. Доктринальные изыскания категории «членства» и отношений с ней связанных были характерны даже для советского периода отечественной юриспруденции, вне свободных рыночных отношений, и фактически сводились к небольшой по объему группе отношений внутри колхозной формы общественной организации [1; С. 108 – 109].

Легальное признание в качестве особой группы частно-правового предмета регулирования корпоративных отношений, отнюдь не обеспечило однозначное определение природы данных отношений, и, как следствие, правил определения объема и характеристики норм к ним применимых. Более того, признание отношений корпоративного порядка автономными от имущественных и личных неимущественных еще больше актуализировало вопрос относительно их правовой природы.

Все сформированные на данный момент воззрения по указанному аспекту можно свести к нескольким ключевым позициям.

Так, исследуемую группу отношений принято причислять к имущественным. При этой позиции дифференциация имущественных отношений как предмета гражданско-правового урегулирования, производится на отношения, связанные с принадлежностью имущества определенным лицам (вещные); отношения, связанные с управлением этим имуществом (корпоративные или членские); отношения, опосредствующие переход имущества от одних лиц к другим (обязательственные).

Другие также указывают, что из всего массива правовых связей между обществом и участником справедливо должны быть выделены обязательственные правоотношения: обязательство выплатить часть прибыли (дивиденд) и обязательство выплатить ликвидационный остаток. Как то, так и

другое обязательство возникает с наступлением определенного юридического факта – принятия общим собранием соответствующего решения [2; С. 95].

Но даже в тех юридических лицах, которые создаются на основе объединения капитала (в частности, в акционерных обществах) не следует, думается, рассматривать все отношения исключительно как отношения имущественные. Данное предположение подтверждается положениями современного гражданского законодательства относительно полномочий управления, не имеющих непосредственного имущественного параметра (к примеру, голосование по вопросу назначения директора) [3; С. 14].

По иной точке зрения, суть корпоративных отношений сводится к реализации нематериальных отношений, третьи настаивают на их смешанной природе как существующих наряду с вещными и обязательственными.

Все указанные позиции, как и некоторые иные, высказанные в литературе, полагаем, не способны, между тем, комплексно и обстоятельно разрешить все сложности, связанные с четким определением природы самого корпоративного отношения.

Делая некий шаг назад в проводимом нами исследовании, мы должны отметить, что не только корпоративные отношения выступали предметом доктринальных споров и дискуссий. Так, очень долгое время в трудах правоведов обсуждается возможность введения в предмет гражданского права так называемых «организационных» отношений. Отметим, что подобного рода явления присущи всем отраслям права, не только цивилистическим, и, несмотря на отсутствие «всемерного» их признания, имеют огромное значение в регуляции общественных отношений.

Еще О.А. Красавчиков ставил вопрос о разумности их выделения в качестве самостоятельных [4; С. 55]. Однако его позиция и до сих пор не находит общей поддержки, а в доктрине организационные отношения принято сводить лишь к узкому толкованию как учреждаемых на основе особого рода – организационных – соглашений.

Об актуальности исследования именно организационных отношений, между тем, свидетельствуют и трансформации действующего правового полотна. Анализируя общую канву вносимых в часть первую ГК РФ изменений, можно говорить о признании, а, следовательно, и повышении роли именно организационных отношений. В частности, было введено сразу несколько обновленных форм договоров организационного порядка (опционный, рамочный, абонентский), предусмотрены общие положения о существе и значении государственной регистрации, детально уточнены предписания, регулирующие весь цикл «жизнедеятельности» организации, удостоверения и прекращения доверенностей и т.д.

Между тем, в доктрине все также не выработана единая концепция организационных правоотношений, начиная с категориального аппарата и заканчивая возможностью признания за таковыми значения автономных в канве предмета гражданско-правового регламентирования.

Сложности возникают и при определении четкого ответа на вопрос относительно предназначения изучаемых отношений. Полагаем, через организационные правоотношения в гражданском праве в чистом виде обеспечивается базовая регулятивная функция права. В основе организационных отношений лежит необходимость обеспечения правосубъектности участников гражданского оборота, установления правового режима объектов гражданских прав, сделок, в том числе договоров в гражданском праве, что само по себе является базовой основой для существования традиционно признанных гражданских правоотношений.

Значит, организационные отношения призваны обслуживать иные отношения субъектов гражданского оборота, не являются «самоцелью», а представляют собой определенное организационно-правовое средство, используемое сторонами в целях упорядочения производных от основных общественных отношений [5; С. 10]. Вторые как раз и раскрывают существо, базовое предназначение отношений организационных.

Причем именно последние, в отличие от первых, сами по себе являются целью взаимоотношения сторон и обеспечивают интерес сторон в правовом поле, но без организационных отношений их инициирование и реализация не возможна [6; С. 23].

В массиве рассмотренных нами выше корпоративных отношений можно также выделить две группы взаимоотношений сторон: фактически все корпоративного рода отношения «выстраиваются» в синергетическую систему вокруг правоотношения участия (членства).

Все остальные правоотношения, которые также связаны с участием в деятельности корпорации, но возникают на основании сложного юридического состава, одним из элементов которого является правоотношение участия (членства), могут именоваться корпоративными правоотношениями в широком смысле, или производными корпоративными правоотношениями. Такие правоотношения являются подчиненными (зависимыми) по отношению к правоотношению участия (членства). Помимо правоотношения участия (членства) для их возникновения требуются дополнительные юридические факты, которые четко определяют существо и последовательность действий обязанного лица в таком правоотношении [7; С. 85].

Такие производные корпоративные правоотношения, за незначительным исключением, обладают всеми признаками либо вещных, либо обязательственных отношений, чего нельзя сказать в отношении такого базового правоотношения как само членство в организации. Полагаем, оно представляет собой урегулированное нормами гражданского права единое, сложное организационное общественное отношение, возникающее между юридическими лицами, основанными на началах участия (членства), – корпорациями и их участниками (членами) в момент приобретения последними прав участия (членства), опосредующих процесс их участия в деятельности корпорации. По своей природе эти отношения не могут быть однозначно отнесены к категории имущественных или неимущественных, а

составляют особую группу отношений, целью которых является создание базовых легальных предпосылок для реализации отношений членства. Именно такое их трактование, как представляется, позволит исключить доктринальные споры относительно их правовой природы и применять его при разрешении споров на практике.

Признание за отношениями членства в рамках корпоративных взаимодействий характера организационных позволит нивелировать еще один момент дискуссионного порядка, обозначаемый в доктрине права, относительно межотраслевого регламентирования отношений в корпоративных организациях. Общеизвестно, что отношения, возникающие внутри подобных юридических лиц, регулируются комплексно, правовыми предписаниями нескольких отраслей права, помимо гражданского, – административного, налогового, предпринимательского и т.д. Понимая и принимая это как данность настоящей правовой действительности, думается, учесть подобное их межотраслевое свойство возможно только в рамках системного базового подхода к отношениям членства как к организационным.

Таким образом, корпоративное правоотношение членства опосредует статику корпоративных отношений в широком смысле этого слова, и является предтечей для динамики производных корпоративных отношений. Природа указанной группы правовых явлений состоит в их «предпосылочном характере» и оформлении права членства и управления в корпорации в рамках реализуемых корпоративных отношений, что говорит о их организационном характере.

#### Литература

1. Братусь С.Н. Предмет и система советского гражданского права. – М., 1963. – 187 с.
2. Кривенкова М.В. Решения органов некоммерческих организаций: понятие, порядок принятия решений // Сборник докладов итоговой научной конференции профессорско-преподавательского состава «Итоговая научная

конференция 2014 года». – Казанский федеральный университет, Набережночелнинский институт, 2014. – С. 95 – 98.

3. Кирсанов К. Корпоративные отношения в свете концепции гражданско-правовых организационных отношений // Арбитражный и гражданский процесс. – 2007. – № 9. – С. 13 – 15.

4. Красавчиков О.А. Структура предмета гражданско-правового регулирования социалистических общественных отношений // Теоретические проблемы гражданского права: Сб. учен. тр. – Вып. 13. – Свердловск, 1970. – С. 50 - 57.

5. Сергеева Е.С. Базовый подход к определению организационных отношений в гражданском праве // Юрист. – 2016. – № 22. – С. 9 - 13.

6. Маилян Г.Э. Организационные отношения в предмете корпоративного права // Юрист. – 2014. – № 17. – С. 22 - 29.

7. Ушницкий Р.Р. О гражданско-правовой форме корпоративного отношения // Вестник гражданского права. – 2011. – № 5. – С. 64 – 91.

---

*Valiullina Dinara Anvarovna, candidate of law Sciences, assistant professor, Naberezhnye Chelny Institute of Kazan (Volga region) Federal University*

*Latypova Gulnaz Ravilevna, second year master's student, Naberezhnye Chelny Institute of Kazan (Volga region) Federal University*

#### CONTROVERSIAL ASPECTS OF THE PROVISION OF CONTRACTUAL RIGHTS TO LAND PLOTS IN PUBLIC OWNERSHIP AT AUCTION

*Abstract: This article is aimed at studying the legal nature of corporate relations. Modern theories about the essence of this group of legal relations are considered. It is pointed out that there is no unified theory of understanding this category. It is stated that corporate relations are very similar to organizational ones.*

*Keyword: Organizational relations, corporate relations, organizational and corporate relations.*

УДК 346.21

*Валиуллина Д.А., кандидат юридических наук, доцент, Набережночелнинский институт ФГАОУ ВПО «Казанский (Приволжский) федеральный университет».*

*Филипов Д.В., магистрант второго года обучения, Набережночелнинский институт ФГАОУ ВПО «Казанский (Приволжский) федеральный университет».*

## ПОРЯДОК И ОСОБЕННОСТИ ЛЕГИТИМАЦИИ АУДИТОРОВ КАК ОСНОВНЫХ СУБЪЕКТОВ АУДИТОРСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

*Аннотация: Согласно анализу положений ФЗ «Об аудиторской деятельности» до сих пор остаются нерешенными некоторые важные вопросы, связанные с правовой регламентацией аудиторской деятельности. В данной статье авторами рассмотрен обновленный порядок легитимации аудиторов как основных субъектов аудиторской деятельности, а также проанализирована новая модель квалификационного экзамена на получение аттестата аудитора. Отмечается наличие пробелов в законодательстве, регулирующем указанные правоотношения. В целях повышения качества кадрового состава аудиторского корпуса предлагается внесение изменений в действующий правовой массив.*

*Ключевые слова: Аудит, аудиторская деятельность, квалификационный экзамен аудитора, порядок легитимации аудиторов.*

В сфере развития предпринимательской деятельности, а также установления действенного и эффективного контроля за процессом распределения и использования финансов публичных образований и субъектов, находящихся на особом контроле у государства, большую роль играет институт аудита как форма особой, независимой, проверки бухгалтерской (финансовой) отчетности аудируемого лица в целях выражения мнения о достоверности такой отчетности.

В целом, необходимо отметить, что данная сфера долгое время оставалась в стороне от серьезных изменений отечественного правового массива. И лишь в крайние несколько лет, законодательство об аудите начало меняться и произведенные изменения следует считать положительными. Так, был усилен контроль за деятельностью аудиторов, предприняты действия по сближению отечественной модели аудита к международным стандартам, а также введен новый порядок легитимации аудиторов как основных субъектов аудиторской деятельности.



Общее правовое положение данного субъекта преимущественно устанавливается в правилах ст. 4 Федерального закона от 30 декабря 2008 г. № 307-ФЗ «Об аудиторской деятельности» [1], согласно которым аудитором является «физическое лицо, получившее квалификационный аттестат аудитора и являющееся членом одной из саморегулируемых организаций аудиторов».

Таким образом, закон предусматривает два отличительных признака правового статуса аудитора – наличие особого аттестата и членство в саморегулируемой организации (далее – СРО).

Первое является обязательной предтечей второго. При этом квалификационный аттестат аудитора – это документ, подтверждающий квалификацию аудитора, необходимый для подписания аудиторских заключений. Его выдача, а, следовательно, и легитимация конкретного физического лица в качестве аудитора, возможна при наличии двух полноценных и самостоятельных условий – сдачи экзамена и наличия минимального опыта работы в соответствующей сфере.

Именно на первом из указанных критериев, мы и сосредоточим свое внимание. До 31 марта 2020 г. весь процедурный массив отношений по получению (беглый анализ указанного ниже документа позволяет говорить именно о подобном, достаточно узком, спектре вопросов им регулируемых) такого аттестата урегулирован Приказом Минфина РФ № 32н от 19 марта 2013 г. [2]. Общий порядок, установленный в данном документе, может быть определен следующим образом. Перечень вопросов, задаваемых претенденту на квалификационном экзамене, устанавливается единой аттестационной комиссией из областей знаний, утвержденных комиссией по аудиторской деятельности. Кандидат, получивший высшее образование по государственной образовательной программе, имеет право сдать квалификационный экзамен. Оплата всех расходов, связанных с проведением экзамена, ложится на плечи экзаменуемого. Срок действия полученного аттестата не ограничен.

Подобные требования к аудиторам, установленные в том числе и ФЗ «Об аудиторской деятельности», направлены на обеспечение высокого

профессионального уровня аудиторов и, как следствие, на повышение качества аудиторских услуг.

Однако постоянная трансформация законодательства в сфере образовательных технологий, а также условий хозяйствования настоятельно требует их учета при определении кадрового корпуса аудиторов. Именно по этим причинам в этом году производится изменение порядка легитимации аудиторов.

Введение таких новшеств обусловлено вступлением в силу 31 марта 2020 г. (именно эта дата является демаркационной линией «старого» и обновленного порядка сдачи экзамена) Приказа Минфина РФ от 14 ноября 2018 г. № 232н «Об утверждении Порядка проведения квалификационного экзамена лица, претендующего на получение квалификационного аттестата аудитора» [3]. Фактически им устанавливается новая модель квалификационного экзамена на получение аттестата аудитора. При принятии указанного правового документа учитывались и положения профессионального стандарта «Аудитор» [4].

Новая модель аттестации аудитора предполагает уровневый подход к квалификационному экзамену, обеспечивая при этом последовательный переход от одного уровня компетенций к более сложному, и представляет собой систему, предусматривающую алгоритм приобретения претендентом профессиональной компетентности и поддержания ее на должном уровне.

Предлагаемая модель предусматривает 3 уровня аттестации:

Базовый. Проверка базовых знаний по модулям на практике; предусматриваются зачеты для претендентов, имеющих профессиональное образование; низкий уровень сложности; предполагает оценку компетенций претендентов в виде компьютерного тестирования.

Профессиональный. Проверка профессиональных знаний по областям при решении вопросов среднего уровня сложности и применение их на практике; способность самостоятельно решать задачи в разрезе модулей; включает шесть модулей в виде письменного экзамена, состоящих из практических вопросов и задач, с применением компьютеров.

Продвинутый. На данном этапе предполагается реализация уже комплексной

оценки общего уровня компетентности конкретного аудитора; его способность одновременно реализовывать компетенции из различных отраслей знаний и умений; демонстрировать навыки реализации профессионального суждения в соответствии с наднациональными стандартами аудита и решения комплексной ситуационной задачи.

В итоговом виде обновленная модель проводимого испытания для потенциальных аудиторов будет включать следующие модули аттестации:

1. аудиторская деятельность;
2. бухгалтерский учет и отчетность (в том числе международные стандарты финансовой отчетности);
3. право;
4. налогообложение;
5. анализ бизнеса;
6. риск-менеджмент.

Модульный формат нового квалификационного экзамена позволит привлечь к сдаче экзамена на базовом уровне представителей смежных с аудитом профессий.

Как указывается в преамбуле нового Приказа, актуальность принятия новой модели квалификационного экзамена обоснована необходимостью приведения его в соответствие с международными стандартами и требованиями аудита. Действительно, общий анализ вектора развития законодательства об аудите свидетельствует о постепенном его сближении к общемировым стандартам, что в эпоху цифрового права и все большего развития транснационального формата реализации предпринимательской активности, подлежащей в отдельных случаях и обязательному аудиту, видится оправданным и необходимым. В частности, в январе прошлого года появился целый массив нормативных актов, посвященных регламентации этого круга вопросов. В частности, были приняты Международные стандарты аудита 200 «Основные цели независимого аудитора и проведение аудита в соответствии с международными стандартами аудита» [5], 600 «Особенности аудита финансовой отчетности группы (включая работу аудиторов компонентов)» [6] и многие другие.

Однако обновленный порядок принятия экзамена, как представляется, не учитывает эту тенденцию в полном объеме: положения о возможности учета аттестации аудиторов, проведенной за рубежом (по тем же самым мировым стандартам), в нем отсутствуют, что видится значительным негативным моментом обновленного порядка. По нашему мнению, как минимум, целесообразно установить возможность зачета модулей на базовом и на профессиональном уровнях соответствующих международных аттестаций (например, ACCA, CIMA, ICAEW), а также возможность зачета соответствующих модулей на базовом и профессиональном уровнях аудиторам, получившим квалификационные аттестаты в странах, входящих в Евразийское экономическое сообщество, для всех дисциплин за исключением налогообложения и права, имеющих национальные особенности. В рамках продвинутого модуля возможно будет реализовать проверку знаний в отношении внутренних особенностей аудита РФ, а также общего уровня подготовки любого кандидата.

Кроме того, фактически остался не освещенным и следующий важный аспект.

При изменении системы подготовки кадров в определенной области, вполне логично встает вопрос о применении новых стандартов к лицам, уже имеющим соответствующий статус (тем более, что в данной сфере аттестат аудитора имеет бессрочный характер). Новые требования к объему знаний, учитываемых при сдаче экзамена, конечно же, на признанных аудиторов не распространяются. Но, отметим, что законодательство сохранило необходимость постоянного совершенствования профессионального уровня уже действующих аудиторов. По смыслу основного закона в этой сфере на аудитора возложена, под угрозой возможности аннулирования аттестата, обязанность прохождения ежегодного специального обучения.

Все параметры обучения подобного рода устанавливаются самими СРО. Правовую же основу реализации такого рода программ закладывают положения специальных рекомендаций по организации обучения аудиторов СРО [7]. Однако ни в этом акте, ни в иных составляющих отечественной нормативной базы не предусмотрено изменений, согласно которым претендент, успешно сдавший экзамен

по старой модели, будет вынужден пересдавать или досдавать модули нового экзамена.

Полагаем, такое кардинальное решение сложившейся ситуации, хотя и уравнивает в положении уже работающих и только приступающих к аудиторской деятельности специалистов, но может создать серьезные препятствия в текущих аудиторских проверках.

Рациональным выходом из подобной ситуации была бы легально установленная необходимость по соотнесению указанных выше программ повышения квалификации с новыми требованиями к квалификации аудиторов. Это положение обязательно должно получить легальное закрепление хотя бы на уровне упомянутых выше специальных рекомендаций.

Определенные трансформации, думается, необходимо ввести и относительно порядка аннулирования, как мы уже указали выше, выданного специальной аттестационной комиссией, аттестата аудитора. Такое правомочие (т.е. возможность аннулирования) передано «в руки» СРО аудиторов, которое самостоятельно принимает решение о нивелировании юридической силы указанного документа. Как показывает судебная практика, споры в отношении правомерности реализации данной возможности, отнюдь, не редки и решение правоприменителя в большинстве случаев выявляет нарушения в действиях СРО. К примеру, СРО аннулировало аттестат аудитора ввиду не осуществления им профессиональной деятельности в течении более чем двух лет (по действующему законодательству трех лет), несмотря на отчеты, своевременно и в полном объеме предоставленные «разжалованным» аудитором тому же СРО [8].

Подчеркнем также, что конкретное управомоченное лицо и процедурные аспекты аннулирования устанавливаются внутренними документами (локального уровня) самой некоммерческой организации. По нашему мнению, такое положение вещей является не справедливым и ущемляет права аудиторов, имеющих членство в различных СРО.

Современный подход законодателя сводится к строгой формализации процедур выдачи аттестата на федеральном уровне, логично, что и весь дальнейший

его «оборот» должен исполняться ровно по тем же процедурным параметрам – единым для всех и реализуемым независимым органом. Полагаем, законодательно необходимо передать весь ряд полномочий, связанный с аннулированием и прекращением действия аттестата аудитора в компетенцию одного органа.

Подытоживая все сказанное, отметим, что, в контексте современного законодательства, для получения статуса аудитора все также необходимо сдать квалификационный экзамен для получения аттестата аудитора и являться членом СРО аудиторов. Однако, согласно нововведениям, вводится новая модель квалификационного экзамена. Ее положительной чертой является возможность привлечения к сдаче экзамена представителей смежных с аудитом профессий и должно привести к повышению качества аудиторской подготовки специализированных кадров и процедуры ее оценки в Российской Федерации, а также позволит приблизить формат отечественного экзамена к международным стандартам. Между тем, определенные сложности в реализации процедур легитимации профессиональных участников аудиторского рынка остались вне поля зрения законодателя и нуждаются в скорейшем разрешении.

#### Литература

1. Федеральный закон от 30 декабря 2008 г. № 307-ФЗ «Об аудиторской деятельности» [ред. от 26.11.2019] // Собрание законодательства РФ. – 2009. – № 1. – Ст. 15.
2. Приказ Минфина от 19 марта 2013 г. № 32н «Об утверждении положения о порядке проведения квалификационного экзамена на получение квалификационного аттестата аудитора» [ред. от 17.01.2017] // Российская газета. – 2013. – № 136.
3. Приказ Минфина России от 14 ноября 2018 г. № 232н «Об утверждении Порядка проведения квалификационного экзамена лица, претендующего на получение квалификационного аттестата аудитора». Документ не вступил в силу // СПС «КонсультантПлюс».
4. Приказ Минтруда России от 19 октября 2015 г. № 728н «Об утверждении

профессионального стандарта «Аудитор» // СПС «КонсультантПлюс».

5. Международный стандарт аудита 200 «Основные цели независимого аудитора и проведение аудита в соответствии с международными стандартами аудита» // СПС «КонсультантПлюс».

6. Международный стандарт аудита 600 «Особенности аудита финансовой отчетности группы (включая работу аудиторов компонентов)» // СПС «КонсультантПлюс».

7. Рекомендации по организации саморегулируемыми организациями аудиторов прохождения аудиторами обучения по программам повышения квалификации: одобрены Советом по аудиторской деятельности при Минфине России 29 октября 2009 г., протокол № 79 [ред. от 29.04.2010] // СПС «КонсультантПлюс».

8. Постановление Девятого арбитражного апелляционного суда от 28 апреля 2017 г. № 09АП-13915/2017 по делу № А40-211001/16-48-1908 // СПС «КонсультантПлюс».

---

*Valiullina Dinara Anvarovna, candidate of law Sciences, assistant professor, Naberezhnye Chelny Institute of Kazan (Volga region) Federal University*

*Filipov Dmitry Vladimirovich, second year master's student, Naberezhnye Chelny Institute of Kazan (Volga region) Federal University*

#### THE ORDER AND FEATURES OF THE LEGITIMIZATION OF AUDITORS AS MAIN SUBJECTS OF AUDIT ACTIVITY

*Abstract: According to the analysis of the provisions of Federal law No. 307-FZ of December 30, 2008 «on audit activities», some important issues related to the legal regulation of audit activities are still unresolved. In this article, the authors reviewed the updated procedure for legitimizing auditors as the main subjects of audit activity, as well as analyzed the new model of the qualification exam for obtaining an auditor's certificate. It is noted that there are gaps in the legislation regulating these legal relations. It is proposed to make changes to the current legal framework to improve the quality of the audit staff.*

*Keywords: Audit, audit activity, certificate of auditor, auditor qualification exam, legitimation procedure of auditors.*

УДК 347.5

*Кривенкова М.В., к.ю.н., доцент, Набережночелнинский институт ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», MVKrivenkova@kpfu.ru*

*Гильмутдинова Л.И., магистрант, Набережночелнинский институт ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», gilm18-04-97@yandex.ru*

## НЕОСНОВАТЕЛЬНОЕ ОБОГАЩЕНИЕ ПРИ РАСТОРЖЕНИИ ДОГОВОРА

*Аннотация. В соответствии с реформой гражданского законодательства в Гражданский кодекс Российской Федерации были внесены изменения, касающиеся случаев расторжения договора, при которых одна из сторон, получившая от другой исполнение обязательства по договору, не исполнила свое обязательство либо предоставила другой стороне неравноценное исполнение. В настоящее время к таким отношениям могут применяться нормы о неосновательном обогащении.*

*Ключевые слова: расторжение договора, неосновательное обогащение, кондикционное обязательство, судебная практика, реформа гражданского законодательства.*

Неосновательное обогащение является довольно сложной правовой категорией, относящейся к группе внедоговорных гражданско-правовых обязательств. Сложность заключается не только в очевидной специфике основания возникновения данного правоотношения, но и в характере как самого юридического факта, порождающего обязательство, так и собственно обязательства.

Само неосновательное обогащение, безусловно, не является правоотношением, т.к. для последнего характерно наличие взаимодействия субъектов права, а действие лишь одного лица не может быть рассмотрено как взаимодействие. Но неосновательное обогащение порождает общественное отношение между тем субъектом, которое обогатилось, и тем субъектом, за чей счет произошло обогащение. Учитывая, что российское гражданское право закрепило правовое регулирование данного общественного отношения, оно относится к правоотношениям. А само неосновательное обогащение обладает



всеми признаками юридического факта, поскольку порождает то самое правоотношение.

Данный юридический факт сформулирован законодателем достаточно подробно. Под неосновательным обогащением в п. 1 ст. 1102 Гражданское кодекса РФ (далее – ГК РФ) [1], понимается ситуация, когда лицо приобрело или сберегло имущество другого лица без установленных к тому законом, иными правовыми актами или сделкой оснований, вследствие чего обязано вернуть последнему это имущество, именуемое неосновательным обогащением.

Таким образом, при неосновательном обогащении налицо отсутствие законных оснований получения имущества приобретателем, которое выступает в данном случае основанием для возврата, сбереженного или приобретенного имущества потерпевшему. При этом, нельзя сказать, что такое сбережение или удержание во всех случаях будет умышленным, недобросовестным. Однако, учитывая, что и основания для сбережения этого имущества у субъекта также отсутствуют, такое деяние будет рассматриваться как противоправное, как правонарушение, поскольку действительно будет иметь место нарушение прав другого лица – титульного или реального собственника имущества.

Неосновательное обогащение может иметь место при различных обстоятельствах, как связанных с уже существующими отношениями между теми же сторонами, так и в отсутствии связи между соответствующими субъектами права. Особый интерес, полагаем, вызывают ситуации, при которых неосновательное обогащение не просто связано с уже существующим договорным обязательством между теми же сторонами, но и складывается при расторжении гражданско-правового договора.

Последствия расторжения договора законодателем регламентированы в ст. 453 ГК РФ, в которой четко закреплено что неисполнение стороной договора своего обязательства при исполнении корреспондирующего обязательства другой стороной договора, следует рассматривать как неосновательное обогащение, и следовательно, применять правила об обязательствах вследствие неосновательного обогащения, изложенные в гл. 60 ГК РФ.

В данной формулировке ст. 453 ГК РФ была не изначально, и положения о применении положений гл. 60 к подобной ситуации появились лишь после того, как на их необходимость было указано в Концепции развития гражданского законодательства РФ в 2009 г. [2]. Такие же предложения неоднократно высказывались в научной литературе, при этом авторы предлагали самые различные варианты уравнивания правовых оснований встречного предоставления при расторжении договора.

Наконец, Федеральным законом от 08.03.2015 г. № 42-ФЗ в ст. 453 ГК РФ Российской Федерации, регулиующую последствия расторжения договора, были внесены изменения, на основании которых появилась возможность к отношениям сторон применять нормы о неосновательном обогащении.

Законодатель, реформируя п. 4 ст. 453 ГК РФ, пошел по пути, который был выработан судебной, а точнее, арбитражной практикой, применения правил о неосновательном обогащении при расторжении договора. В то же время, сама судебная практика по данному вопросу была крайне неоднозначной, о чем писал А.В. Егоров: «арбитражная практика применения указанной нормы на протяжении 15 лет напоминает скорее борьбу с ней, чем последовательное проведение ее идей» [2].

Если обратиться к зарубежным правовым порядкам последствий расторжения договоров, то можно выделить два подхода в решении данной проблемы: в таких странах, как Австрия, Германия Швейцария, применяется так называемая теория трансформации в отечественной доктрине, в других странах (например, в Шотландии) – теория кондикционного обязательства, вытекающего и закона [4].

Как известно, прекращение договора может происходить либо в результате его расторжения, либо отказа от его исполнения. В свою очередь, расторжение договора возможно, как по взаимному согласию сторон, так и в судебном порядке (при наличии определенных условий – существенного нарушения условий договора, изменения обстановки и т.п.).

Пленум Высшего Арбитражного суда в своем Постановлении от 06.06.2014 № 35 «О последствиях расторжения договора» специально подчеркнул, что как

для расторжения договора, так и отказ от него, правовые последствия являются идентичны [5].

Например, в деле № А40-136533/2018 арбитражный суд г. Москвы решением от 14.08.2018 г. удовлетворил требование истца о взыскании неосновательного обогащения. Истцом АО «Еврострой» были заявлены требования о взыскании с ответчика ООО «Гефест» 5 654 065 руб. 00 коп. неосновательного обогащения по договору подряда. В соответствии с договором ответчик обязался выполнить работы, а истец принять и оплатить их. Так, истец свои обязательства по перечислению аванса в размере 5 654 065 руб. 00 коп. исполнил надлежащим образом. Однако ответчик свои обязательства по выполнению работ в сроки, установленные договором, не исполнил. В соответствии с условиями договора истец имеет право в одностороннем порядке расторгнуть договор. Истцом в адрес ответчика направлено уведомление об одностороннем отказе от исполнения договора. Поскольку на дату расторжения договора фактически работы ответчиком не были выполнены, то в данном случае имеет место неосновательное обогащение ответчика в размере 5 654 065 руб. 00 коп. перечисленного истцом, но неотработанного ответчиком аванса. Учитывая, что у суда отсутствуют основания признать, что денежные средства приобретены ответчиком на законных основаниях, то судом было установлено, что 5 654 065 руб. 00 коп. являются неосновательным обогащением и подлежат взысканию в судебном порядке [6].

В цивилистике выделены две модели расторжения договора: ретроактивная, при которой считается, что договор как таковой вообще не существовал, и проспективная, при которой договор расторгается на будущее время.

В Гражданском кодексе РФ (п. 4 ст. 453) была предусмотрена вторая модель расторжения договора, при которой стороны при расторжении договора были не обязаны возвращать друг другу все, то было передано по сделке, за исключением некоторых случаев. Но верно отмечал Р.С. Бевзенко, в судебной

практике очень быстро возникла ситуация, когда норм о перспективном расторжении договора оказалось недостаточно [7].

Первый шаг в данном направлении был сделан, когда в Информационном письме от 11 января 2000 г. № 49 (п. 1), ВАС РФ указал, что возврат неотработанного аванса при расторжении договора может рассматриваться в качестве неосновательного обогащения, тем самым выбрав основание, которое характеризует ретроактивность при расторжении договора [8].

В дальнейшем это положение стало ориентировать суды квалифицировать любой долг, имеющийся по расторгнутому договору, как неосновательное обогащение. Однако такая судебная практика привела к другой крайности, при которой права кредитора по договору существенно нарушались, поскольку на сумму долга не начислялись проценты по кредиту, не применялась неустойка, отпадали залог или поручительство.

В дальнейшем в Информационном письме Президиум Высшего Арбитражного Суда РФ от 21 декабря 2005 г. № 104 «Об обзоре практики применения арбитражными судами норм ГК РФ о некоторых основаниях прекращения обязательств» указал, что договоры расторгаются на будущее, вследствие чего задолженность, накопившаяся к моменту расторжения договора, является договорным долгом [9].

Впоследствии ВАС РФ занимал противоречивую позицию, склоняясь то к модели кондикционного обязательства при расторжении договоров, то к договорной модели.

Окончательная позиция Высшего Арбитражного Суда РФ была сформулирована в Постановлении Пленума ВАС РФ от 6 июня 2014 г. № 35: стороны должны совершать в будущем действия, составляющие главную цель договора (передать вещь, выполнить работу и т.п.), однако, если договор расторгнут, эта обязанность (основная договорная обязанность) в связи с этим прекращается. Право требовать ее исполнения в натуре отпадает. Если эта обязанность была просрочена, то неустойку можно насчитать лишь до момента

прекращения этой обязанности. Нормы о неосновательном обогащении подлежат применению лишь субсидиарно [10].

Таким образом, неосновательное обогащение может иметь место в момент расторжения договора. И может существовать не только в виде непосредственного удержания денежных средств, невыплаченных в качестве встречного предоставления по договору, но и в виде неисполнения любого иного договорного обязательства, при условии, что вторая сторона свои обязательства по договору выполнила. И вполне справедливым является приравнивание подобной ситуации к любым иным, представляющим собой необоснованное удержание или сбережение чужого имущества. Поэтому на основании абз. 2 п. 4 ст. 453 ГК РФ к отношениям сторон, связанным с расторжением договора, могут применяться положения главы 60 ГК РФ, если иное не установлено законом, соглашением сторон и не вытекает из существа соответствующих отношений.

В условиях, когда практика Верховного Суда РФ еще не сформулировала собственных правил, отражающих особенности применения норм о неосновательном обогащении при расторжении договора, следует ориентироваться на обобщенную практику ВАС РФ.

#### Литература

1. Гражданский кодекс Российской Федерации (часть первая) от 30.11.1994 № 51-ФЗ (ред. от 16.12.2019) // Собрание законодательства РФ. 05.12.1994, № 32, ст. 3301.
2. Концепция развития гражданского законодательства РФ // Вестник ВАС РФ. М.: ВАС РФ, Выпуск 11, 2009.
3. Егоров А. В. Ликвидационная стадия обязательства. // Вестник ВАС РФ. М.: ВАС РФ, Выпуск 10, 2011.
4. Новак Д. В. Неосновательное обогащение в гражданском праве. М.: Статут, 2010.

5. Постановление Пленума ВАС РФ от 06.06.2014 № 35 «О последствиях расторжения договора» // СПС КонсультантПлюс.
6. Решение Арбитражного суда г. Москвы решением от 14.08.2018 г. (Дело № А40-136533/2018) // СПС КонсультантПлюс.
7. Бевзенко Р. С. О последствиях расторжения договора: последний Пленум [Электронный ресурс]. URL: [http://www.zakon.ru/blog/2014/07/25/o\\_posledstviyax\\_rastorzheniya\\_dogovora\\_poslednij\\_plenum](http://www.zakon.ru/blog/2014/07/25/o_posledstviyax_rastorzheniya_dogovora_poslednij_plenum) (дата обращения: 24.01.2020).
8. Информационное письмо Президиума ВАС РФ от 11.01.2000 N 49 «Обзор практики рассмотрения споров, связанных с применением норм о неосновательном обогащении» // СПС КонсультантПлюс.
9. Информационное письмо Президиума Высшего Арбитражного Суда РФ от 21 декабря 2005 г. № 104 «Об обзоре практики применения арбитражными судами норм ГК РФ о некоторых основаниях прекращения обязательств» // СПС КонсультантПлюс.
10. Постановление Пленума ВАС РФ от 6 июня 2014 г. № 35 // СПС КонсультантПлюс.

*Krivenkova M.V., candidate of juridical Sciences, assistant professor, Naberezhnye Chelny Institute of Kazan (Volga region) Federal University*

*Gilmutdinova L.I., magister's degree student, Naberezhnye Chelny Institute of Kazan (Volga region) Federal University*

## UNJUSTIFIED ENRICHMENT AT THE TERMINATION OF THE CONTRACT

*Abstract: In accordance with the reform of civil legislation, the Civil code of the Russian Federation has been amended to deal with cases of termination of a contract in which one of the parties that received performance of an obligation under the contract from the other failed to perform its obligation or provided the other party with unequal performance. Currently, the rules on unjust enrichment may apply to such relationships.*

*Keywords: termination of the contract, unjust enrichment, conditional obligation, judicial practice, civil law reform.*

УДК 347.2/.3

*Ющенко Наталья Анатольевна, кандидат юридических наук, доцент. Набережночелнинский институт (филиал) ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет».*

*Гуляев Алексей Дмитриевич, магистрант. Набережночелнинский институт (филиал) ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет». aleksei.gulyaev@mail.ru.*

### САМОВОЛЬНОЕ ИЗМЕНЕНИЕ НЕДВИЖИМОГО ИМУЩЕСТВА В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ (ПЕРЕУСТРОЙСТВО, ПЕРЕПЛАНИРОВКА, РЕКОНСТРУКЦИЯ, СМЕНА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ)

*Аннотация: в статье раскрывается сущность правового регулирования самовольных действий по изменению объектов недвижимого имущества. Авторы уделяют внимание актуальным вопросам, касающимся таких категорий как переустройство, перепланировка, реконструкция, смена функционального назначения помещения. Подчеркнута важность разграничения приведенных в статье дефиниций. Особо отмечаются проблемы изменения параметров помещений и неполнота правового регулирования действий по изменению объектов недвижимости в Российской Федерации.*

*Ключевые слова: самовольные действия; недвижимое имущество; переустройство; перепланировка; реконструкция; смена функционального назначения помещения.*

Применение норм, регулирующих самовольное изменение объектов недвижимого имущества породило множество проблем, основой которых является несовершенство правового регулирования.

Следствием недостатков действующего законодательства является разнородная практика применения правовых норм судами. При указанных обстоятельствах становится весьма затруднительно спрогнозировать исход конкретного дела. Существенно усложняется гражданский оборот. Участники гражданских правоотношений, имеющие намерение осуществить изменение объектов недвижимого имущества, или уже осуществившие самовольное изменение имущества вынуждены прибегать к неправовым средствам разрешения возникших юридических казусов.

Сложность правового регулирования заключается в том, что нормы права, регулирующие самовольное изменение недвижимого имущества находятся в различных законодательных актах. Используется различный понятийный аппарат. Не совпадает семантическое содержание понятий. Единообразное толкование весьма затруднительно.

Самовольными действиями (в контексте изменения объектов недвижимости) являются действия по объективизации волевого процесса, в результате которых происходит изменение объекта недвижимого имущества.

Самовольные действия осуществляются субъектом вопреки разрешительному порядку, установленному законом.

В действующем законодательстве условно можно выделить четыре вида самовольных действий по изменению недвижимого имущества:

- 1) самовольное переустройство;
- 2) самовольная перепланировка;
- 3) самовольная реконструкция;
- 4) самовольная смена функционального назначения помещения.

Рассмотрим основания изменения объектов недвижимости.

Положения о переустройстве нашли свое отражение в Жилищном кодексе Российской Федерации (далее – ЖК РФ, Жилищный кодекс). Легальное определение переустройства закреплено в ч. 1 ст. 25 ЖК РФ. «Переустройство помещения в многоквартирном доме представляет собой установку, замену или перенос инженерных сетей, санитарно-технического, электрического или другого оборудования, требующие внесения изменения в технический паспорт помещения в многоквартирном доме» [1].

Положения о перепланировке закреплены в ч. 2 ст. 25 ЖК РФ. «Перепланировка помещения в многоквартирном доме представляет собой изменение его конфигурации, требующее внесения изменения в технический паспорт помещения в многоквартирном доме» [1].

Положения о реконструкции недвижимого имущества (объектов капитального строительства) включены в ст. 1 Градостроительного кодекса



Российской Федерации (далее – ГрК РФ). «Реконструкция объектов капитального строительства (за исключением линейных объектов) – изменение параметров объекта капитального строительства, его частей (высоты, количества этажей, площади, объема), в том числе надстройка, перестройка, расширение объекта капитального строительства, а также замена и (или) восстановление несущих строительных конструкций объекта капитального строительства, за исключением замены отдельных элементов таких конструкций на аналогичные или иные улучшающие показатели таких конструкций элементы и (или) восстановления указанных элементов» [2].

Положения об изменении функционального назначения помещения отражены в главе 3 ЖК РФ, где закреплены условия перевода жилого помещения в нежилое и наоборот, а также основания для отказа в переводе.

Как видно из приведённых выше понятий, основания изменения объектов недвижимости закреплены в двух кодифицированных актах: Жилищном и Градостроительном кодексах Российской Федерации. В Гражданском кодексе Российской Федерации (далее – ГК РФ) основания изменения объектов недвижимого имущества отсутствуют. В нем также не разъясняется дефиниция «самовольные действия» в отношении вещи, за исключением ст. 222 ГК РФ в которой закреплено положение о самовольной постройке [3].

Самовольная постройка является способом создания объекта недвижимого имущества ранее не существовавшего, и поэтому выходит за круг положений о самовольных действиях, рассматриваемых в настоящей статье.

Из изложенного выше возникает закономерный вопрос. Почему нормы, регулирующие однородную группу гражданско-правовых отношений, по изменению объектов недвижимого имущества, находятся в различных нормативных актах?

На наш взгляд представляется логичным ответ: нормы, регулирующие однородную группу гражданско-правовых отношений, по изменению объектов недвижимого имущества, находятся в различных нормативных актах потому, что в одном случае они связаны с осуществлением гражданами права на жилище и его

безопасность, а в другом с отношениями по территориальному планированию, архитектурно-строительному проектированию, строительству, реконструкции и пр.

Такое разделение представляется логичным, однако имеет ряд существенных недостатков.

Правовое регулирование действий по изменению объектов нежилого назначения, их переустройству и перепланировке, действующим законодательством не предусмотрено в принципе.

Также обстоит дело и с реконструкцией помещения (как части объекта капитального строительства). Применение норм по аналогии закона, в данном случае, как справедливо отмечает в своём труде В.А. Бехтер, вызывает ряд сомнений [4, с. 156].

Рассмотрим подробнее основания изменения недвижимого имущества.

Ввиду необходимости охраны прав и интересов граждан, а также иных лиц законодатель закрепил нормы, регулирующие отношения по переустройству и перепланировке жилых помещений многоквартирного дома в главе 4 ЖК РФ.

Перепланировка жилого помещения в многоквартирном доме предполагает изменение его конфигурации (в пределах существующего объема здания). Дефиниция «перепланировка» в ЖК РФ не совпадает с дефиницией «реконструкция» в ГрК РФ, однако по своему содержанию указанные понятия имеют много общего.

Критерием отнесения проводимых мероприятий к переустройству являются фактические действия, требующие внесения изменений в технический паспорт помещения. Изучая легальное определение «переустройство» становится очевидным, что процедура согласования и утверждения не распространяется на действия собственника, по результатам осуществления которых, отсутствует необходимость внесения изменений в технический паспорт [5].

Актуальным является вопрос о перечне изменений, которые надлежит рассматривать как переустройство жилого помещения в многоквартирном доме. На федеральном уровне такой правовой акт отсутствует. Что касается регионального и муниципального уровней, то нормативные акты, как правило, воспроизводят

содержащиеся в ЖК РФ положения, конкретизируя их лишь в части осуществления административно-правовой процедуры получения согласования муниципального органа и перечня, необходимых для этого документов. Следовательно, практически любое действие в жилом помещении многоквартирного дома в сущности можно считать переустройством. В том числе и при изменении оборудования помещения, не являющегося общедомовым, т.е. оборудования у которого имеется титульный собственник.

Акцентирует на себе внимание и тот факт, что в различных муниципальных образованиях устанавливаются различные процедуры и перечни документов необходимых для согласования переустройства и (или) перепланировки, что в свою очередь вызывает дисбаланс правового регулирования в целом по России. Получается, что гражданам одного региона (населенного пункта) предоставляется больше прав, чем гражданам другого, иначе осуществляется само правовое регулирование.

С технической точки зрения работы по переустройству могут включать в себя установку, перенос или изменение газового оборудования; замену, перенос или установку санитарно-технического, электрического оборудования; внесение изменений в работу системы вентиляции и пр. Юридическая сторона данного вопроса на федеральном уровне до настоящего времени никак не урегулирована. Существует лишь один нормативный акт, в котором приводится весьма ограниченный перечень видов переустройства и перепланировки жилого помещения – «Правила и нормы технической эксплуатации жилищного фонда» [5].

В сложившихся условиях видится необходимость доработки указанного акта, либо разработка взамен него нового, в котором будут учтены и отражены все необходимые положения, касающиеся переустройства и перепланировки.

Сложности вызывает вопрос изменения помещений, находящихся не в многоквартирном, а в индивидуальном жилом доме. В главе 4 ЖК РФ, в редакции 2020 года, закреплено положение именно о многоквартирном жилом доме. Ранее нормы в данной главе распространяли своё действие на жилое помещение без конкретизации объекта. Логика законодателя в этом отношении не ясна. Получается,

что нормы, закрепленные в главе 4 ЖК РФ применительно к объекту, не являющемуся многоквартирным домом, необходимо будет применять по аналогии.

Переустройство и перепланировка нежилых помещений в ЖК РФ и ГрК РФ вообще никак не урегулированы. В ГрК РФ законодателем были закреплены лишь положения о реконструкции, которые можно применить к нежилым помещениям. Здесь вновь возникает вопрос разграничения понятий «переустройство», «перепланировка», «реконструкция». В сложившихся обстоятельствах необходимо констатировать тот факт, что правоприменитель испытывает значительные затруднения при разрешении конкретных дел, речь о которых пойдет ниже.

Условия осуществления реконструкции определяются ГрК РФ. Изучая определение «реконструкция» видится необходимым отметить то обстоятельство, что законодатель не выделяет отдельно объекты жилого и нежилого назначения, а значит, правовое регулирование ГрК РФ должно распространяться на все виды недвижимого имущества независимо от его функционального назначения.

Сущностное значение реконструкции в отличие от переустройства и перепланировки заключается в значительном изменении объекта недвижимого имущества. Прежде всего, это связано с необходимостью обеспечения безопасности помещения в процессе использования.

Необходимо обратить особое внимание на то, что понятие «реконструкция» закрепленное в ГрК РФ включает только объекты капитального строительства (в целом), но не включает понятия отдельного помещения в рамках объекта капитального строительства. Здесь также видится потенциальная проблема применения норм ГрК РФ при разрешении конкретного дела.

Так, например, из определения Верховного Суда Российской Федерации видно, что суды и судьи в целом имеют различное восприятие понятий самовольного изменения объектов недвижимости [7]. Из рассматриваемого спора, касающегося выполнения собственником жилого помещения в многоквартирном доме работ по увеличению объема балкона (нежилого помещения) следует, что имеется связь с нормами, нашедшими отражение в ГрК РФ, а именно с «реконструкцией». Мы приходим к такому выводу, поскольку имело место изменение объема помещения и

границ объекта капитального строительства, однако понятие «реконструкция», как уже говорилось выше, охватывает лишь объекты капитального строительства в целом, не уделяя внимания отдельному помещению. Возможно именно поэтому судом первой инстанции возникшая ситуация была квалифицирована как самовольные переустройство и перепланировка. Подобного мнения придерживался и суд апелляционной инстанции. Мы же исходим из того, что ст. 25 ЖК РФ изменение объема жилого дома в целом не охватывает, а поэтому применять её в подобных случаях необходимо с особенностями, которые действующим законодательством не предусмотрены.

Набережночелнинский городской суд, при схожих обстоятельствах, когда имели место самовольные действия собственника жилого помещения в многоквартирном доме, удовлетворяя требования истца, установил одновременно и самовольную реконструкцию, и самовольную перепланировку объекта недвижимого имущества [8].

Такой подход видится нам более приемлемым. Однако правоприменительный акт является лишь следствием и никак не влияет на сложившееся к настоящему времени законодательное регулирование данного вопроса. Следует принять во внимание разнородность правоприменительной практики в данной области и сделать соответствующий вывод о необходимости внесения изменений в нормативные акты.

При необходимости функциональное назначение помещения может быть изменено. Преобразование назначения помещения достаточно подробно регламентировано в главе 3 ЖК РФ.

Разрешительный порядок преобразования помещения из жилого в нежилое и обратно, установлен с целью защиты прав и свобод собственников смежных помещений.

Несмотря на ограничительный характер разрешительного порядка (по отношению к третьим лицам) его можно воспринимать только положительно. Данное обстоятельство является гарантией защиты прав граждан на жилище и благоприятные условия проживания [9].

Логику такого заключения можно связать с множеством подзаконных актов, регулирующих требования, предъявляемые к жилым помещениям. Среди основных можно выделить требования к уровню шума, инсоляции, воздухообмену, пожаробезопасности, нагрузке на несущие элементы здания. Главенствующим в данном случае является положение об использовании помещения (недвижимости) по прямому назначению.

Принципиальным является то обстоятельство, что, как правило, при смене функционального назначения помещения возникает необходимость его переустройства, перепланировки и (или) реконструкции, поскольку измененное помещение должно отвечать требованиям, предъявляемым к его новому назначению. Использование измененного помещения допустимо только после проведения всех необходимых работ, обеспечивающих соблюдение требований установленных санитарными и техническими (строительными) нормами и правилами.

Затруднительным для собственников недвижимого имущества является именно соблюдение разрешительного порядка, поскольку для каждого вида действия по изменению недвижимости необходимо предоставить разный пакет прилагаемых к заявлению документов. Избежать совершения собственниками самовольных действий по изменению недвижимости, на наш взгляд можно только путем внесения в нормативные акты соответствующих изменений.

Принимая во внимание вышеизложенное можно сделать следующие обобщения. Самовольными следует считать действия, осуществление которых требует получения соответствующих разрешений. Правовая регламентация изменения объектов недвижимого имущества усложняется.

Анализ источников правового регулирования позволяет выявить недостатки правовой регламентации и предложить пути их устранения.

В сложившихся условиях видится необходимость доработки Правил и норм технической эксплуатации жилищного фонда, либо разработка взамен указанных правил нового акта, в котором будут учтены и отражены все необходимые

положения, касающиеся перечня действий, подпадающих под понятия «переустройство» и «перепланировка».

Кроме того, необходимо урегулировать изменение такого объекта недвижимого имущества как «нежилое помещение», поскольку в действующем законодательстве отсутствует положение о его переустройстве и перепланировке, что существенно усложняет практику правоприменения.

Понятие «реконструкция», закрепленное в ГрК РФ нуждается в дополнении положениями об отдельном помещении в составе объекта капитального строительства.

С целью обеспечения равенства прав граждан, а также упрощения отношений по получению согласований и разрешений предлагается унифицировать процедуру по комплексному изменению объекта недвижимого имущества, включающему переустройство, перепланировку, реконструкцию и смену функционального назначения.

#### Литература

1. Жилищный кодекс Российской Федерации от 29 декабря 2004 № 188-ФЗ [в ред. от 27.12.2019] // Собрание законодательства Российской Федерации. – 2005. – № 1 (часть 1). – Ст. 14.
2. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29 декабря 2004 № 190-ФЗ [в ред. от 27.12.2019] // Собрание законодательства Российской Федерации. – 2005. – № 1 (часть 1). – Ст. 16.
3. Гражданский кодекс Российской Федерации (часть первая) от 30 ноября 1994 № 51-ФЗ [в ред. от 16.12.2019] // Собрание законодательства Российской Федерации. – 1994. – № 32. – Ст. 3301.
4. Бехтер В.А. Самовольное создание и (или) изменение объектов недвижимости в Российской Федерации (гражданско-правовой аспект): дис. ... канд. юрид. наук. – Омск., 2016. – С. 156.

5. Макеев П.В. Вопросы переустройства и перепланировки жилых и нежилых помещений в многоквартирных домах // Гражданин и право. – 2018. – № 6. – С. 42-56.
6. Об утверждении Правил и норм технической эксплуатации жилищного фонда: Постановление Госстроя РФ от 27 сентября 2003 г. № 170 [в ред. от 23.10.2003] // Российская газета. – 2003. – № 214.
7. Определение Верховного Суда Российской Федерации от 10 октября 2017 г. по делу № 18-КГ-17-164 [Электронный ресурс] // – Электрон. дан. – Доступ из справ. – правовой системы «Консультант Плюс».
8. Решение Набережночелнинского городского суда г. Набережные Челны Республики Татарстан от 11 ноября 2019 по делу № 2-11218/2019 [Электронный ресурс] // «Государственная автоматизированная система Российской Федерации «Правосудие» интернет-портал». – Электрон. текст. дан. - Режим доступа: // <http://sudrf.ru> (дата обращения 30.01.2020).
9. Конституция Российской Федерации: Принята всенародным голосованием 12 декабря 1993 [в ред. от 21.07.2014] // Собрание законодательства Российской Федерации. – 2014. – № 31. – Ст. 4398.

---

*Yushchenko N.A. candidat of law Sciences, assistant professor, Naberezhnye Chelny Institute of Kazan (Volga region) Federal University.*

*Gulyaev A.D. undergraduate, Naberezhnye Chelny Institute of Kazan (Volga region) Federal University. [aleksei.gulyaev@mail.ru](mailto:aleksei.gulyaev@mail.ru).*

**UNAUTHORIZED ALTERATION OF REAL ESTATE IN THE RUSSIAN  
FEDERATION (ALTERATION, REDEVELOPMENT, RECONSTRUCTION,  
CHANGING THE FUNCTIONAL PURPOSE)**

*Annotation: the article reveals the essence of the legal regulation of unauthorized actions to change real estate. The authors pay attention to topical issues relating to such categories as reconstruction, redevelopment, reconstruction, change of the functional purpose of the room. The importance of distinguishing between the definitions given in the article is emphasized. The problems of changing the parameters of premises and the incompleteness*



*of the right regulation of actions to change real estate in the Russian Federation are especially noted.*

*Key words: unauthorized actions; real estate; alteration; redevelopment; reconstruction; change of functional purpose of the premises.*

УДК 341.9

*Сметанина Э.Ф., магистрант, Набережночелнинский институт (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Казанский (Приволжский) федеральный университет.*

### ПОРЯДОК ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЕРВОНАЧАЛЬНОГО ПРАВООБЛАДАТЕЛЯ ОБЪЕКТОВ ПРОМЫШЛЕННОЙ СОБСТВЕННОСТИ В МЕЖДУНАРОДНОМ ЧАСТНОМ ПРАВЕ

*Аннотация: В статье рассмотрены вопросы определения права, которое должно применяться к установлению первоначального правообладателя объектов промышленной собственности, в трансграничных отношениях. Отмечается, что определение права, регламентирующего порядок установления первоначального правообладателя, является одним из основных вопросов коллизионно-правового регулирования промышленной собственности. Автор подчеркивает, что при выборе такого права действенными и рациональными механизмами коллизионно-правового регулирования представляются расщепление статута, а также реализация детализированных подходов к различным объектам промышленной собственности.*

*Ключевые слова: Коллизионно-правовой метод; правовое регулирование; правообладатель; объект промышленной собственности; дифференцированный подход; интеллектуальная собственность; авторское право.*

Отношения, складывающиеся по поводу авторских и смежных с ними прав, даже на уровне национального законодательства порождают множество проблемных вопросов, а, когда они осложнены иностранным элементом, их регулирование представляет собой сложную систему, включающую в себя не только материальное, но, в первую очередь, коллизионное регулирование. В этом случае, действительно, проблемы на стадии правоприменения, как правило,

порождаются не столько спецификой объекта правового правоотношения, сколько именно наличием в нем иностранного элемента. Особо проблемными представляются правоотношения, складывающиеся с участием в них публичных образований. [1, с. 92]

На данный момент российским законодательством установлена коллизионная привязка в отношении возникновения исключительных прав на такие объекты, как произведения науки, литературы и искусства, в соответствии с которой определение права, подлежащего применению в данной сфере, зависит от места юридического факта, послужившего основанием для их приобретения. Однако данная привязка не способна урегулировать все аспекты, возникающие в сфере авторских и смежных с ними отношений, осложненных иностранным элементом. В частности, актуальным остается вопрос об определении первоначального правообладателя объектов промышленной собственности.

В доктрине гражданского права существует несколько подходов к определению понятия «первоначальный правообладатель». Так, С.И. Крупко под термином «первоначальный правообладатель» обозначает субъекта, который первым де-юре и де-факто получил возможность распоряжаться исключительными правами на результат интеллектуальной деятельности независимо от того, являются такие права производными или первоначальными [2, с. 38]. О.В. Луткова определяет «первоначального правообладателя» иначе, как лицо, которое создало произведение собственным трудом и в силу этого первым получило возможность распоряжаться исключительным правом на него [3, с. 101]. Данный подход является не совсем верным, поскольку автор может и не быть первоначальным правообладателем. Такое возможно в случаях, когда результат интеллектуальной собственности создается в рамках трудовых или договорных отношений.

В положениях Гражданского Кодекса РФ (далее – ГК РФ) о действии исключительных прав на объекты промышленной собственности правило о выборе, применимого к определению первоначального правообладателя права отсутствует. Также такая отсылка отсутствует в ст. 1231 ГК РФ, которая

закрепляет императивную привязку в отношении действия исключительных и иных интеллектуальных прав.

Подход к решению вопроса о первоначальном правообладании в сфере прав на объекты промышленной собственности (когда необходимо установить, кто именно является создателем объекта промышленной собственности и соответственно первоначальным правообладателем) идентичен подходу, применяемому в сфере авторского права. Разница состоит лишь в том, что не на все объекты промышленной собственности устанавливаются личные неимущественные права. Поэтому и вопроса об определении первоначального правообладателя, когда необходимо выбирать между реальным создателем или юридическим лицом, где создатель объекта промышленной собственности осуществляет трудовую деятельность, практически не возникает. Например, личные неимущественные права не возникают на товарные знаки, знаки обслуживания, коммерческое обозначение.

Аналогично цивилистической науке, различные подходы к определению первоначального правообладателя складываются и в актах разных правовых систем. В некоторых странах, например в Германии, Австрии, используется коллизионная привязка «закон государства, где испрашивается защита». Ряд других стран, например США, Франция, оперирует коллизионной привязкой *lex originis* – право страны происхождения. Также встречается подход, в котором используется коллизионная привязка, учитывающая право наиболее тесной связи (например, Канада). [4, с. 112]

Показателен и бельгийский опыт регулирования, где предусмотрен дифференцированный подход к промышленной собственности. Так, в абз. 1 ст. 93 Кодекса международного частного права Бельгии 2004 г. установлено общее правило о том, что интеллектуальная собственность регулируется правом страны, где истребуется охрана. В то же время в абз. 2 ст. 93 закрепляется специальное правило, согласно которому определение первоначального правообладателя объектов промышленной собственности регулируется правом государства, с которым интеллектуальная деятельность наиболее тесно связана. Когда эта

деятельность происходит в контексте договорных отношений, считается, что, если не доказано иное, таким государством является государство, право которого применимо к договорным отношениям

На наш взгляд, использование принципа наиболее тесной связи в определении первоначального правообладателя объекта промышленной собственности не является обоснованным, так как указанный подход не учитывает территориального принципа охраны прав на объекты промышленной собственности, что лишает возможности использования защиты данных объектов нормами национального права страны, где такая защита истребуется.

Видится, что наиболее правильным при определении первоначального правообладателя для авторов и медиакомпаний является использование привязки *lex originis*. Действительно, применение такой привязки в трансграничных отношениях оправданно, так как независимо от страны-места использования объекта промышленной собственности, охрана такого объекта будет производиться по праву страны-места его создания. Но, несмотря на явные преимущества такого подхода, практика применения коллизионных норм свидетельствует о том, что суды используют нормы национального права в области защиты трансграничных отношений, т.е. нормы права страны, в которой такая защита истребуется. [5, с. 144]

Помимо этого, привязка *lex originis* инициирует вопрос о том, какое государство является местом создания объекта промышленной собственности. Здесь, в первую очередь, необходимо обратиться к положениям статьи 5 Бернской конвенции об охране литературных и художественных произведений 1886 г., которая устанавливает правило определения места создания произведения по месту его первоначального опубликования. Однако помимо этого существует подход, в соответствии с которым применяется право страны обычного места жительства автора на момент создания объекта или, если объект был создан в рамках трудовых отношений, право, применимое к самим трудовым отношениям. Также в отношении объектов промышленной собственности, подлежащей регистрации, применимо право страны-места регистрации таких объектов.

Коллизионная привязка «закон государства, где испрашивается защита» - *lex loci protectionis* исключает возникновение таких противоречий.

В отношении коллизионно-правового регулирования объектов промышленной собственности, дифференцированные подходы используются редко. Мировая практика рассмотрения трансграничных споров о первоначальном правообладании применительно к большинству объектов промышленной собственности (подлежащих регистрации) использует схожие подходы, которые можно условно разделить на две группы: первые предлагают применять к определению первоначального правообладателя право страны, где истребуется охрана (Принципы КЛИП, Принципы Васэда, Принципы Трансперанси), вторые - право страны регистрации прав на объекты промышленной собственности (Принципы АЛИ, Принципы КОПИЛА).

В то же время определение первоначального правообладателя объекта промышленной собственности так или иначе связано с процессом создания этого объекта и получения на него соответствующих прав. На наш взгляд, при коллизионно-правовом регулировании рассматриваемого вопроса целесообразно использовать механизм расщепления статута. Так, при решении вопроса о регистрации объекта промышленной собственности, а именно вопроса о том, кто будет подавать соответствующую заявку, решается, по сути, вопрос об определении первоначального правообладателя. [6, с. 22]

Таким образом, право страны первоначальной подачи заявки может рассматриваться в качестве права, наиболее тесно связанного с отношением по определению первоначального правообладателя, поскольку именно по этому праву решается судьба заявки, устанавливается ее приоритет, определяются требования к заявителю и, соответственно, будущему правообладателю и его условно можно считать правом страны происхождения объекта. Однако в случае одновременной подачи заявки в нескольких странах, подачи международной заявки, когда страну подачи первоначальной заявки установить невозможно, применять к установлению первоначального правообладателя целесообразно право каждой страны регистрации. А привлечение к ответственности субъекта

права в случае нарушения порядка подачи соответствующего заявления или злоупотребления предоставленным правом на его подачу должно осуществляться, в том числе, с учетом правового статуса данного субъекта. [7, с. 185]

Что касается нерегистрируемых объектов промышленной собственности, то с учетом отсутствующих формальностей и расширения территории охраны в отношении них может быть использован подход, реализованный в российском законодательстве применительно к объектам авторских прав (п. 3 ст. 1256 ГК РФ).

Таким образом, для определения первоначального правообладателя не подлежащего регистрации объекта промышленной собственности целесообразно применять право страны, на территории которой имел место юридический факт, послуживший основанием для приобретения соответствующих прав.

#### **Список использованной литературы:**

1. Кривенкова М.В. Правовое регулирование внешнеэкономической деятельности государства в области внешней торговли интеллектуальной собственностью // В сборнике: Итоговая научная конференция 2014 года Сборник докладов итоговой научной конференции профессорско-преподавательского состава. Казанский федеральный университет, Набережночелнинский институт. 2014. С. 91-95.
2. Крупко С.И. Коллизионно-правовые аспекты регулирования интеллектуальной собственности / С.И. Крупко // Хозяйство и право. – 2014. – № 11. – 64 с.
3. Луткова О.В. Коллизионное регулирование при определении автора произведения в трансграничных отношениях / О.В. Луткова // Журнал зарубежного законодательства и сравнительного правоведения. – 2017. – № 1. – С. 98-102.

4. Шахназаров Б.А. Коллизионно-правовые подходы к определению первоначального правообладателя объектов промышленной собственности / Б.А. Шахназаров / Российский юридический журнал. – 2019. – № 4 (127). – С. 108-120.

5. Санникова Л.В. Защита прав патентообладателей в медиасфере / Л.В. Санникова // Вестник Пермского университета. Юридические науки. – 2019. – № 43. – С. 121-145.

6. Залесов А.В. Рассмотрение споров палатой по патентным спорам как повторная экспертиза охраноспособности объекта промышленной собственности / А.В. Залесов // Интеллектуальная собственность. Промышленная собственность. – 2017. – № 1. – С. 17-23.

7. Кривенкова М.В. Проблема ответственности государства по национальному законодательству // В сборнике: Наука, технологии и коммуникации в современном обществе Материалы республиканской научно-практической конференции с международным участием, в 2 томах. 2010. С. 185-186.

---

*Smetanina E.F., undergraduate, Naberezhnye Chelny Institute (branch) of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "Kazan (Volga) Federal University.*

#### PROCEDURE FOR DETERMINING THE ORIGINAL RIGHT OWNER OF INDUSTRIAL PROPERTY OBJECTS IN INTERNATIONAL PRIVATE LAW

*Abstract: The article deals with the definition of law, which should be applied to establish the original copyright holder of industrial property in cross-border relations. It is noted that the definition of the law governing the procedure for establishing the original copyright holder is one of the main issues of the conflict of laws regulation of industrial property. The author emphasizes that when choosing such a law, the splitting of the statute, as well as the implementation of detailed approaches to various industrial property objects, appear to be effective and rational mechanisms of conflict of law regulation.*

*Keywords: Conflict of law method; legal regulation; copyright holder; industrial property; differentiated approach; intellectual property; Copyright.*

## **ЭКОНОМИКА, УПРАВЛЕНИЕ И ФИНАНСЫ В УСЛОВИЯХ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ**

УДК 658.5

*Сотников М.И., кандидат технических наук, доцент, Набережночелнинский институт ФГАОУ ВПО «Казанский (Приволжский) федеральный университет».*

### **ФОРМИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СТРУКТУРЫ ГАП**

*Аннотация: В настоящее время актуальной задачей является создание гибких автоматизированных производств, которые способны быстро перестраиваться на выпуск новой продукции и сокращать длительность цикла изготовления продукции. Выделяют три уровня элементов производственной структуры гибких автоматизированных производств: гибкие производственные модули; гибкие автоматизированные линии и гибкие автоматизированные участки; гибкие автоматизированные цеха. Производственная структура гибких автоматизированных производств нацелена на изменение потребностей рынка, что отражает новый клиенто-ориентированный характер производств, и соответствует новым тенденциям формирования совершенной производственной структуры.*

*Ключевые слова: производственная структура; гибкое автоматизированное производство; гибкие производственные модули; гибкие автоматизированные линии; гибкие автоматизированные участки; гибкие автоматизированные цеха.*

### **Введение**

В настоящее время для управления хозяйствующими субъектами требуется решать следующие задачи: систематическое повышение качества продукции, увеличение производительности труда, которое способно учитывать изменение спроса заказчиков, и постоянное обновление ассортимента изготавливаемой продукции. Производственная структура большинства российских предприятий явно не соответствует реальным требованиям.

Актуальность данной темы состоит в том, что независимо от принадлежности предприятия к той или иной отрасли, вопрос о производственной структуре является одним из ключевых в системе управления. Вопрос формирования производственной структуры характеризуется оптимальным уровнем специализации и одновременно должен способствовать эффективному



функционированию хозяйствующего субъекта в современных условиях [1]. Вопрос о выборе и улучшении производственной структуры предприятия должен решаться как при проектировании новых предприятий, так и при реконструкции действующих.

### **Основные сведения о деятельности ГАП**

Как показали проведенные исследования, на развитие производственной структуры предприятия большое влияние оказывает конкуренция, которая требует от предприятий более широкого внедрения современных прогрессивных технологий и передовых форм организации производства. Наиболее перспективным направлением в этом плане является создание гибких автоматизированных производств (ГАП), которые способны быстро перестраиваться на выпуск новой продукции и сокращать длительность цикла изготовления продукции, т.е. обеспечивать высокий уровень производительности труда [2].

Применение ГАП позволяет повысить уровень автоматизации с сохранением гибкости в мелко- и среднесерийном производстве, а также повысить гибкость при сохранении существующего уровня автоматизации в крупносерийном и массовом производстве.

Для ГАП характерно, что подготовка производства, а также все наладочные работы и техническое обслуживание оборудования выполняются в первую (подготовительную) смену в обычном режиме, а во вторую и в третью смены обработка деталей происходит в автоматическом режиме при минимальном участии людей (по «безлюдной технологии»).

В настоящее время в мире насчитывается более 1000 ГАП (в основном в промышленно развитых странах: Япония, США и Германия). Гибкие производства наиболее широко используются в следующих областях [3]:

- при механической обработке (71%);
- при сварочном производстве (12%);
- при обработке давлением (7%);
- при окраске деталей (5%);

- при сборке изделий (5%).

Анализ применения ГАП в механообработке показал, что по сравнению с традиционным оборудованием (автоматические линии и универсальное оборудование) гибкое производство имеет следующие преимущества [4]:

1. Сокращение объемов незавершенного производства в 2 – 2,5 раза;  
2. Повышение коэффициента загрузки оборудования до 0,8 – 0,9;  
3. Повышение мобильности производства (за счет сокращения сроков освоения новой продукции; возможности обеспечения быстрой приспособляемости производства при изменении изготавливаемых деталей; сокращения времени подготовки производства в среднем на 50%; уменьшения наименований и количества необходимого инструмента; сокращения времени установки заготовок на станке и т.д.);

4. Повышение производительности труда (за счет сокращения времени цикла обработки каждой детали; обеспечения длительной работы без присутствия человека или при ограниченном количестве операторов; повышения коэффициента сменности);

5. Повышение качества продукции (за счет увеличения надежности управления станками; обеспечения стабильности качества продукции; сокращения времени сборки изделий; снижения брака в 4-5 раз и затрат на его ликвидацию; автоматизации контроля размеров обрабатываемых деталей непосредственно на станке);

6. Снижение затрат на производство (за счет роста производительности труда; сокращения сроков технической подготовки и времени вспомогательных работ; сокращения расходов на содержание производственных и вспомогательных площадей; снижения срока окупаемости автоматизированных производств).

### **Метод формирования структуры ГАП**

Эффективность и конкурентоспособность изготавливаемой продукции во многом зависят от производственной структуры ГАП.

Под производственной структурой ГАП следует понимать комплекс обособленных структурных подразделений предприятия (рабочих мест, участков, цехов), необходимых для осуществления производственного процесса по изготовлению продукции.

В основу организации ГАП заложена предметная производственная структура, которая предполагает применение различного технологического оборудования для выполнения разных технологических операций.

К основным направлениям формирования производственной структуры ГАП следует отнести:

- 1) выбор оптимального уровня специализации;
- 2) построение производственных систем по поддетально-групповому принципу;
- 3) укрупнение производственных систем, позволяющее внедрять более производительную технику;
- 4) развитие технологической кооперации и др.

Одним из способов решения проблемы формирования производственной структуры ГАП формирование оптимального уровня специализации объектов производства.

На практике выделяют три уровня элементов производственной структуры ГАП:

- гибкие производственные модули (ГПМ);
- гибкие автоматизированные линии (ГАЛ), гибкие автоматизированные участки (ГАУ);
- гибкие автоматизированные цеха (ГАЦ).

ГАП – это производственная единица (ГПМ, ГАЛ, ГАУ, ГАЦ), снабженная средствами и системами, обеспечивающими функционирование оборудования в автоматическом режиме (на основе «безлюдной технологии»), и обладающая свойством быстрой переналадки оборудования при переходе на производство новых изделий в пределах заданной номенклатуры.

Рассмотрим уровни формирования производственной структуры ГАП:

## 1. Уровень ГПМ.

ГПМ (гибкий производственный модуль) - это ГАП, состоящее из единицы технологического оборудования, оснащенного устройством ЧПУ и средствами автоматизации технологического процесса.

ГПМ представляет собой совокупность технологического оборудования, оснащенное устройством ЧПУ, и взаимосвязанных дополнительных технических средств, осуществляющих формообразование деталей в автоматическом режиме:

- автоматизированные устройства загрузки/разгрузки деталей;
- автоматизированные устройства накопления и смены инструментов;
- автоматизированные устройства диагностики оборудования, инструментов и контроля деталей;
- автоматизированные устройства подачи СОЖ и удаления стружки.

Обязательным требованием к ГПМ является возможность их встраивания в ГАЛ (ГАУ). Для этого ГПМ создают на основе модульного принципа. Поэтому ГПМ должен иметь стандартные сопрягающие устройства для стыковки с автоматическими транспортно-накопительными системами (АТНС) и с центральной ЭВМ.

## 2. Уровень ГАЛ, ГАУ.

Совокупность ГПМ, на которых выполняются различные технологические операции, составляет гибкую автоматизированную линию (ГАЛ) или гибкий автоматизированный участок (ГАУ).

ГАЛ – это ГАП, состоящее из нескольких ГПМ, объединенных между собой средствами межоперационного транспортирования и автоматизированной системой управления, в котором технологическое оборудование расположено в принятой последовательности технологических операций.

На ГАЛ можно изготавливать широкую номенклатуру деталей, близких по массогабаритным характеристикам. Транспортная система ГАЛ перемещает изготавливаемые изделия в принятой последовательности технологических операций. Гибкость производства обеспечивается за счет применения станков с ЧПУ, смены на последних отдельных агрегатов, узлов и многошпиндельных

головок, поворота изготавливаемой детали на необходимый угол, пропуска отдельных операций и др.

ГАУ – это ГАП, состоящее из нескольких ГПМ, объединенных автоматизированной системой управления, в которой средства межоперационного транспортирования обеспечивают свободу адресации материальных потоков и, следовательно, изменения последовательности использования технологического оборудования.

ГАУ в отличие от ГАЛ позволяет изменять последовательность технологических операций, благодаря чему достигается максимальная загрузка технологического оборудования.

В состав ГАЛ и ГАУ могут дополнительно входить отдельно функционирующее технологическое оборудование, не связанное с остальной системой управления или общей транспортной системой.

Производственная структура ГАП на уровне ГАЛ, ГАУ представлена на рисунке 1.



Рисунок 1 – Производственная структура ГАЛ, ГАУ

АТНС представляет собой совокупность транспортных и накопительных устройств, осуществляющих межоперационное хранение и доставку заготовок, приспособлений, готовых деталей к основному технологическому оборудованию и автоматизированному складу.

АСИО представляет собой совокупность устройств, осуществляющих оперативную подготовку и хранение инструментов и инструментальной оснастки,

а также контроль, учет и доставку их к основному технологическому оборудованию.

АКИС представляет собой совокупность устройств, осуществляющих контроль технических средств и деталей; диагностику работоспособности автоматизированного оборудования, входящего в состав ГАП.

АСУ представляет собой комплекс аппаратных и программных средств, а также персонала, предназначенных для управления различными процессами в рамках производственного процесса изготовления продукции.

### 3. Уровень ГАЦ.

Несколько производственных участков (ГАЛ, ГАУ) объединяются в гибкие автоматизированные цеха (ГАЦ).

ГАЦ – это ГАП, представляющее собой совокупность ГАЛ и (или) ГАУ, предназначенных для изготовления изделий заданной номенклатуры.

В состав ГАЦ могут также входить отдельно функционирующие ГПМ и другое технологическое оборудование.

На уровне цеха ГАП включает в себя автоматизированные участки, автоматизированную систему управления и обеспечения производства, автоматизированные участки технологической подготовки производства, автоматизированные участки комплектования, складирования, транспортирования, системы технического обеспечения и удаления отходов.

В зависимости от уровня формирования производственной структуры ГАП эффективность использования технологического оборудования (по сравнению с производственной структурой на базе универсального оборудования) повышается [3]:

1. На уровне ГПМ ~ в 3 раза;
2. На уровне ГАЛ, ГАУ ~ в 8 раз;
3. На уровне ГАЦ ~ в 10 раз.

### **Заключение**

Таким образом, одной из современных тенденций совершенствования производственной структуры в настоящее время является формирование

производственной структуры гибких автоматизированных производств. Производственная структура ГАП нацелена на изменяющиеся потребности рынка, что соответствует новым тенденциям формирования совершенной производственной структуры, и отражает новый клиенто-ориентированный характер производства. Предложенный при этом метод формирования производственной структуры ГАП позволяет определить специфику производственного процесса с различной степенью его детализации.

### Литература

1. Малюк В.И. Проектирование структур производственного предприятия. СПб.: / Издательский дом «Бизнес-пресса», 2005. – 320 с.
2. Бухалков М.И. Производственный менеджмент: организация производства [Электронный ресурс]: учебник / М.И. Бухалков. - 2-е изд. - Москва: ИНФРА-М, 2018. - 395 с. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/949884> (дата обращения 07.02.2020).
3. Виноградов, В. М. Технологические процессы автоматизированных производств [Электронный ресурс]: учебник для студентов высших учебных заведений / В.М. Виноградов, А.А. Черепяхин, В.В. Клепиков. - Москва : КУРС : ИНФРА-М, 2017. - 272 с. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/553790> (дата обращения 07.02.2020).
4. Лебедев В.М. и др. Технологические основы автоматизированного производства [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Ю.П. Анкудимов, В.М. Лебедев, А.А. Тихонов, И.В. Садовая. — Москва : ИНФРА-М, 2019. — 207 с. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1021097> (дата обращения 07.02.2020).

---

*Sotnikov M.I. candidate of technic Sciences, assistant professor, Naberezhnye Chelny Institute of Kazan (Volga region) Federal University*

FORMATION OF PRODUCTION STRUCTURE OF FLEXIBLE AUTOMATED PRODUCTION

*Abstract: At present, actual task is to create flexible automated production facilities that are able to quickly adjust to the production of new products and reduce the duration of the production cycle. There are three levels of production structure elements of flexible automated productions: flexible production modules; flexible automated lines and flexible automated areas; flexible automated workshops. The production structure of flexible automated productions is aimed at changing the needs of the market, which reflects the new client-oriented character of production, and comply with new trends in the formation of a perfect production structure.*

*Keywords: production structure; flexible automated manufacturing; flexible production modules; flexible automated lines; flexible automated areas; flexible automated workshops.*