

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
им. В.Г. ШУХОВА

**Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова**

**Главный редактор:** д-р техн. наук, проф. Е.И. Евтушенко  
**Зам. главного редактора:** канд. техн. наук, доц. Н.И. Алфимова

**НАУЧНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ**  
**ВЕСТНИК**  
**БГТУ им. В.Г. ШУХОВА**

**№ 4, 2012 год**

**Редакционная коллегия по основным направлениям работы журнала:**

д-р техн. наук, проф. Ю.М. Баженов, д-р техн. наук, проф. В.М. Бондаренко,  
д-р техн. наук, проф. В.С. Богданов, д-р техн. наук, проф. И.Н. Борисов,  
д-р экон. наук, проф. Ю.А. Дорошенко, д-р техн. наук, проф. В.С. Лесовик,  
д-р техн. наук, проф. М.Н. Нестеров, д-р техн. наук, проф. В.И. Павленко,  
д-р техн. наук, проф. Ю.Е. Пивинский, д-р техн. наук, проф. А.А. Погонин,  
д-р техн. наук, проф. В.Г. Рубанов, д-р экон. наук, проф. Е.Н. Чижова,  
канд. техн. наук, проф. Н.Г. Горшкова, канд. соц. наук, проф. В.Ш. Гузаиров,  
канд. техн. наук, проф. И.А. Дегтев, канд. техн. наук, проф. В.М. Поляков

Научно-теоретический журнал «Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова» включен в перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата и доктора наук.

© Белгородский государственный  
технологический университет  
(БГТУ) им. В.Г. Шухова, 2012

## СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

<b>Клочков А. В., Беленцов Ю. А., Строкова В. В., Павленко Н. В., Бабаев В. Б.</b> ОСОБЕННОСТИ СОЗДАНИЯ СТЕНОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ С УЧЕТОМ ВЛИЯНИЯ ДЕФОРМАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК КЛАДОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ	7
<b>Буравчук Н. И., Кондюрин А. М., Гурьянова О. В.</b> МЕЛКОЗЕРНИСТЫЙ БЕТОН НА ОСНОВЕ ВТОРИЧНЫХ ПРОДУКТОВ СЖИГАНИЯ УГЛЯ	11
<b>Ильинская Г. Г., Лесовик В. С., Загороднюк Л. Х., Коломацкий А. С.</b> СУХИЕ СМЕСИ ДЛЯ ОТДЕЛОЧНЫХ РАБОТ НА КОМПОЗИЦИОННЫХ ВЯЖУЩИХ	15
<b>Байдин О. В.</b> К ВОПРОСУ ОБ ОБРАЗОВАНИИ ТРЕЩИН В ЖЕЛЕЗОБЕТОНЕ ПОВРЕЖДЕННОМ КОРРОЗИЕЙ	20
<b>Меркулов С. И., Меркулов Д. С., Стародубцев С. В., Логачев К. И.</b> К ВЫБОРУ РАСЧЕТНОЙ МОДЕЛИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОГО СОСТАВНОГО ЭЛЕМЕНТА ТАВРОВОЙ ФОРМЫ ПРИ ИЗГИБЕ С КРУЧЕНИЕМ	25
<b>Юрьев А. Г., Калачук Т. Г., Павленко В. И., Панченко Л. А., Рубанов В. Г.</b> ТОНКИЕ ПОДПОРНЫЕ СТЕНКИ ИЗ СТЕКЛОФИБРОБЕТОНА	28
<b>Романенко И. И., Пинт Э. М., Романенко М. И.</b> ДЕФОРМАЦИИ ЦЕМЕНТНОГО КАМНЯ ПРИВОДЯЩИЕ К ОБРАЗОВАНИЮ ПОВЕРХНОСТНЫХ ТРЕЩИН	32
<b>Трунов П. В., Алфимова Н. И., Вишневская Я. Ю., Евтушенко Е. И.</b> ВЛИЯНИЕ СПОСОБА ПОМОЛА НА ЭНЕРГОЕМКОСТЬ ИЗГОТОВЛЕНИЯ И КАЧЕСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОМПОЗИЦИОННЫХ ВЯЖУЩИХ	37
<b>Королев Е. В., Тарасов Р. В., Макарова Л. В., Самошин А. П., Иноземцев С. С.</b> ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА СПОСОБА НАНОМОДИФИЦИРОВАНИЯ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ	40
<b>Рассоха А. Н.</b> МОДИФИЦИРОВАННЫЕ ФУРАНО-ЭПОКСИДНЫЕ ПОЛИМЕРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ СТРОИТЕЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ	44
<b>Макаренков Д. А., Назаров В. И.</b> РАЗРАБОТКА ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ БЕЗОБЖИГОВОГО СИЛИКАТНОГО ГРАВИЯ ИЗ ЗОЛОШЛАКОВЫХ И КРЕМНЕЗЕМИСТЫХ ОТХОДОВ МЕТОДАМИ КОМПАКТИРОВАНИЯ И ПРОКАТКИ НА РОТОРНЫХ ГРАНУЛЯТОРАХ	48
<b>Шкарин А. В., Загороднюк Л. Х., Щекина А. Ю., Лугинана И. Г.</b> ПОЛУЧЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ ВЯЖУЩИХ В РАЗЛИЧНЫХ ПОМОЛЬНЫХ АГРЕГАТАХ	53
<b>Бабаев В. Б., Строкова В. В., Нелюбова В. В.</b> БАЗАЛЬТОВОЕ ВОЛОКНО КАК КОМПОНЕНТ ДЛЯ МИКРОАРМИРОВАНИЯ ЦЕМЕНТНЫХ КОМПОЗИТОВ	58
<b>Лесовик В. С., Мосьпан А. В., Беленцов Ю. А., Ряпухин Н. В.</b> СИЛИКАТНЫЕ ИЗДЕЛИЯ НА ГРАНУЛИРОВАННЫХ ЗАПОЛНИТЕЛЯХ ДЛЯ СЕЙСМОСТОЙКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА	62
<b>Тамазов М. В., Довженко И. Г., Кондюрин А. М.</b> БЕЗОБЖИГОВОЕ ДЕКОРАТИВНОЕ ВЯЖУЩЕЕ НА ОСНОВЕ СТАЛЕПЛАВИЛЬНОГО ШЛАКА И ЗОЛОШЛАКА ГРЭС	66
<b>Байдин О. В., Царева А. В., Иванов А., Бондаренко В. М.</b> К РАСЧЕТУ СОПРОТИВЛЕНИЯ ДЕФОРМИРОВАНИЮ ПОВРЕЖДЕННОГО КОРРОЗИЕЙ ЖЕЛЕЗОБЕТОНА	70
<b>Нужный С. Н.</b> ШАРНИРНАЯ РАМНАЯ КОНСТРУКЦИЯ С Х-ОБРАЗНЫМИ ОПОРАМИ	74
<b>Першина И. Л.</b> СИСТЕМАТИЗАЦИЯ КОНЦЕПЦИЙ ФИЛОСОФИИ АРХИТЕКТУРНОЙ ФОРМЫ	76
<b>Клюев С. В.,</b> К ВОПРОСУ ПРИМЕНЕНИЯ НЕСКОЛЬКИХ ВИДОВ ФИБР ДЛЯ ДИСПЕРСНО-АРМИРОВАННЫХ БЕТОНОВ	81

## МЕХАНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И МАШИНОСТРОЕНИЕ

<b>Романенко В. С., Богданов В. С.</b> ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСИЛИЯ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ В ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ВАЛКОВОЙ МЕЛЬНИЦЕ С УЧЕТОМ ПРОЧНОСТИ МАТЕРИАЛА	84
<b>Горшков П. С., Воронов В. П., Несмеянов Н. П.</b> МЕТОДИКА РАСЧЕТА ПРОДОЛЬНОЙ СКОРОСТИ ЦИРКУЛЯЦИИ СЫПУЧЕГО МАТЕРИАЛА В СПИРАЛЬНО-ЛОПАСТНОМ СМЕСИТЕЛЕ	88
<b>Бажанова О. И., Богданов В. С., Шаптала В. Г.</b> МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНО-ВЛАЖНОСТНОГО РЕЖИМА ЦЕМЕНТНОЙ МЕЛЬНИЦЫ	91
<b>Шрубченко И. В., Черняев А. С., Мурыгина Л. В.</b> НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ РЕКОНСТРУКЦИИ БАНДАЖЕЙ ВРАЩАЮЩИХСЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ БАРАБАНОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОБИЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ	96
<b>Богданов В. С., Гаврунов А. Ю., Шаптала В. Г.</b> КИНЕМАТИКА ДВИЖЕНИЯ ЗАГРУЗКИ В ВИБРОВРАЩАТЕЛЬНОЙ МЕЛЬНИЦЕ	100

## ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЯМИ

<b>Шипицын А. В.</b> ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ПРОЦЕССА РИСК-МЕНЕДЖМЕНТА	103
<b>Слабинская И. А., Ровенских В. А.</b> ОТРАЖЕНИЕ ЗАТРАТ НА МОДЕРНИЗАЦИЮ ОСНОВНЫХ СРЕДСТВ В БУХГАЛТЕРСКОМ УЧЕТЕ	108
<b>Алехина Е. С.</b> СУЩНОСТЬ И РОЛЬ СОЦИАЛЬНОГО СТРАХОВАНИЯ В СИСТЕМЕ СОЦИАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ НАСЕЛЕНИЯ РОССИИ	111
<b>Резниченко А. А.</b> ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА НАПРАВЛЕНИЯ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ	116
<b>Курило О. А.</b> ЭКОНОМИКО-ПРАВОВЫЕ ОСНОВЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РЕГИОНОМ С 2003 ПО 2005 ГГ (НА ПРИМЕРЕ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ)	119
<b>Яблонская А. Е.</b> РОЛЬ ДОЛГОСРОЧНОГО БАНКОВСКОГО КРЕДИТОВАНИЯ ДЛЯ РАЗВИТИЯ РЕАЛЬНОГО СЕКТОРА ЭКОНОМИКИ РОССИИ	123
<b>Абакумов Р. Г.</b> МЕТОДИЧЕСКИЙ ИНСТРУМЕНТАРИЙ ЭКОНОМИЧЕСКОГО ОБОСНОВАНИЯ ВЫБОРА МЕТОДА ВОСПРОИЗВОДСТВА ОСНОВНЫХ СРЕДСТВ ОРГАНИЗАЦИИ	126
<b>Рудычев А. А., Гетманцев А. А.</b> ПРОБЛЕМЫ ОЦЕНКИ ИННОВАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ	131
<b>Баскакова А. А.</b> ОЦЕНКА ЛОГИСТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА РЕГИОНОВ НА ПРИМЕРЕ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА	133
<b>Селиверстов Ю. И.</b> ВОЗМОЖНОСТИ И ОГРАНИЧЕНИЯ ОЦЕНКИ ПАТЕНТОВ МЕТОДОМ ОСВОБОЖДЕНИЯ ОТ РОЯЛТИ	138
<b>Жучкова Е. В., Слабинская И. А.,</b> ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ АСПЕКТЫ СОЗДАНИЯ СЛУЖБЫ ВНУТРЕННЕГО АУДИТА В ДИСТРИБЬЮТОРСКИХ ОРГАНИЗАЦИЯХ	141

## ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

<b>Рыбакова М. В., Барбаныгрэ В. Д., Везенцев А. И.</b> ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОСТАВА ЦЕМЕНТНОГО КАМНЯ ПО ДАННЫМ ЭНЕРГОДИСПЕРСИОННОГО АНАЛИЗА	145
<b>Чичварин А. В., Игуменова Т. И., Гудков М. А.</b> ОСОБЕННОСТИ ТЕПЛООВОГО СТАРЕНИЯ СТИРОЛЬНОГО КАУЧУКА СКС 30 АРК ПОД ВЛИЯНИЕМ СМЕСИ ФУЛЛЕРЕНОВ ГРУППЫ C <sub>50</sub> -C <sub>92</sub>	149
<b>Кутычкин Б. К., Прозоров В. В., Павленко В. И., Слепоконь Ю. И.</b> ВЛИЯНИЕ СПОСОБА ОБРАБОТКИ НА ЗАЩИТНЫЕ СВОЙСТВА ОКСИДНЫХ ПОКРЫТИЙ	152
<b>Лебедев Л. Л.</b> РАЗРАБОТКА ВОДНО-ХИМИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ ЗАЩИТЫ ОТ КОРРОЗИИ ПРОМКОНТУРОВ ТЕПЛОСЕТЕЙ	154
<b>Шаповалов Н. А., Ломаченко В. А., Ломаченко Д. В., Яшуркаева Л. И., Гребенюк А. А.</b> ВЛИЯНИЕ СБ-3 И КОМПЛЕКСНЫХ ДОБАВОК НА АГРЕГАТИВНУЮ И СЕДИМЕНТАЦИОННУЮ УСТОЙЧИВОСТЬ ЦЕМЕНТНЫХ СУСПЕНЗИЙ	156

## ЭКОЛОГИЯ

<b>Ветрова Ю. В., Васюткина Д. И., Радоуцкий В. Ю.</b> МОДЕЛИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ В ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ	159
<b>Калитина Е. Г., Елиусизова А. Б.</b> ВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ СРЕДЫ И ДЛИТЕЛЬНОГО ХРАНЕНИЯ ШТАММОВ НА СИНТЕЗ ГИДРОЛИТИЧЕСКИХ ФЕРМЕНТОВ МИКРООРГАНИЗМАМИ, ИЗОЛИРОВАННЫМИ ИЗ БУХТЫ ЗОЛОТОЙ РОГ Г. ВЛАДИВОСТОКА	163
<b>Аверкова О. А.</b> МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЯЗКИХ ОТРЫВНЫХ ТЕЧЕНИЙ НА ВХОДЕ ВО ВСАСЫВАЮЩИЕ КАНАЛЫ	166
<b>Свергузова С. В., Тарасова Г. И., Малахатка Ю. Н.</b> О ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПЫЛИ ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ	169
<b>Пендюрин Е. А., Смоленская Л. М., Старостина И. В., Рыбина С. Ю.</b> ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ТЕХНОГЕННО-НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ ТЕРРИТОРИИ ПОЛИГОНА ТБО Г. БЕЛГОРОДА	173
<b>Порожнюк Л. А., Василенко Т. А., Порожнюк Е. В.</b> РОЛЬ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО АУДИТА В ОБРАЩЕНИИ С ОТХОДАМИ В БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ	177
<b>Брюхань А. Ф.</b> ИДЕНТИФИКАЦИЯ ЗОН ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ЛАНДШАФТОВ ВЫБРОСАМИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ПО ДАННЫМ СПУТНИКОВЫХ СНИМКОВ СНЕЖНОГО ПОКРОВА	181
<b>Федосеев Н. И.</b> ВЛИЯНИЕ ОПАСНЫХ И ВРЕДНЫХ ФАКТОРОВ НА КАЧЕСТВО ВОЗДУХА РАБОЧЕЙ ЗОНЫ ПРИ ОБРАБОТКЕ МЕТАЛЛОВ РЕЗАНИЕМ	185

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

<b>Шапгала В. Г., Радоуцкий В. Ю., Шапгала В. В.</b> СИСТЕМЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ ОРГАНАМИ УПРАВЛЕНИЯ ВУЗА	188
<b>Белоусов А. В., Кошлич Ю. А., Быстров А. Б.</b> ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ СТАТИСТИЧЕСКИХ И ДЕТЕРМИНИРОВАННЫХ МЕТОДОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ В СИСТЕМАХ МОНИТОРИНГА ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ	192

## ТРАНСПОРТ И ЭНЕРГЕТИКА

<b>Богданович С. В., Жардемев Б. Б.</b> К ВОПРОСУ ОПЕРАТИВНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ СХЕМЫ И ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ МАРШРУТА ПАССАЖИРСКИХ ПОЕЗДОВ	197
<b>Стоцкий В. В.</b> ПОСТРОЕНИЕ СИСТЕМ УЧЕТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ МОДУЛЬНОГО (БЛОЧНОГО) ТИПА	201

## ПРОБЛЕМЫ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ

<b>Николаенко Д. А.</b> ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ РОССИЙСКОГО РЫНКА ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УСЛУГ	204
<b>Реутов Н. Н., Битюцкий К. Б.</b> КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ ВЫПУСКНИКОВ ТЕХНИЧЕСКИХ ВУЗОВ НА РЫНКЕ ТРУДА: ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ АСПЕКТЫ	206
<b>Крикунов Е. О.</b> КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЛЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ ПО БИБЛИОТЕЧНО-ИНФОРМАЦИОННЫМ ДИСЦИПЛИНАМ	209
<b>Мирошникова В. Н., Северин Н. Н.</b> ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ В ВУЗАХ ГПС МЧС РОССИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ ПО ДИСЦИПЛИНАМ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ЦИКЛА	212

## ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

<b>Полуянов В. П.</b> МНОГОМЕРНОСТЬ БЫТИЯ И ПОЗНАНИЕ ИНТЕРВАЛИЗАЦИИ ИСТИНЫ	217
<b>Шаповалова Т. А., Шевченко М. В.</b> АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ СТРАХОВОГО РЫНКА БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ	221
<b>Богатырева Е. В.</b> ПУТИ И ВОЗМОЖНОСТИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ НЕОТОМИЗМА С СОВРЕМЕННЫМ МИРОМ	224
<b>Борисов С. Н., Римский А. В.</b> ЭКСТРЕМИЗМ: ЛОКАЛИЗАЦИИ СМЫСЛОВ	228
<b>Курганская Л. М.</b> СЕМЕЙНОЕ ЧТЕНИЕ: ТРАДИЦИИ И СОВРЕМЕННОСТЬ	232
<b>Исаев И. К.</b> МЕРА ДВИЖЕНИЯ	235
<b>Пронькин А. В.</b> АБСТРАКЦИОНИЗМ В ИЗОБРАЗИТЕЛЬНОМ ИСКУССТВЕ, ЕГО ЭВОЛЮЦИЯ И ВЛИЯНИЕ НА КУЛЬТУРУ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА	238
<b>НАШИ АВТОРЫ</b>	242

# СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

Клочков А. В., аспирант,  
Строкова В. В., д-р техн. наук, проф.,  
Павленко Н. В., канд. техн. наук, инж.,

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

## ОСОБЕННОСТИ СОЗДАНИЯ СТЕНОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ С УЧЕТОМ ВЛИЯНИЯ ДЕФОРМАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК КЛАДОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ\*

IPklochkov@gmail.com

Изучены деформационные характеристики растворов с использованием различного количества алумосиликатных микросфер и особенностей влияния этих характеристик на прочностные показатели стеновой конструкции, выявлена зависимость снижения теплопроводности от процентного соотношения песок-микросферы, что позволило судить о пригодности использования микросфер, как теплоизоляционного компонента растворной смеси.

**Ключевые слова:** алумосиликатные микросферы, кладочный раствор, растворный шов, деформационные характеристики, прочность стеновой конструкции.

Возведение стеновых конструкций, обладающих высокими прочностными и теплоизоляционными характеристиками, является важным аспектом при строительстве современных зданий и сооружений. Стеновую конструкцию стоит рассматривать как композиционный материал, состоящий из кладочных элементов и раствора, прочностные и деформационные характеристики которых зачастую не соответствуют [1–3].

В связи с этим актуальным является проектирование составов и подбор кладочных растворов с учетом основных технико-эксплуатационных характеристик стенового материала. Одним из наиболее важных аспектов является сохранение и максимальное использование запаса прочности стенового материала при совместной работе с кладочным раствором, при использовании теплоизоляционных строительных блоков применение раствора с соответствующими характеристиками по теплопроводности.

При применении кладочных растворов традиционного цементно-песчаного состава, общая теплоизоляция здания снижается на 30 %, в сравнении с монолитной конструкцией стены, что обусловлено формированием участков, на которых из-за нарушения непрерывности теплоизоляционной оболочки происходит повышенная теплоотдача [4–6], так называемые "мостики холода". В условиях ужесточения требований к теплозащите, отдельные "мостики холода" оказывают большое влияние на теплотехнические параметры фасада здания. Перспективный путь решения этой проблемы – применение теплоизоляционных кладочных растворов.

При разработке кладочных смесей, имеющих теплоизоляционное назначение в основном используются высокопористые сыпучие материалы с низкой насыпной плотностью [7]. Одним из применимых легких заполнителей являются полые микросферы. Растворы с их применением обладают высокими показателями временного сопротивления разрушению, при сравнительно низких показателях теплопроводности [7–11]. Полые микросферы представляют собой сферические частицы диаметром до 0,5 мм наполненные газом, с насыпной плотностью не более 500 кг/м<sup>3</sup>. Введение микросфер в кладочный раствор позволяет улучшить его теплоизоляционные характеристики, и тем самым снизить теплопотери стеновой конструкции. Однако, замена песчаной составляющей на алумосиликатные микросферы не всегда является целесообразной. Анализ исследований динамики изменения теплопроводности раствора при варьировании количества микросфер позволяет осуществлять подбор растворов, с учетом тепло-физических характеристик стенового материала (рис. 1).

При подборе теплоизоляционного кладочного раствора необходимо сопоставлять теплопроводность стенового камня и кладочного раствора, для обеспечения однородной теплопередачи через стеновую конструкцию (табл. 1).

При строительстве зданий, отвечающих современным требованиям, в качестве теплоизоляционно-конструкционных стеновых материалов применимы газосиликатные, пенобетонные и керамзитобетонные блоки.

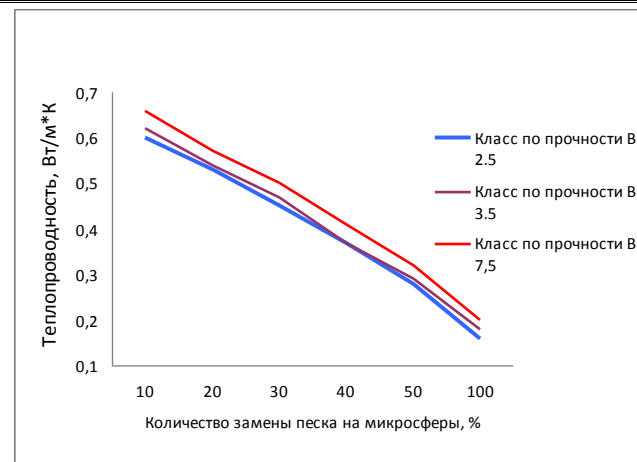


Рис. 1. Зависимость изменения теплопроводности от класса по прочности и дозировки микросфер

Таблица 1  
Теплопроводность теплоизоляционных стеновых материалов различного класса по прочности

Тип стенового материала	Теплопроводность, Вт/м·К		
	Класс по прочности при сжатии В 2,5	Класс по прочности при сжатии В 3,5	Класс по прочности при сжатии В 7,5
Пенобетон	0,16	0,17	0,35
Газосиликат	0,14	0,15	-
Керамзитобетон	-	-	0,33

Из приведенных данных видно, что при использовании в качестве стенового материала пенобетона или газосиликата актуально применение кладочного раствора с полной заменой песка легким заполнителем. При применении керамзитобетонных блоков рационально использовать раствор с заменой 50 % песка микросферами, что обеспечивает монолитность конструкции, снижает теплопотери при эксплуатации зданий.

Путь повышения прочности стеновой конструкции, за счет использования качественных кладочных растворов и формирования бездефектных растворных швов является наиболее перспективным.

При рассмотрении стеновой конструкции можно выделить три основных аспекта, оказывающих наибольшее влияние на прочность стены: прочностные характеристики штучных стеновых материалов, кладочного раствора и контактного слоя раствора с основным материалом. В большинстве случаев применение теплоизоляционных кладочных растворов не обеспечивает требуемый запас прочности. Степень влияния

прочностных характеристик растворной составляющей стеновой конструкции, напрямую зависит от адгезии раствора к поверхности основного материала и разности модулей деформаций стенового материала и используемого раствора.

Общая деформация кладки значительно больше деформаций камня и раствора, испытываемых отдельно [1, 3, 5]. Для решения данной проблемы необходимо осуществлять подбор состава кладочного раствора, путем дифференцирования показателей модуля деформаций, что позволит максимально использовать прочность материалов при совместной работе в одном направлении. При анализе деформационных характеристик традиционных кладочных растворов и строительных материалов, применимых при возведении стеновых конструкций, наблюдается несоответствие. Модуль деформации цементно-песчаного раствора составляет 2000 МПа, а модуль деформации керамического кирпича 4000 МПа [1,3]. Это приводит к снижению прочности стеновой конструкции, что обосновано нестабильностью ее свойств. По экспериментальным данным модуль деформаций пенобето-

на, газосиликата и керамзитобетона равны 2300, 1600 и 3300 МПа при этом для создания синергетического эффекта стеновых материалов с кладочными растворами необходимо применение растворов модуль деформаций которых равен или приближен к 2300, 1600 и 3300 МПа соответственно.

Использование в качестве легкого заполнителя при получении растворных смесей полых алюмосиликатных микрофер, входящих в состав отходов теплоэлектростанций, позволит повысить прочностные характеристики в сравнении с растворами на вспученных перлитах и вермикулитах [4]. Соответственно применение теплоизоляционно-конструкционных кладочных растворов с использованием легкого заполните-

ля является наиболее целесообразным при использовании в качестве основного стенового материала пенобетона, газосиликата и керамзитобетона (табл. 2).

Для создания стеновой конструкции с высокой деформативной стойкостью, необходимо осуществлять подбор кладочного раствора и стенового материала с учетом сопоставимости их модулей деформации. Таким образом будут определены напряжения, возникающие при совместной работе компонентов стены.

$$\frac{\sigma_{\text{стен.контр}}^{\text{доп}}}{\sigma_{\text{раств}}^{\text{доп}}} = \frac{E_{\text{стен.контр.}}}{E_{\text{раств}}}$$

Таблица 2

**Модули деформаций теплоизоляционно-конструкционного раствора с различным количеством микрофер**

Процент замены песка на микроферры по объему	Модуль деформации, МПа		
	Класс по прочности В 2,5	Класс по прочности В 3,5	Класс по прочности В 7,5
10	1950	1980	2150
20	1867	1892	1962
30	1788	1802	1895
40	1692	1735	1865
50	1603	1661	1824
100	1213	1312	1542

Исходя из экспериментальных данных значений модулей деформаций кладочных растворов, видно, что в кладки из пенобетонных блоков для получения синергетического эффекта работы составляющих, необходимо использовать раствор с 50 % заменой песка на микроферры. Для газосиликатных блоков необходимо использовать раствор со 100 % заменой песчаной составляющей на микроферры, а для керамзитобетонных блоков замену песка на микроферры необходимо варьировать в диапазоне 10...50%. Результат проведенных исследований позволяет производить подбор составов растворов, варьируя одновременно параметрами прочности и теплопроводности, прогнозируя характер работы раствора и стенового материала в одной конструкции.

При оптимальном подборе кладочного раствора к стеновому материалу прочность кон-

струкции достигает класса по прочности ее составляющих. Экспериментально подтверждено, что использование микрофер, позволяет снизить модуль деформации кладочного раствора, ввиду этого уменьшаются напряжения в стеновой конструкции из теплоизоляционно-конструкционных материалов, что обеспечивает омоноличивание кладки.

Увеличение прочностных характеристик стеновой конструкции не влияет на снижение теплоизоляции зданий, так как подобранные составы обеспечивают максимально возможную теплоизоляцию для выбранного прочностного диапазона (рис. 1). Увеличение прочностных характеристик стеновой конструкции подтверждается экспериментальными данными (табл. 3).

Таблица 3

**Прочность стеновых конструкций на теплоизоляционном растворе с близкими по значению модулями деформаций**

Модуль деформации кладочного раствора	Прочность стены из газосиликатных блоков, МПа	Прочность стены из пенобетонных блоков, МПа	Прочность стены из керамзитобетонных блоков, МПа
2150	2,2	3,1	9,6
1542	2,4	3,0	8,2
1661	2,3	3,5	7,7

Проведенные исследования свидетельствуют, что совместное применение методики расчета прочности стеновой конструкции посредством расчетов модулей деформаций её составляющих и соотношения теплопроводностей материалов эффективно при подборе теплоизоляционно-конструкционного раствора и расчете технико-эксплуатационных характеристик стеновой конструкции.

*\*Работа выполнена в рамках реализации: Программы стратегического развития БГТУ им. В. Г. Шухова и гранта РФФИ «Разработка новых подходов к созданию нано- и микроструктурированных строительных композитов на основе природных и техногенных полуфункциональных прото- и сингенетических систем» и ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» (2009 – 2013 годы), мероприятия 1.1 «Проведение научных исследований коллективами научно-образовательных центров»: № 2010–1.207–075, 2010 – 2012 гг, ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» (2009 – 2013 годы), Мероприятие 1.3.1 «Проведение научных исследований молодыми учеными – кандидатами наук»: № 2011-1.3.1-200-029-41, 2011 – 2013 гг; «б НИР № 3.4601.2011 в рамках государственного задания Минобрнауки РФ, 2012 – 2014 гг.*

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Беленцов, Ю. А. Повышение эффективности производства композиционных анизотропных материалов [Текст]: дис. ... д.т.н. / Ю. А. Беленцов Санкт-Петербург., 2011.
- СНиП II-22-81 Каменные и армокаменные конструкции [Текст] – М.: Госстрой России, – 2003. – 26 с.
- Беленцов, Ю.А. Структурная механика кирпичной кладки. Совершенствование методов

армирования кирпичной кладки / Ю.А. Беленцов, П.Г. Комохов // Строительные материалы. Приложение Наука. – 2004. – №10. С.46 – 48.

4. Загороднюк, Л. Х. Кладочные растворы на основе вспученного перлитового песка / Л. Х. Загороднюк // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2005. – №. 9.– С. 92-95..

5. Орешкин, Д.В. Облегченные и сверхлегкие цементные растворы для строительства // Строительные материалы. Приложение Наука. – 2010. – №6. – С.34–37.

6. НПО Стеклопластик [Электронный ресурс] // НПО Стеклопластик: [сайт]. [1946]. URL: <http://www.npo-stekloplastic.ru/> (дата обращения: 10.06.2012).

7. ГОСТ 28013-98. Растворы строительные. Общие технические условия [Текст]. Взамен ГОСТ 28013-89.; Введ. 1999-07-01. – М.: Изд.стандартов, 1998. 3 с.

8. Череватова, А.В. Строительные композиты на основе высококонцентрированных вяжущих систем [Текст]: автореф. дис. ... д-ра техн. наук / А.В. Череватова БГТУ им. В.Г. Шухова, Белгород, 2008. - 43 с.

9. Пашкевич, А. А. Эффективные цементные штукатурные растворы с полыми стеклянными микроферами [Текст]: автореф. дис. ... к.т.н. / А. А. Пашкевич., Москва, 2009.- 8 с.

10. Fenelonov, V.V., The Properties of Cenospheres and the Mechanism of Their Formation During High-Temperature coal Combustion at Thermal Power Plants [Текст] / V.V. Fenelonov, M. S. Mel'gunov, V. N. Parmon // KONA Powder and Particle Journal. – 2010. –№28. – С. 189–207.

11. Нелюбова, В.В. Некоторые аспекты применения наноразмерных модификаторов с учетом их свойств / В.В. Нелюбова, А.Б. Бухало, Т.А. Анищенко, В.А. Кривецкий // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2009. – №4. – С. 47–50.

**Бурвчук Н. И., канд. хим. наук,  
Южный федеральный университет  
Кондюрин А. М., канд. техн. наук, доц.,  
Южно-Российский государственный технический университет  
(Новочеркасский политехнический институт)  
Гурьянова О. В., ст. науч. сотр.  
Южный федеральный университет**

## МЕЛКОЗЕРНИСТЫЙ БЕТОН НА ОСНОВЕ ВТОРИЧНЫХ ПРОДУКТОВ СЖИГАНИЯ УГЛЯ

dovz-ig@yandex.ru

На основании проведенных экспериментов и данных физико-химических исследований были разработаны составы мелкозернистого бетона. Результаты физико-механических испытаний образцов бетона свидетельствуют о высокой эффективности применения вторичных продуктов сжигания угля Новочеркасской ГРЭС в качестве добавочных компонентов в составе бетонных смесей. Доказана возможность получения на основе цементно-зольных композиций мелкозернистого бетона с прочностью при сжатии М300 и морозостойкостью до 250 циклов. При проведении экспериментов было установлено, что отмечающийся прирост плотности и прочности золобетона обусловлен образованием дополнительного количества новообразований за счет повышения степени гидратации цемента в присутствии тонкодисперсных добавок пуццоланового характера. В заключении были рассмотрены варианты применения разработанных составов зольных бетонов при производстве железобетонных изделий различного назначения.

**Ключевые слова:** мелкозернистый бетон, вторичные материальные ресурсы, рециклинг, твердение цементного камня

Одной из важнейших задач строительной отрасли является разработка и внедрение ресурсо- и энергосберегающих технологий, предусматривающих широкое применение местного минерального сырья и техногенных продуктов. В соответствии с основными положениями Концепции социально-экономического развития РФ «Стратегия-2020» актуальными становятся вопросы организации производства строительной продукции высокого качества при минимизации расхода природного сырья. В данном контексте ресурсосбережение приобретает всеобъемлющий характер и становится частью современного экономического мировоззрения. Из образующихся и накопившихся отходов самыми многотоннажными являются побочные продукты топливной промышленности [1]. Академик В.И. Соломатов по этому поводу считает, что для эффективного использования техногенного сырья нужен принципиально новый подход к организации его рециклинга в стройиндустрии на основе разработанной системы их санитарно-гигиенической оценки [2].

В ряде работ авторами отмечается, что зола и золошлаки по химико-минералогическому, гранулометрическому и фазово-минералогическому составу во многом идентичны природному минеральному сырью [3-6]. Использование золошлаковых смесей в промышленности строительных материалов, в частности при получении мелкозернистых бетонов, является одним из стратегических путей решения экологической проблемы по улучшению состояния окружающей среды в

зонах работы ТЭС и в регионах с развитой угольной промышленностью [7]. В число таких регионов входит Ростовская область, на территории которой залегают значительные запасы каменных углей и расположены объекты теплоэнергетической отрасли. В связи с этим при разработке составов мелкозернистого бетона рассматривалось применение местных техногенных продуктов, расположенных на территории Ростовской области.

Цель работы – разработка состава мелкозернистого бетона с применением в качестве добавок золошлака; создание ресурсосберегающей технологии производства железобетонных изделий, обладающих повышенными физико-механическими характеристиками и износостойкостью.

Как известно [8], в тяжелых бетонах использование золошлаковых материалов способствует повышению качества многокомпонентной матрицы и, в конечном счете, улучшению строительно-технических свойств готовой продукции. Сотрудниками института высоких температур РАН разработано несколько технологий по применению золошлаковых отходов в производстве строительных материалов [9]. В этом контексте представляет особый интерес выдвинутое предположение о создании в будущем специализированных комбинатов, которые наряду с электроэнергией будут производить глинозем, цемент и др. товарную продукцию строительного назначения. Ввод в состав бетона золы-уноса позволяет сни-

зить опасную концентрацию щелочей в цементе и модифицировать структуру цементного камня. Однако нестабильность химико-минералогического состава и свойств зол ТЭС, как и многих других техногенных материалов [10, 11], сдерживает их применение в производстве бетона вследствие значительных колебаний свойств получаемой на их основе изделий. Данный негативный аспект может быть устранен путем применения дополнительной подготовки рас-

сматриваемых техногенных материалов перед использованием в бетонных смесях.

При проведении экспериментов в качестве техногенных материалов применялись зола-унос и золошлаковая смесь Новочеркасской ГРЭС. При изучении вещественного состава рассматриваемых побочных продуктов в иммерсионных препаратах (рис. 1) были определены: кварц, стеклофаза, гематит, магнетит, полевые шпаты, аморфизованное глинистое вещество, удлинённые игольчатые кристаллы муллита.

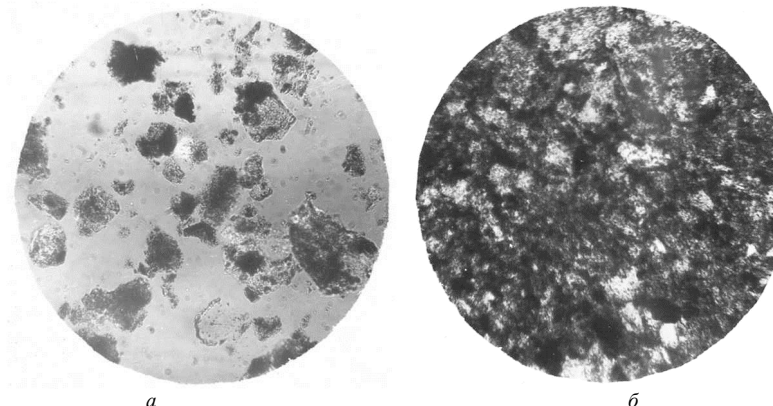


Рис. 1. Микрофотографии золы (а) и золошлака (б) в иммерсии (х63, николи II)

Рентгеноструктурный анализ золошлаковой смеси позволил установить, что кристаллическая составляющая золошлаковой смеси представлена кварцем, тридимитом, присутствуют полевые шпаты в виде альбита, геленит, метакаолинит. Кристаллическая фаза золы представлена в основном кварцем, тридимитом, присутствуют каолинит, полевые шпаты, оксиды алюминия и кальция, карбонаты. Фракция золы с размером частиц менее 0,005 мм представлена аморфизованным глинистым веществом, более крупные частицы – стеклофазой и в сравнительно небольшом количестве кристаллической фазой. Из стекол преобладает стекло алюмосиликатного состава.

Из данных синхронного термического анализа следует, что в интервале температур 20-1000 °С в золе и золошлаковой смеси происходит примерно одни и те же физико-химические превращения. На кривых ДТА наблюдаются следующие пики:

- удаления свободной воды (эндозффект при 150 °С);
- дегидратации глинистых минералов с выделением конституционной воды и разрушением кристаллической решетки (эндозффект при 460 °С);
- переход аморфного железа в кристаллическое (эндозффекты при 130 и 280 °С);
- полиморфное превращение кварца (эндозффект при 571 °С);

- диссоциация карбонатов, выгорание окислов углерода (эндозффекты при 680 и 800 °С).

Составы мелкозернистого бетона с использованием техногенного сырья и технологические параметры их получения были отработаны в лабораторных условиях и апробированы на производстве при изготовлении изделий. В качестве активного вяжущего компонента применялся портландцемент М 500 Новороссийского цементного завода. Золошлаковую смесь использовали в качестве однокомпонентного заполнителя без природного песка и крупного заполнителя для получения мелкозернистых бетонов. Содержащиеся в золошлаковой смеси мелкодисперсные фракции золы, мелкие и крупные шлаковые включения способствуют полной замене песка и щебня. Для выбора оптимального количества добавки золы к вяжущему при проведении экспериментов варьировалось отношение «цемент : зола» с последующим определением прочностных показателей бетонных образцов при твердении. Расход наполнителей (зола сухого отбора, молотая горелая порода) составлял от 100 до 250 кг/м<sup>3</sup>. Для бетонов с повышенным расходом цемента количество вводимого наполнителя возрастало. Водоцементное отношение варьировалось в пределах 0,24-0,45. Для очень жестких смесей, предназначенных для вибропрессования с пригрузом

значение оптимального В/Ц составляло 0,24. В условиях производства формование контрольных образцов производилось по той же технологии, и с теми же параметрами уплотнения и термообработки, что и конструкции.

Определение физико-механических свойств проводилось на образцах-кубах с длиной ребра 100 мм, призмах квадратного сечения 100x100x400 (мм), цилиндрах с высотой и диаметром 150 мм. Формование и твердение бетонных образцов проводилось в соответствии с ГОСТ 10180-90, пропаривание по режиму: вы-

держка свежетоформованных образцов не менее 2-х часов, подъем температуры до начала изотермического прогрева – 3 часа, выдержка при температуре изотермического прогрева – 8-9 часов, медленное охлаждение до комнатной температуры. Температура изотермического прогрева – 85-87 °С. В ходе проведения лабораторных испытаний было установлено, что ввод золы-уноса в состав бетона позволяет сэкономить до 50 % цемента. Технологические параметры получения и прочностные показатели бетона в зависимости от соотношения «зола : цемент» приведены в табл. 1.

Таблица 1

Марка бетона	Осадка конуса (ОК), см	Соотношение «цемент : зола»	Экономия цемента, на 1 м <sup>3</sup> бетонной смеси		Прочность при сжатии, МПа
			%	кг	
M100	1-3	1:0	-	-	10,8
		1:0,83	20	38	14,8
		1:1,20	30	58	15,3
		1:1,50	40	77	14,8
		1:2,00	50	96	11,4
M200	1	1:0	-	-	24,0
		1:0,62	20	61	28,0
		1:0,85	30	91	25,9
		1:1,11	40	121	23,0
M200	3-5	1:0	-	-	20,6
		1:0,62	20	69	24,5
		1:0,85	30	103	28,6
		1:0,99	40	138	22,5
M300	4-9	1:0	-	-	31,3
		1:0,49	20	91	34,2
		1:0,63	30	137	34,0
		1:0,76	40	182	32,7
M300	4-6	1:0	-	-	30,4
		1:0,49	20	80	32,8
		1:0,63	30	120	34,5
		1:0,83	40	160	32,1

Из табл. 1 видно, что изделия из золобетона классов В7,5-В30 имели запас по прочности 4-40 % при экономии цемента от 10 до 40 %. Наибольший запас прочности наблюдался у низкомарочных бетонов. Результатами лабораторных исследований установлено, что эффективность использования зол повышается при твердении бетона в условиях тепловлажностной обработки (ТВО). Тепловлажностная обработка увеличивает активность всех аморфных фаз золь и шлаков, в особенности спекшихся и остеклованных. При повышенных температурах проявляют активность и некоторые кристаллические компоненты золошлаков (кварц, полевые шпаты, алюмосиликаты кальция). К числу важных факторов, влияющих на прочность и долговечность бетонов и растворов, относится однородность. В качестве критерия для определения однородности бетонной смеси с добавками золы применялась оценка прочностных показателей после твердения. Результатами проведенных исследований установлено, что повышение однородности бетонной

смеси происходит при вводе золы в среднем до 25-27 %. Факт повышения прочностных показателей может быть объяснен увеличением пластичности бетонных смесей. Положительное влияние тонкодисперсной добавки, приводящее к уменьшению деструктивных процессов в бетоне при ТВО, заключается в повышении однородности бетонной смеси. Компактное, сближенное расположение частиц цемента и добавки, уменьшение размеров пор и капилляров существенно ослабляют миграционные процессы внутри материала. Развитая удельная поверхность системы благоприятствует протеканию физико-химических процессов твердения и структурообразования без возникновения дефектов структуры.

В проводимых исследованиях неоднократно проверялись морозостойкость и водонепроницаемость бетонов с добавками золы, испытывались составы, которые эксплуатируются в условиях переменных температур, повышенной влажности и действия агрессивных сред. Все исследуемые составы бетонов с добавками золы выдерживали

испытания на морозостойкость и зачастую превышали проектную марку; коэффициент морозостойкости был на 11-23 % выше, чем у бетона без золы. В табл. 2 приведены сведения о морозо-

стойкости и водонепроницаемости золобетонов в зависимости от марки по прочности, а также рекомендуемая область применения полученных мелкозернистых бетонов.

Таблица 2

Общие характеристики			Прочность при сжатии, МПа				Морозостойкость, марка	Водонепроницаемость, марка	Объемная масса, кг/м <sup>3</sup>
Марка бетона	ОК, см	Изделие	Пропаривание	Естественное твердение, сут					
				28	60	180			
M100	3-4	Блоки стен подвалов	12,5	14,2	25,3	26,0	F50	W2	2210
M200	1-3	Перекрышки, балконы	22,8	25,6	35,0	43,4	F200	W6	2150
M150	3-4	Плиты ленточных фундаментов	13,25	20,52	22,24	23,89	F50	W2	2260
M200	5-7	Колонны	17,65	24,65	25,07	26,8	-	-	2250
M250	1	Панели многопустотные	24,78	31,20	38,45	41,22	F50	W4	2340
M300	3-4	Блоки морских сооружений	35,06	34,25	41,42	45,71	F200	W12	2250
M300	3-4	Сваи	35,40	34,57	41,30	43,82	-	-	2290

Анализ табл. 2 показывает, что по морозостойкости золобетоны имеют марку F50-F200, по водонепроницаемости - W2-W12. Основными факторами, положительно влияющими на морозостойкость и водонепроницаемость бетонов с добавками золы являются:

- 1) уменьшение водоцементного отношения, которое происходит благодаря пластифицирующему действию золы;
- 2) повышение плотности бетона;
- 3) снижение водопоглощения;
- 4) наличие у изделий при проведении испытаний механизма «самозалечивания» возникающих в процессе твердения трещин.

В заключении можно отметить, что наблюдающийся прирост плотности и прочности золобетона обусловлен появлением дополнительного количества новообразований за счет повышения степени вовлечения цемента в гидратацию в присутствии тонкодисперсных добавок пуццоланового характера. Эти гидратные соединения кальмируют микротрещины и поры. По истечении большого количества циклов попеременного замораживания и оттаивания деструктивные процессы начинают превалировать над самопроизвольно идущим процессом «залечивания» трещин, и станут проявляться признаки разрушения бетона. Высокие показатели физико-механических свойств бетона свидетельствуют о том, что в присутствии золы улучшается формирование структуры цементного камня, происходит рост удельной поверхности новообразований, увеличивается число контактов между кристаллами, повышается плотность структуры конгломерата.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Строительные материалы из отходов промышленности / Дворкин Л.И., Дворкин О.Л. – Ростов н/Д: Феникс, 2007. – 368 с.

2. Соломатов В.И. Новый подход к проблеме утилизации отходов в стройиндустрии // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. – 2001. - №1. – С. 28-29.

3. Абдрахимов В.З., Абдрахимова Е.С. Классификация техногенного сырья предприятий металлургии и энергетики по ее функциональной пригодности в производстве керамических материалов // Известия вузов. Строительство. – 2006. - №1. – С. 36-39.

4. Лемешев В.Г., Петров С.В. Утилизация золы-уноса ТЭС в производстве строительных материалов // Известия вузов. Строительство. – 2002. - №5. – С. 46-49.

5. Шпирт М.Я. Утилизация отходов добычи и переработки твердых горючих ископаемых. – М.: Недра, 1991. – 221 с.

6. Шпирт М.Я., Рубан В.А., Иткин Ю.В. Рациональное использование отходов добычи и обогащения углей. – М.: Недра. – 1990. – 224 с.

7. Буравчук Н.И. Ресурсосбережение в технологии строительных материалов. – Ростов н/Д: Изд-во Южного федерального университета, 2009. – 224 с.

8. Прошин А.П., Демьянова В.С., Калашников Д.В. Особо тяжелый высокопрочный бетон на основе вторичного сырья // Экология и промышленность России. – 2003. - №8. – С. 8-9.

9. Делицын Л.М., Власов А.С. Комплексное использование углей ТЭС // Экология и промышленность России. – 2002. - №8. – С. 37-39.

10. Евтушенко Е.И. Учет нестабильности свойств техногенных отходов в производстве строительных материалов // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2004. - №8. – С. 143-145.

11. Лесовик В.С., Евтушенко Е.И. Стабилизация свойств строительных материалов на основе техногенного сырья // Известия вузов. Строительство. – 2002. - №12. – С. 40-44.

Ильинская Г. Г., аспирант,  
Лесовик В. С., д-р тех. наук, проф.,  
Загороднюк Л. Х., канд. техн. наук, проф.,  
Коломацкий А. С., д-р тех. наук, проф.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

**СУХИЕ СМЕСИ ДЛЯ ОТДЕЛОЧНЫХ РАБОТ НА КОМПОЗИЦИОННЫХ ВЯЖУЩИХ\***

naukavs@mail.ru

Установлено, что использование в составах сухих строительных смесей для отделочных работ композиционных вяжущих в присутствии базальтовых волокон в количестве от 1,5–4,5 % обеспечивают получение строительных растворов с плотной и однородной структурой.

Изучение микроструктуры затвердевших растворов показало, что базальтовые волокна служат подложкой для формирования кристаллических, игольчатых новообразований, сросшихся и пронизывающих весь объем покрытия, что обеспечивает прочное и надежное сцепление базальтового волокна с цементным камнем.

**Ключевые слова:** сухие строительные смеси, базальтовые волокна, прочность, дефекты и трещины, математическое планирование эксперимента.

Радикальное улучшение прочностных свойств и эксплуатационной надежности строительных конструкций и их элементов при использовании традиционных технологий, их создания и ремонта представляется весьма проблематичным. В то же время известны методы значительного повышения рабочих характеристик и эксплуатационного ресурса указанных конструкций в случае применения при их изготовлении фибробетона – бетона с добавлением волокон (фибр). Армирование конструкций стальными, базальтовыми или полипропиленовыми волокнами, расположенными хаотично в бетонной матрице, позволяет допустить, что при возникновении трещин в бетонной конструкции всегда окажется какое-то определенное количество фибр, располагающихся поперек раскрытия трещины и препятствующие трещинообразованию [1, 2].

Развитие дефектов и трещин с течением времени существенно сказываются на состоянии элементов конструкций (рис. 1, 2).

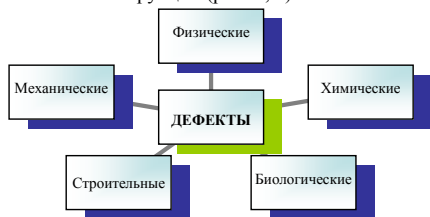


Рис. 1. Факторы, влияющие на образование дефектов  
Предупредить все названные причины дефектообразования, трещинообразования в строительном композите или снизить степень их влияния на свойства материала можно применением дисперсного армирования [3, 4].

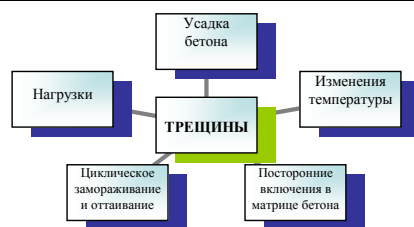


Рис. 2. Причины возникновения трещин

Отделочные смеси с использованием базальтовых волокон, обладают комплексом специфических свойств, существенно превосходящих свойства обычных смесей. Фибровое (дисперсное) армирование придает бетонной матрице пластический характер разрушения и повышенную трещиностойкость.

Получение высокоэффективных вяжущих веществ нового поколения сегодня сопровождается использованием сложных составов компонентов с целью получения высококачественных бетонов разного функционального назначения с улучшенными, а иногда и с принципиально новыми свойствами и определенной заранее заданной структурой. В основу создания таких вяжущих положен принцип целенаправленного управления технологией на всех ее этапах: использование активных компонентов, разработка оптимальных составов, применение химических модификаторов, использование механохимической активации компонентов и некоторых других приемов [5, 6].

К таким эффективным вяжущим относятся тонкомолотые цементы (ТМЦ) и вяжущие низкой водопотребности (ВНВ). ТМЦ получают в результате дополнительного измельчения портландцемента совместно с кремнеземистым ком-

понентом. В составе же ВНВ помимо портландцемента и активных наполнителей присутствует добавка суперпластификатора. Данные вяжущие были детально изучены, и была доказана их эффективность [7–12]. Однако следует отметить, что зачастую в качестве кремнеземистого компонента ТМЦ и ВНВ использовались природные пески, содержание кварца в которых составляет порядка 95 %. Поэтому вопрос о качестве кремнеземистого компонента не поднимался.

Установлено, что прочность материала на заполнителе, приготовленном по методу прерывистой гранулометрии из смеси фракций песка оптимального зернового состава, несколько превышает прочность материала на основе заполнителя непрерывной гранулометрии и почти в два раза выше прочности материала на песке с природным гранулометрическим составом [13]. В сложившейся ситуации острого дефицита не только вяжущих, но и качественных заполнителей, использование базальтовых волокон в качестве армирующего компонента штукатурных смесей позволит во много раз улучшить их физико-механические показатели.

В то же время необходимо принять во внимание тот факт, что базальты по химическому и минералогическому составу относятся к эффузивным магматическим горным породам, запасы которых составляют от 25 до 38 % площади, занимаемой на Земле всеми магматическими породами. Базальтовые волокна весьма разнооб-

разны по своему происхождению, условиям формирования и дальнейшего преобразования, химико-минеральному составу, строению и свойствам [14].

Основной особенностью базальтовых волокон с точки зрения их использования в штукатурных смесях является их элементный состав и основные характеристики. Это позволит радикально улучшить прочностные характеристики штукатурных смесей. Армирование конструкций стальными, базальтовыми или полипропиленовыми волокнами, расположенными хаотично в бетонной матрице, позволяет полагать, что при возникновении трещин в бетонной конструкции всегда окажется какое-то определенное количество фибр, располагающихся поперек раскрытия трещины и препятствующие трещинообразованию.

В связи с необходимостью оценки пригодности исследуемых базальтовых волокон были проведены исследования по определению их использования в качестве армирующего компонента отделочных строительных смесей.

В качестве вяжущего использовалось ТМЦ–50 с удельной поверхностью ≈500 м<sup>2</sup>/кг, в качестве кремнеземосодержащего компонента использовался песок Безлюдовского месторождения, и базальтовые волокна производителей «Izovol», «Ivotsteklo», БСТВ «Новгородского завода стекловолокна», ООО «БАСК» (табл. 1).

Таблица 1

**Основные характеристики базальтовых волокон**

Характеристики волокон	Виды волокон			
	«Izovol»	«Ivotsteklo»	БСТВ	ООО «БАСК»
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	22	17	15	19
Длина, мм	9	6	5	12
Диаметр, мкм	6–12	2–5	1–3	4–10
Способ производства	Центробежно-валковый	ВРВ*	ВРВ*	Центробежно-дуговой

Примечание: \* – раздув расплава вертикальной струей воздуха.

Определение оптимальных составов композиционного вяжущего осуществлялось методом математического планирования эксперимента [15, 16].

В качестве факторов варьирования оптимизации состава отделочных смесей были приня-

ты: количество базальтового волокна (1,5–4,5 % от массы вяжущего), водоцементное отношение (0,4–0,8). Условия планирования эксперимента представлены в (табл. 2).

Таблица 2

**Условия планирования эксперимента**

Факторы		Уровни варьирования			Интервал варьирования
натуральный вид	кодированный вид	-1	0	1	
Базальтовое волокно, % от массы вяжущего	X <sub>1</sub>	1,5	3	4,5	1,5
В/Ц	X <sub>2</sub>	0,4	0,6	0,8	0,2

В соответствии с матрицей планирования были рассчитаны 9 составов отделочных смесей для эксперимента, в которых варьировалось, как указывалось ранее, количество базальтового во-

локна (1,5–4,5 % от массы вяжущего), водоцементное отношение (0,4–0,8).

Выбор факторов и параметров оптимизации производился исходя из технологической и эко-



номической целесообразности. Варьирование расходов базальтового волокна преследовало цель выявления их минимального количества, обеспечивающего получение материала с требуемыми характеристиками [17].

Выходным параметром для подбора оптимального состава служила прочность при изгибе и при сжатии (7, 14, 28 суток твердения). Математическая обработка производилась с применением программы SigmaPlot, с помощью неё получены номограммы, приведенные на (рис. 3).

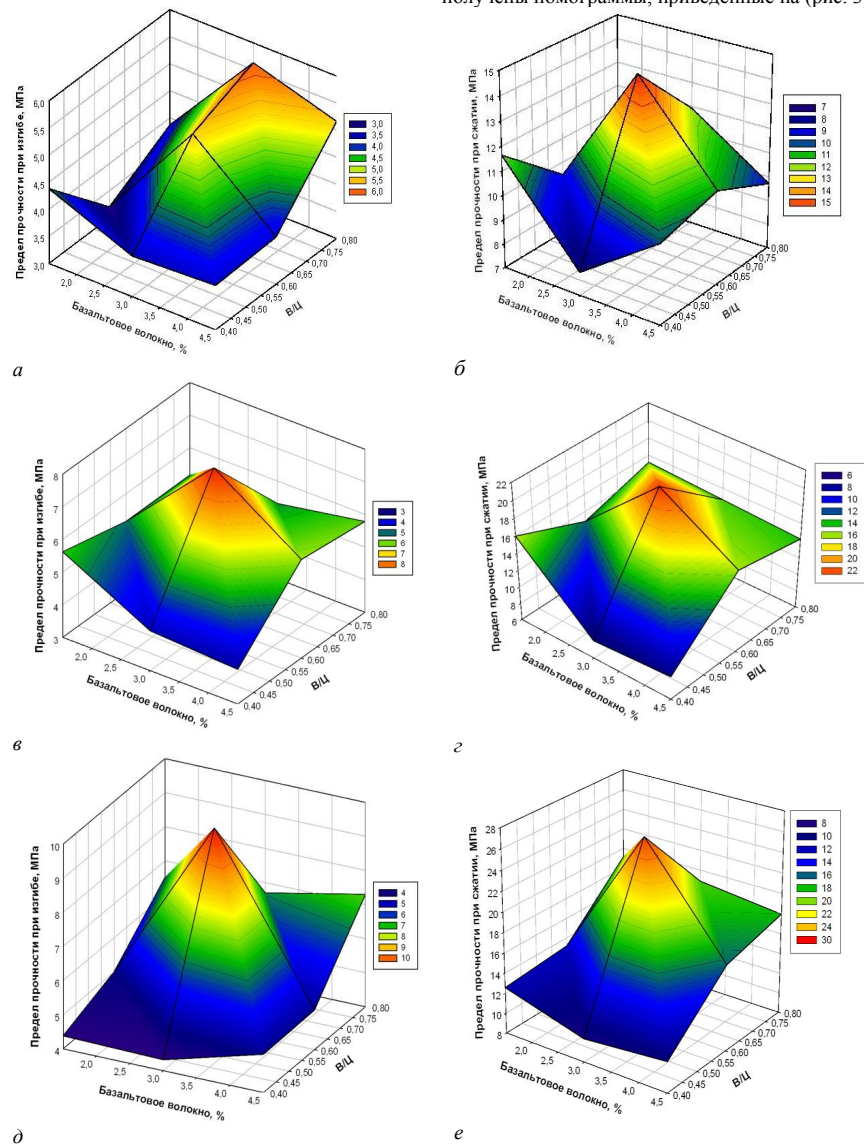


Рис. 3. Зависимость средней прочности образцов отделочных смесей от содержания базальтового волокна и водоцементного отношения:

*a* – при изгибе на 7 сутки, *б* – при сжатии на 7 сутки, *в* – при изгибе на 14 сутки, *з* – при сжатии на 14 сутки, *д* – при изгибе на 28 сутки, *е* – при сжатии на 28 сутки

Полученные номограммы дают возможность прогнозировать изменение прочностных характеристик отделочных смесей при изменении значения каждого фактора. Анализ номограмм показал, что наибольшая прочность при изгибе и при сжатии достигается у образца отделочной смеси при содержании базальтового волокна 3 % от массы вяжущего и В/Ц=0,6 на 28 сутки твердения, что позволяет принять его за базовый состав.

Структура наряду с минеральным составом является одним из основных факторов, определяющих свойства строительных материалов. Особую трудность обычно вызывает исследова-

ние структуры и, в частности размеров различных видов пор, морфологии и взаимного расположения новообразований и реликтовых фаз, которые сложены частицами минералов микронного и субмикронного размеров, их контактов. Так как подобные структурные элементы можно увидеть лишь под мощным оптическим или электронным микроскопом, то в данном случае правильнее говорить о микроструктуре композита.

Исследование микроструктуры отделочных смесей проводилось в возрасте 28 суток твердения в нормальных условиях (рис. 4), при помощи растрового электронного микроскопа (РЭМ).

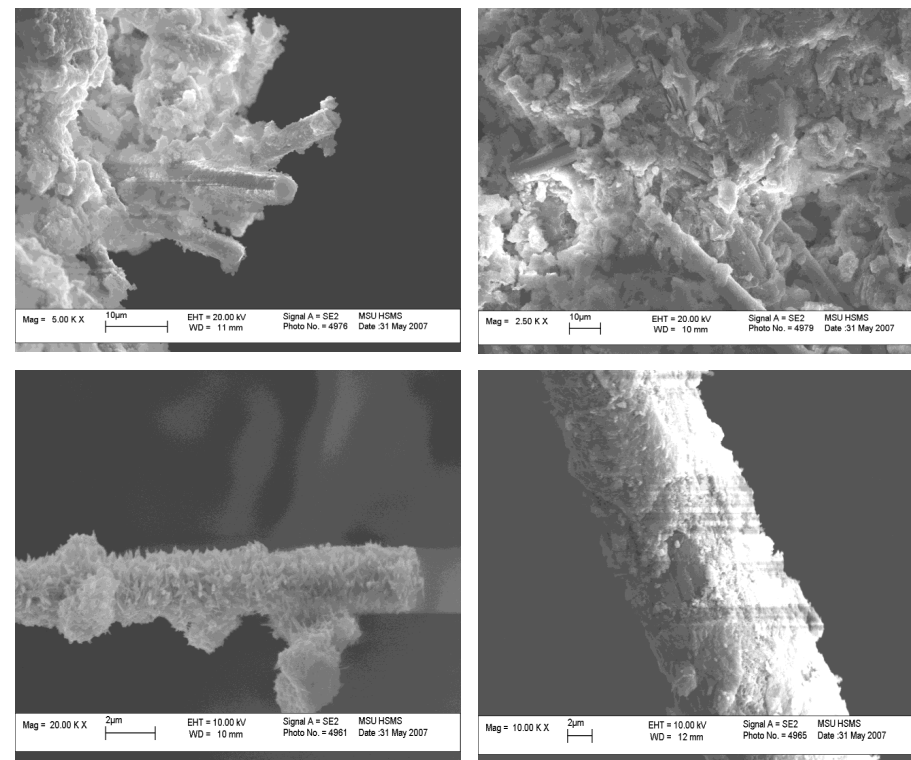


Рис. 4. Распределение базальтовых волокон в общей массе цементного камня

Фотоснимки свидетельствуют, что поверхность базальтового волокна является отличной подложкой для формирования кристаллических, игольчатых сросшихся новообразований, пронизывающих весь объем покрытия, достаточно плотно и однородно, что обеспечивает прочное сцепление базальтового волокна с цементным камнем.

Таким образом, разработанные отделочные строительные смеси отличаются от известных аналогов новым качественным и количественным составом компонентов. Техническим результатом является изготовление на основе сухих смесей отделочных строительных растворов, обладающих, более высокими физико-механическими и эксплуатационными показателями.

\*Работа выполнена в рамках реализации Программы стратегического развития БГТУ им. В.Г. Шухова на 2012-2016 годы.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Калиновский, М.И. Применение фибры для повышения трещиностойкости бетона // Транспортное строительство. – 2008. – №3. – С. 7–9.
2. Клоев, С.В. Дисперсно-армированный мелкозернистый бетон с использованием полипропиленового волокна / С.В. Клоев, Р.В. Лесовик // Бетон и железобетон. – 2011. – №3. – С. 7–9.
3. Сари, М. Армированные волокнами вяжущие композиционные материалы, вклад полиамидных волокон / М. Сари, Дж. Лекселент // Современные технологии сухих смесей в строительстве: Тр. междунар. науч.-техн. конф.: – Петербургский государственный университет путей сообщения, – 2001. – №5. – С. 48–61.
4. Мэттьюз, Ф. Композитные материалы. Механика и технология / Ф. Мэттьюз, Р. Ролингс. – Москва: – Техносфера, 2004. – 408 с.
5. Баженов, Ю.М. Технологии бетонов XXI века: новые научные направления в строительном материаловедении // Сб. трудов Академических чтений РААСН, посвященный 75-летию со дня рождения Ю. М. Баженова. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2005. – Ч. I. – С. 9–19.
6. Рыбьев, И.А. Строительное материаловедение: Уч. пособие. – 2-е изд., испр. – М.: Высшая школа, 2004. – 700 с.
7. Алфимова, Н.И. Влияние сырья вулканического происхождения и режимов твердения на активность композиционных вяжущих / Н.И. Алфимова, Я.Ю. Вишневецкая, П.В. Трунов // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2011. – №1. – С. 10–14.
8. Лесовик, Р.В. Выбор кремнеземсодержащего компонента композиционных вяжущих веществ / Р. В. Лесовик, И. В. Жерновский // Строительные материалы. – 2008. – №8. – С. 78–79.

9. Лесовик, Р.В. Комплексное использование отходов обогащения ЮАР / Р.В. Лесовик, М.Н. Ковтун, Н.И. Алфимова // Промышленное и гражданское строительство. – М.: Изд-во «ПГС», 2007. – №8. – С. 30–31

10. Лесовик, Р.В. К проблеме использования техногенных песков для производства мелкозернистых бетонов и изделий на их основе / Р.В. Лесовик // Строительные материалы. – 2007. – № 9. – Приложение «Наука». – № 10. – С. 13–15.

11. К проблеме повышения эффективности композиционных вяжущих / В.С. Лесовик, Н.И. Алфимова, Е.А. Яковлев, М.С. Шейченко // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова.–2009. – №1. – С. 30–33.

12. Лесовик, Р.В. Мелкозернистые бетоны на композиционных вяжущих и техногенных песках: автореф. дис. докт. техн. наук: 05.23.05: защищена 11.06.09 / Лесовик Руслан Валерьевич; БГТУ им. В.Г. Шухова. – Белгород, 2009. – 46с.

13. Белан, В.И. Сухие смеси для отделочных работ с применением ВНВ / В.И. Белан, К.М. Свириденко // Строительные материалы. – 2006. – №3 – С. 22–23.

14. Джигирис, Д.Д. Основы технологии получения базальтовых волокон и их свойства. / Д.Д. Джигирис, А.К. Вольнский, Ю.Н. Демяненко. – Киев: «Наукова Думка», 1980. – 248 с.

15. Барабашук, В.И. Планирование эксперимента в технике / В.И. Барабашук, Б.П. Креденцер, В.И. Мирошниченко. – Киев: Техника. – 1984. – 200 с.

16. Талантова, К.В. Математические модели зависимости прочностных характеристик сталефибробетона от технологических факторов / К.В. Талантов, В.К. Беспрозванных // Бетон и железобетон. – 2008. – № 1 – С. 16–19.

17. Соркин, Э.Г. Методика и опыт оптимизации свойств бетона и бетонной смеси. – М.: Изд-во лит. По стр-ву, 1973. – 56 с.

## Байдин О. В., канд. техн. наук, докторант Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова К ВОПРОСУ ОБ ОБРАЗОВАНИИ ТРЕЩИН В ЖЕЛЕЗОБЕТОНЕ ПОВРЕЖДЕННОМ КОРРОЗИЕЙ<sup>1</sup>

oleg.v31@yandex.ru

В статье рассматривается трещиностойкость изгибаемых железобетонных элементов поврежденных коррозией. При этом приводится метод оценки ресурса силового сопротивления образованию трещин в эксплуатируемых поврежденных коррозией изгибаемых железобетонных элементах.

**Ключевые слова:** трещиностойкость, коррозионные повреждения, изгибаемый элемент, силовое сопротивление.

Предупреждение и ликвидация чрезвычайных ситуаций техногенного или природного происхождения, как государственная научная и технологическая проблема, включает задачу обеспечения эксплуатационной пригодности железобетонных конструкций, которые требуют дополнительной трещиностойкости первой категории.

Это относится к сооружениям природоохранного, коммунального, коммуникационного и специального назначения. Во время эксплуатации такие сооружения, как правило, подвергаются агрессивным воздействиям внешней среды. Чаще всего – это химические жидкие или газообразные кислото- и щелочесодержащие вещества, вызывающие коррозионные повреждения бетона и арматуры. Поэтому оценка ресурса долговременной трещиностойкости конструкции и вычисление усилий от внешних

нагрузок, вызывающих образование трещин в сечениях железобетонных конструкций, поврежденных коррозией, актуально.

В данной статье в качестве базовой рассматривается задача трещиностойкости изгибаемого железобетонного элемента.

Решение сформулированной задачи осуществляется в следующей последовательности и с помощью следующих посылок:

- считается, что к началу действия коррозионной среды конструкция воспринимает внешние нагрузки и находится в установившемся константном напряженно-деформированном состоянии, а характеристики внешней коррозионной среды неизменны во времени;
- учитывается, что развитие коррозионных повреждений существенно зависит от уровня напряжений и подчиняется обобщенному закону [4]:

$$\frac{\alpha(\Delta\delta)}{\alpha} = -\alpha(\Delta\delta)^m; \text{ где } \Delta\delta = \frac{\delta_{sp} - \delta}{\delta_{sp}}; m = \sum_{i=0}^2 q_i \eta^i; \quad (1)$$

$$\eta = \frac{\sigma_{sp}}{R}; \sigma_{sp} = \int_p^z \frac{\sigma(z) dz}{X - p}; \text{ при } m \geq 1. \quad (2)$$

Здесь:

$\delta$  – глубина фронта коррозионного повреждения;  $X$  или  $X_i$  – высота зоны сжатия (или растяжения) изгибаемого элемента;  $z$  – соответствующая ордината, отсчитываемая от оси нулевого напряжения;  $m, \alpha, \delta_{sp}$  – эмпирические параметры, зависящие от уровня расчетных средних напряжений (2), сочетания номинации бетона и свойств коррозионной среды [4];  $R_b$  – предел прочности бетона при сжатии ( $R_{tr}$  – при растяжении).

Подчеркнем, что случай  $m \geq 1$  для функции  $\delta$  отражает так называемый «затухающий»

$$\text{при } m > 1 (2,3,4...): \delta(t) = \left\{ 1 - \left[ \Delta\delta(t_0, t_0) \right]^{(m-1)} \alpha \left[ (-m) + 1 \right] \left[ t - t_0 \right]^{\frac{1}{(m-1)}} \right\} \delta_{sp}. \quad (5)$$

характер продвижения повреждений, при котором повреждения стабилизируются, а самопродвижение коррозионной среды обнуляется в пределах бетонного тела (рис. 2).

$$\delta \leq X \text{ (или } \delta_i \leq X_i), \quad (3)$$

где значение (3) означает принадлежность к зоне неизменного знака напряжений (сжатия или растяжения).

Именно этот тип кинетики коррозионных повреждений и ограничивает область проводимых исследований. Это обуславливает рамки анализа и ограничивает эксплуатационные возможности сооружений и конструкций.

Решения (1) имеют запись [4] и соответствуют (рис. 2):

$$\text{при } m = 1: \delta(t) = \left[ 1 - \Delta\delta(t_0, t_0) e^{-\alpha(t-t_0)} \right] \delta_{sp}; \quad (4)$$

<sup>1</sup>Научный консультант В.М. Бондаренко, д-р техн. наук, профессор, академик РААСН.

<sup>2</sup>п. 21, перечня критических технологий РФ, утвержденного Указом Президента РФ от 07.07.2011 г. № 899).

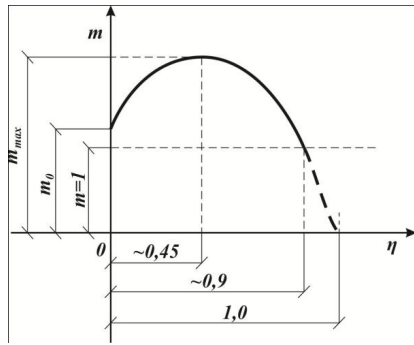


Рис. 1. График зависимости  $m$  от  $\eta$

Между тем известно, что при нагружении бетона его структура меняется [3]: вначале бетон уплотняется, его проницаемость уменьшается и, следовательно, продвижение коррозионного фронта тормозится. Это влияет на функцию  $m$  (а также на  $\alpha$  и  $\delta_{кр}$ ); график функции  $m(\eta)$  в зависимости от напряжений  $\eta$  приведен на рис. 1.

Кривая (рис. 1) аппроксимируется усеченным степенным рядом [4]:

$$m(\eta) = \sum_{i=0}^{i=2} q_i \eta^i, \quad (6)$$

где:  $q_{m0} = m_0$ ;  $q_{m2} = \frac{1}{0,41} [(m_0 - m_{0,5}) + 2(m_{max} - m_0)]$ ;  $q_{m1} = \frac{1}{0,45} [(m_{max} - m_0) - 0,45^2 q_{m2}]$ . (7)

Отметим, что аналогично вычисляются значения  $\alpha(\eta)$  и  $\delta_{кр}(\eta)$ , которые учитываются, как для  $m(\eta)$ , так и для каждого сочетания номинации бетона и характеристик агрессивной среды.

В соответствии с этим принимается, что коррозионные повреждения в пределах общей толщины бетонного тела распределяют так, что на границе контакта с агрессивной средой сохранение характеристик силового сопротивления бетона является наименьшим, а на глубине  $\delta$  полностью восстанавливается (рис. 2).

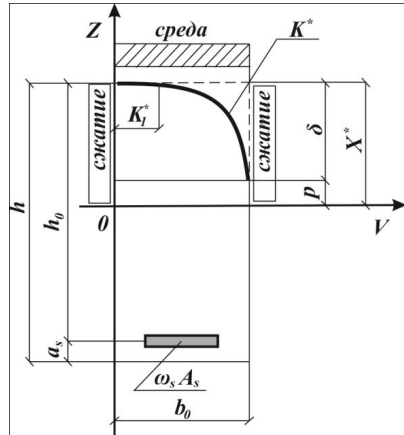


Рис. 2. Схема распределения коррозионных повреждений в сжатой зоне изгибаемого железобетонного элемента:

$h$  – общая высота сечения;  $h_0$  – рабочая высота сечения;  $a_s$  – защитный слой бетона для арматуры;  $b_0$  – ширина сечения;  $X^*$  – высота сжатой зоны;  $\delta$  – глубина коррозионных повреждений;  $p$  – толщина неповрежденного слоя бетона;  $A_s$  – площадь сечения растянутой арматуры;  $\omega_s$  – коэффициент сохранения силового сопротивления арматуры;  $K^*$  – функция (кривая) сохранения механических свойств

Функция  $K^*(z)$  принимается в виде [3]:

$$K^*(z) = \sum_{i=0}^{i=2} a_i z^i; \quad \frac{dK^*(z)}{dz} \Big|_{z=p} = 0; \quad (8)$$

где значения  $a_i$  находятся из условий:

$$\text{откуда: } a_0 = 1 + (K_1^* - 1) \left(\frac{p}{\delta}\right)^2; \quad a_1 = -2(K_1^* - 1) \frac{p}{\delta^2}; \quad a_2 = \frac{K_1^* - 1}{\delta^2}. \quad (11)$$

Заметим, что при  $K_1^* = 0$  будет:

$$a_0 = 1 - \left(\frac{p}{\delta}\right)^2; \quad a_1 = \frac{2p}{\delta^2}; \quad a_2 = -\frac{1}{\delta^2}. \quad (12)$$

Отмечается, что поскольку величина параметра  $m$ , зависящая от уровня действующих напряжений, переменных вдоль пролета и соответственно вдоль пролета меняется глубина повреждений  $\delta$ , проходя различные значения, максимум которых может не совпадать с максимумом изгибающих моментов, поскольку расположение опасного сечения неоправданно назначать априорно, а следует вычислять из условия максимума:

$$\frac{d}{dx} \left[ \frac{M(x)}{M_{кр}(x)} \right] = 0. \quad (13)$$

Оценивая момент образования трещин в опасном сечении, следует отметить следующее:

- в бетоне растянутой зоны формируется прямоугольная эпюра растягивающих напряжений ( $\sigma_{\phi,t} = R_{bt}^*$ ), скорректированная влиянием коррозионных повреждений;
- в растянутой арматуре напряжения определяются из условия совместного деформирова-

ния растянутого бетона  $\varepsilon_{bt}$  и растянутой арматуры:

$$\varepsilon_{bt} = \varepsilon_s \quad \text{или} \quad \frac{R_{bt}^*}{E_{bt}^*} = \frac{\sigma_s^*}{E_s^*} \quad \text{и} \quad \sigma_s^* = \frac{E_s^*}{E_{bt}^*} R_{bt}^*, \quad (14)$$

где:  $E_s^*$  – временный модуль деформации поврежденной коррозией арматуры;  $E_{bt}^*$  – временный модуль деформации растянутого поврежденного коррозией бетона при  $\sigma_{\phi,t} = R_{bt}^*$ ;  $R_{bt}^*$  – предел прочности бетона на растяжение с учетом влияния коррозионных повреждений;

– в интересах получения наименьшего значения  $M_{кр,1}^*$  (для первого приближения расчета) для сжатого бетона в сжатой зоне принимается также прямоугольная эпюра нормальных напряжений сопротивления  $\sigma_b = R_b^*$  с корректировкой в зависимости от интенсивности коррозионных повреждений (рис. 3);

– аналогично напряжения в сжатой арматуре принимаются предельными  $\sigma_s' = R_s'$  (заметим, при  $z' \geq a_s'$ , следует принимать  $\sigma_s' = 0$ ).

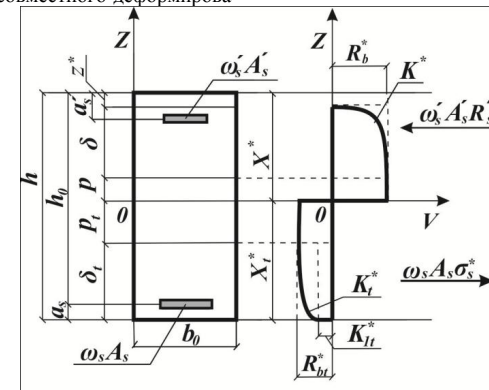


Рис. 3. Схема поперечного сечения и силового сопротивления изгибаемого элемента поврежденного коррозией в момент образования трещины:

$h$  – общая высота элемента;  $h_0$  – рабочая высота элемента;  $b_0$  – ширина сечения элемента;  $\delta$  – толщина полностью разрушенного бетона сжатой зоны;  $\delta'$  – толщина переходного слоя (частично поврежденного коррозией) в сжатой зоне сечения;  $\delta_1$  – тоже в растянутой зоне сечения;  $p$  и  $p_1$  – соответственно толщины поврежденного коррозией бетона в сжатой и в растянутой зонах сечения;  $X^*$  и  $X_r^*$  – соответственно толщины сжатой и растянутой зон сечения;  $K_b^*$  – коэффициент сохранения силового сопротивления растянутой фибры;  $R_b^*$  и  $R_{bt}^*$  – предельные значения прочности сжатых и растянутых при изгибе фибр бетона;  $\omega_s'$  и  $\omega_s$  – коэффициент сохранения силового сопротивления арматуры

К этому отметим, что наличие сжатой арматуры, приводящее к уменьшению высоты сжатой зоны сечения  $X^*$  и увеличению высоты

растянутой зоны ( $h - X^*$ ), уменьшает жесткость железобетонной балки.

Высота сжатой зоны, вычисляемая из условия равновесия сил на горизонтальную ось [2]:

$$X^* = \frac{\omega_s A b_s - \omega'_s A'_s R'_s}{b_0 (R_b + R_{br})} + \frac{R_b}{3(R_b + R_{br})} \delta + \frac{R_b}{(R_b + R_{br})} z^* - \frac{1}{3} (1 - K'_1) \frac{R_{br}}{(R_b + R_{br})} \delta + \frac{R_{br}}{(R_b + R_{br})} h. \quad (15)$$

С учетом правила сложения сопротивлений жесткость сечения элемента  $D^*$  равна сумме жесткостей всех компонентов  $D_i^*$ , отсчитываемых относительно оси, проходящей через центр тяжести приведенного сечения:

$$D^* = \sum_{i=1}^n D_i^* = \sum_{i=1}^n A_i E_i r_i^2, \quad (16)$$

где:  $r_i$  – расстояние от центра тяжести  $i$ -ого компонента до центра тяжести приведенного сечения.

Положение центра тяжести приведенного сечения относительно растянутой грани рассчитывается по формуле [2]:

$$y_{a,m} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i A_i E_i^*}{\sum_{i=1}^n A_i E_i^*}. \quad (17)$$

Значения  $A_i$  и  $E_i^*$  вычисляются с учетом влияния коррозионных повреждений. Это дает исходные данные для нахождения момента образования трещин (в первом приближении) и приводит к наименьшей величине момента трещинообразования  $M_{mp,1}^*$ .

С учетом [5] запишем:

$$\frac{1}{\rho} = \frac{d^2 U}{dx^2} = \frac{M^*}{D^*}; \quad z = \varepsilon^*; \quad \varepsilon_{\phi s} = \frac{h - X}{\rho}, \quad (18)$$

где:

$\rho$  – радиус кривизны;  $U$  – функция прогиба;  $x$  – абсцисса сечения;  $X$  – высота сжатой зоны;  $\varepsilon_{\phi s}$  – относительное удлинение фибрового растянутого волокна [1],

и, находим значение изгибающего момента:

$$M_{mp,1}^* = \frac{K'_1 \varepsilon_{Rr}}{h - X_1^*} D^*, \quad (19)$$

где:

$M_{mp,1}^*$  – первое приближенное значение изгибающего момента, при котором в опасном сечении образуется первая трещина;  $\varepsilon_{Rr}$  – предельная относительная полная деформация при изгибе растянутого фибрового волокна;  $K'_1$  – коэффициент

сохранения силового сопротивления для фибрового растянутого волокна;  $X_1^*$  – высота сжатой зоны;  $h$  – общая высота сечения изгибаемого элемента;  $D^*$  – жесткость наиболее нагруженного сечения поврежденного коррозией изгибаемого элемента.

Отметим, что полученная величина момента трещинообразования  $M_{mp,1}^*$  (первое приближение) обеспечивает дополнительный запас трещиностойкости. Поэтому в реальных условиях для практической оценки ресурса трещиностойкости можно ограничиваться величиной  $M_{mp,1}^*$ .

При необходимости дальнейшего уточнения  $M_{mp,1}^*$  можно заменить расчетные предельные силовые характеристики сжатой зоны на те характеристики, которые следуют из  $M_{mp,1}^*$  (рис. 4).

Этот прием состоит в том, что в сжатой зоне фибровые характеристики бетона  $R'_b$  приближенно заменяются на  $\sigma_{b,\phi}$ :

$$\sigma_{b,\phi} = \left( \frac{M_{mp,1}^*}{M_{np}^*} \right)^{\eta_\phi} R_b, \quad (\eta_\phi = 1/2), \quad (20)$$

напряжения в сжатой арматуре из условий совместности деформаций с бетоном принимаем:

$$\sigma'_s = \frac{E'_s}{E_{b,\phi}} \sigma_{b,\phi}, \quad (21)$$

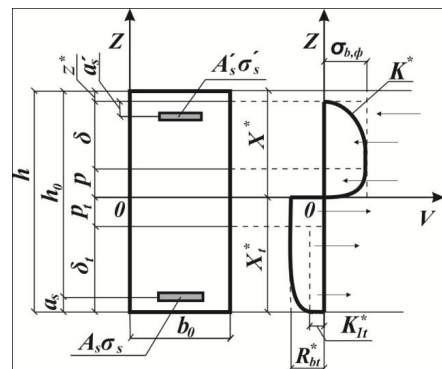


Рис. 4. Схема поперечного сечения и силового сопротивления образований трещин изгибаемого элемента поврежденного коррозией для второго приближения

причем при  $z^* \geq a'_s$  напряжении  $\sigma'_s$  считаем нулевым  $\sigma'_s = 0$ , и далее повторно применяется алгоритм (13)–(21).

Таким образом, построен метод оценки ресурса силового сопротивления образования трещин, в поврежденных коррозией изгибаемых железобетонных элементах находящихся в условиях эксплуатации.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Байдин, О.В. Трещиностойкость стержневых сборно-монолитных железобетонных конструкций / О.В. Байдин. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2010. – 101 с. – ISSN 978-5-361-00147-7.

2. Байдин, О.В. Силовое сопротивление образованию трещин поврежденного коррозией железобетона / О.В. Байдин // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2012. – № 1. – С. 11 – 14. – ISSN 2071-7318.

3. Бондаренко, В.М. Некоторые фундаментальные вопросы развития теории железобетона / В.М. Бондаренко // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. – 2010. – № 2. – С. 5 – 11. – ISSN 0039-2383.

4. Бондаренко, В.М. Феноменология кинетики повреждений бетона железобетонных конструкций, эксплуатирующихся в агрессивной среде / В.М. Бондаренко // Бетон и железобетон. – 2008. – № 2. – С. 25 – 28. – ISSN 0005-9889.

5. Феодосьев, А.И. Сопротивление материалов / А.И. Феодосьев. – М.: Изд-во Наука, Физматгиз, 1970.

Меркулов С. И., член-корр. РААСН, д-р техн. наук, проф.  
 Меркулов Д. С., канд. техн. наук, ст. преп.  
 Курский государственный университет  
 Стародубцев С. В., аспирант  
 Государственный университет – учебно-научно-производственный комплекс  
 Логачев К.И.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

## К ВЫБОРУ РАСЧЕТНОЙ МОДЕЛИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОГО СОСТАВНОГО ЭЛЕМЕНТА ТАВРОВОЙ ФОРМЫ ПРИ ИЗГИБЕ С КРУЧЕНИЕМ

89202614781@mail.ru

Выполнен анализ расчетных методов железобетонных элементов на изгиб с кручением. Приведены результаты экспериментальных исследований железобетонных элементов составного сечения при совместном действии крутящего и изгибающего моментов. Выявлен характер изменения напряженно-деформированного состояния железобетонных балок составного таврового сечения с учетом совместной работы бетонов с различными деформативно-прочностными характеристиками при сложном напряженном состоянии и схемы разрушения.

**Ключевые слова:** железобетон, тавровое сечение, изгиб с кручением, расчетная модель, эксперимент, предварительное напряжение.

Как показано в [1] расчет железобетонных элементов на действие крутящего момента производится на основе модели пространственных сечений. Эта модель принята в том числе и в СП 52-101-2003 [2], рассматривает сечение, образованное наклонными отрезками прямых, соединяющими по трем растянутым граням элемента и замыкающим отрезком прямой по четвертой сжатой грани элемента. При расчете рассматривают все возможные положения пространственного сечения, принимая его сжатую зону у нижней, боковой и верхней граней элемента. При этом необходимо проверять несущую способность наиболее опасного пространственного сечения. Наибольшей универсальностью обладает расчетная модель сопротивления железобетонных конструкций на кручение с изгибом, рассматривающая разрушение по спиральному пространственному сечению. При действии крутящих моментов в железобетонном элементе образуется спиральная трещина, которая в пределах трех граней элемента вместе с замыкающей ее сжатой зоной по четвертой грани образует пространственное сечение.

При расчете железобетонных элементов составного сечения необходимо учитывать ряд особенностей: работа в составе конструкции бетонов и арматуры различных классов, стадийность изготовления конструкций, компоновка сечения и другие. Для составных элементов прямоугольного сечения при изгибе с кручением реализована модель спирального пространственного сечения [1]. Однако на сегодняшний день отсутствует методика расчета предварительно напряженных таврового составного сечения. Это объясняется отсутствием достаточного объема данных экспериментально-

теоретических исследований конструкций данного типа. Справедливость применения той или иной методики расчета к железобетонным предварительно напряженным элементам составного сечения на действие изгибающего и крутящего моментов является целью настоящих исследований.

Выбор и экспериментальное обоснование расчетной модели конструкций обеспечивает конструктивную безопасность сооружения в целом [3].

Для оценки характера разрушения и определения закономерностей деформирования предварительно напряженных железобетонных элементов составного сечения при действии изгибающего и крутящего моментов разработаны и испытаны образцы двух серий.

Программа экспериментальных (табл. 1) исследований включала испытания следующих типов образцов:

- испытания стандартных образцов для определения физико-механических характеристик бетона и арматуры;
- испытания на изгиб с кручением составных железобетонных тавровых элементов с компоновкой поперечного сечения (Б-1), с приложением нагрузки  $l_1=l_2=1/3l$ ;
- испытания на изгиб с кручением составных железобетонных тавровых элементов с компоновкой поперечного сечения (Б-1), с приложением нагрузки  $l_1=1/8,75$ ;
- испытания на изгиб с кручением составных железобетонных тавровых элементов с компоновкой поперечного сечения (Б-2), с приложением нагрузки  $l_1=l_2=1/3l$ ;
- испытания на изгиб с кручением составных железобетонных тавровых элементов с

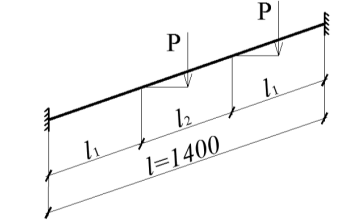
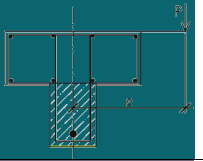
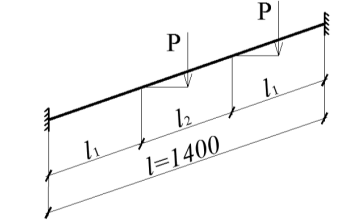
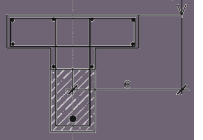
компоновкой поперечного сечения (Б-2), с приложением нагрузки  $l_1=1/8,75$ .

Усиливаемые элементы по серии БС были изготовлены в виде сборных железобетонных балок прямоугольного сечения ( $b \times h_1 = 120 \times 120$  мм) с предварительно напряженной арматурой и выпусками арматуры для последующего домонотирования. Класс бетона В25. В качестве напрягаемой арматуры была принята стержне-

вая арматура  $\varnothing 12$  мм класса Ат-V (А800) по ГОСТ 5781. Ненапрягаемая арматура балок по серии БС принята в виде плоских сварных каркасов с симметричным расположением продольной и поперечной арматуры из обыкновенной арматурной проволоки периодического профиля  $\varnothing 4$  мм класса Вр-I (В500) по ГОСТ 6727 шагом  $S_w = 50$  мм на приопорных участках и шагом  $S_w = 100$  мм в пролете.

Таблица 1

Программа экспериментальных исследований

Схема испытаний	Приложение нагрузки		Сечение образца	Серия
	№ схемы	Схема нагружения		
	1	$l_1=l_2=1/3l$		Б-1
	2	$l_1=620$ мм $l_2=160$ мм		
	1	$l_1=l_2=1/3l$		Б-2
	2	$l_1=620$ мм $l_2=160$ мм		

Сборные элементы добетонированы с одной стороны (сверху) монолитным бетоном класса В12,5. Размеры сечения монолитного бетона (для Б-1:  $b \times h = 300 \times 100$  мм; Б-2:  $b \times h_1 \times h_2 = 300 \times 70 \times 60$  мм) по всей длине балок назначены с учетом характеристик крупного заполнителя и пропорций реальных конструкций. Для монолитных частей балок Б-1 и Б-2 изготавливались каркасы из арматуры  $\varnothing 4$  мм класса Вр-I (В500) шаг  $S_w = 50$  мм. Выпуски арматуры  $\varnothing 4$  мм класса Вр-I (В500) длиной 120 мм из сборного элемента обеспечивали совместную работу усиливаемой части и бетона усиления.

Для эксперимента был разработан и изготовлен стенд, позволяющий проводить испытания на совместное действие изгибающего и крутящего моментов. Стенд представляет собой конструкцию шарнирно-рычажного типа сваренную из прокатных профилей, состоящую из опорной балки, стоек, шарнирно соединенных рычагов и упоров, обеспечивающих устойчивость опытных образцов на стенде. Конструкция опор и упоров опытных балок обеспечивала их устойчивость на всех этапах испытаний.

Продольные деформации измеряли индикаторами многооборотными часового типа МИГ-1 с ценой деления 0,001 мм на базе 150, 300 и 500 мм по ГОСТ 9696 и тензорезисторами типа

КФ5П1-20-200-А-12 с базой 20 мм по ТУ 3.06.7710-0001-93, наклеенными на бетон стенку тавра под углом  $45^\circ$  между местами приложения нагрузки. Показания тензорезисторов снимали с помощью автоматического электронного измерителя деформаций для полных тензорезисторных мостов и полумостов типа АИД-4. На боковых гранях сборного элемента под углом  $45^\circ$  между местами приложения нагрузки наклеивали по 18 тензорезисторов с каждой стороны. Для измерения в 72 точках электронный измеритель деформаций АИД-4 использовался в комплекте с коммутирующим устройством – переключателем АП-3. Цена деления в единицах относительной деформации 10-5.

Поворот измеряли индикаторами часового типа ИЧ-10 с ценой деления 0,01 мм, установленными в середине пролета экспериментальных балок. Индикаторами часового типа ИЧ-10 жестко крепили снизу, в середине и в верхней точке сечения сборного элемента для наблюдения за поворотом балки. На опорах опытных образцов были установлены с двух сторон по боковым граням индикаторы часового типа ИЧ-10 для исключения влияния деформаций обжатия опор и изменения формы при нагружении испытуемых элементов.

В процессе экспериментальных исследований выявлена закономерность образования и развития трещин в железобетонных образцах составного сечения при совместном действии крутящего и изгибающего моментов (рис. 2).

На стадии нагружения 0,75-0,82Nu появляются трещины (№1-№4) по нормальным сечениям в середине пролета образца. При дальнейшем нагружении происходит образование новых трещин (№5-№14) под углом близким к 45° и раскрытие старых трещин до 0,1 мм и их увеличение по длине.

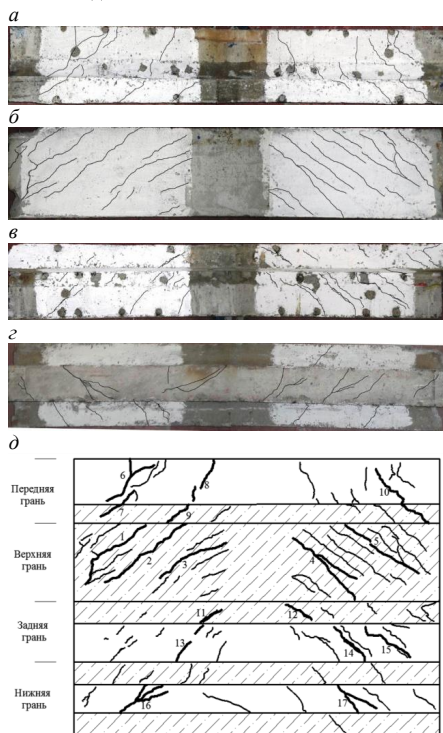


Рис. 2. Характер и характер разрушения железобетонных образцов по пространственным сечениям

а – передняя грань; б – верхняя грань; в – задняя грань; з – нижняя грань; д – схема трещин по разрезке образца

На стадии нагружения 0,8-0,85Nu наблюдалось появление трещин по стыковому шву бетонов с различными прочностными характеристиками. Однако смещение слоев бетонов относительно друг друга не наблюдалось.

На стадии нагружения 0,8-0,95Nu появляются трещины параллельные предыдущим и

увеличиваются по длине и ширине раскрытия до полного разрушения балки.

Разрушение образцов происходило по пространственному сечению по трещинам: №№2-11-13-16-8-9 и №№4-12-14-17-10. При действии крутящих моментов в железобетонном элементе образуется спиральная трещина. Образование пространственной трещины на нижней грани железобетонного элемента происходит перпендикулярно направлению главных деформаций удлинения бетона, а расположение конца фронта пространственной трещины у сжатой грани железобетонного элемента совпадает с направлением главных деформаций укорочения бетона – таким образом, пространственная трещина имеет спиралеобразную форму.

Таким образом, экспериментально подтверждена правомерность применения для оценки несущей способности составных железобетонных элементов таврового сечения расчетной модели спирального пространственного сечения.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Меркулов, Д.С. К выбору расчетной модели силового сопротивления железобетонных элементов при изгибе с кручением / Д.С. Меркулов // Промышленное и гражданское строительство. – 2009. – №10. – С. 46-48.
2. СП 52-101-2003. Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного напряжения арматуры.
3. Меркулов, С.И. Конструктивная безопасность эксплуатируемых железобетонных конструкций / С.И. Меркулов // Промышленное и гражданское строительство. – 2009. – №4. – С. 53-54.

Юрьев А. Г., д-р техн. наук, проф.,  
Калачук Т. Г., канд. техн. наук, доц.,  
Павленко В. И., д-р техн. наук, проф.,  
Панченко Л. А., канд. техн. наук, доц.,  
Рубанов В. Г., д-р техн. наук, проф.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

#### ТОНКИЕ ПОДПОРНЫЕ СТЕНКИ ИЗ СТЕКЛОФИБРОБЕТОНА

vestnik@intbel.ru

Рассмотрены особенности расчета и конструирования тонких подпорных стенок из стеклофибробетона. Подпорная стенка и грунтовая масса представлены в виде единой неоднородной среды, рассчитываемой по методу конечных элементов. С учетом больших деформаций и перемещений, а также нелинейного физического закона для грунта задача становится дважды нелинейной и решается посредством итерационной процедуры. В качестве эффективного материала для тонких подпорных стенок предложен стеклофибробетон, имеющий повышенные в сравнении с обычным бетоном показатели трещиностойкости, водонепроницаемости, эксплуатационной стойкости.

**Ключевые слова:** подпорная стенка, грунт, стеклофибробетон, расчет.

Рассмотрены особенности расчета и конструирования тонких подпорных стенок из стеклофибробетона. Подпорная стенка и грунтовая масса представлены в виде единой неоднородной среды, рассчитываемой по методу конечных элементов. С учетом больших деформаций и перемещений, а также нелинейного физического закона для грунта задача становится дважды нелинейной и решается посредством итерационной процедуры. В качестве эффективного материала для тонких подпорных стенок предложен стеклофибробетон, имеющий повышенные в сравнении с обычным бетоном показатели трещиностойкости, водонепроницаемости, эксплуатационной стойкости.

Подпорная стена – сооружение, удерживающее грунт от обрушения в откосах насыпей и выемок. Подпорные стены находят широкое применение в промышленном, дорожном, железнодорожном и гидротехническом строительстве, а также в горном деле. Основы их расчета содержатся в книге [1].

По принципу работы различают массивные, полумассивные, тонкоэлементные и тонкие подпорные стены. Первые три типа конструкций относят к категории гравитационных подпорных стен. Четвертый тип существенно отличается от них. Встречаются незаанкерованные и заанкерованные подпорные стенки. Предложенный в книге [1] способ их расчета по недеформированному состоянию является полуэмпирическим и не имеет теоретического обоснования.

Рядом исследований, проведенных в нашей стране и за рубежом, установлено, что теория Кулона для расчета тонких подпорных стенок неприемлема, что нашло отражение и в итогах Брюссельской конференции по проблеме давления грунта в сентябре 1958 года. Это подтверди-

ли и последующие исследования заанкерованных подпорных стенок, проводившиеся в больших масштабах в полевых условиях [2].

Давление грунта на тонкую подпорную стенку с анкерной опорой следует принимать не по закону треугольника Кулона, а по закону квадратной параболы. Кроме того, необходимо учитывать гибкость стенки, что осуществляется путем введения в формулу для определения ординат активного давления коэффициента гибкости, который определяется экспериментальным путем.

Для построения эпюры моментов в стенке нагрузка разбивается на отдельные полосы и заменяется сосредоточенными силами, при этом эпюра отпора не ограничивается снизу, так как достаточная глубина погружения стенки в грунт заранее неизвестна. Далее строится веревочный многоугольник, по положению замыкающей которого определяется упомянутая выше глубина погружения. Установлено, что на ее величину оказывает влияние гибкость стенки.

В итоге определяются наибольший изгибающий момент в стенке и усилие в анкер. Они отличаются на 17–19% от результатов на основе теории Кулона, по которой активное и пассивное давления обычно определяются без учета перемещений стенки, а также не принимаются во внимание величины смещений сползающей и выпирающей массы грунта и силы сопротивления по граням стенки.

Подобного рода задачи рассматриваются и в работе [3]. При определении бокового давления сыпучего тела на свободно стоящую стенку с учетом ее сдвига рассматриваются близкие к предельным состояния сдвига и призмы сползания, которая принимается как деформируемое тело неизменного объема. В качестве допущения

ний предполагается, что существует некоторая поверхность сползания, совпадающая с поверхностью скольжения по Кулону, сила сопротивления сдвигу пропорциональна перемещению стенки, причем в соответствии с опытными данными коэффициент постели при сдвиге составляет 0,7 от того же коэффициента при сжатии. Наибольший сдвиг возникает у низа стенки, а сдвиг у точки свободной поверхности равен нулю. Из двух условий равновесия (для стенки и грунтовой призмы) определяются как перемещения сдвига стенки, так и боковое допредельное давление грунта в зависимости не только от свойств грунта, но и от размеров стенки, ее веса и характеристики процесса сдвига стенки по грунту. Полученное боковое давление сыпучего тела больше, чем по Кулону.

В задаче о давлении грунта при сдвиге и повороте заглубленной стенки сила сопротивления грани стенки выражается через перемещение сдвига, а вертикальные перемещения не учитываются. Для определения трех неизвестных: перемещения стенки, угла ее поворота и равнодействующей давления грунта на стенку составляются три уравнения равновесия: два из условий равновесия стенки ( $\sum X = 0, \sum M = 0$ ) и одно из условия равновесия призмы сползания.

Несмотря на то, что правомерность принятых допущений требует дополнительного анализа, в принципе предложенный метод в некотором приближении дает возможность учесть жесткость основания, взаимодействие стенки с другими конструкциями и может использоваться как для статических, так и для динамических расчетов.

В то же время задачу определения давления грунта на подпорную стенку с учетом ее перемещений и жесткости основания можно рассматривать как статически неопределимую и решать методом перемещений в канонической форме.

На систему накладываются три связи, обеспечивающие неподвижность профиля в отношении вертикального, горизонтального и углового перемещений. Одновременно вводятся соответствующие перемещения: осадка, горизонтальный сдвиг и крен. Записываются три канонических уравнения метода перемещений, отрицающие наличие реакций во введенных связях.

При определении реакций этих связей от единичных перемещений учитываются возникающие от перемещений стенки давления грунта на ее грани. Вертикальная и горизонтальная реакции определяются проектированием соответствующих нормальных и касательных составляющих сил давления грунта на соответ-

ствующие оси. Для определения реакции по направлению угла поворота вычисляется момент от сил давления грунта путем умножения этих сил на соответствующие плечи.

Для напряжений по глубине массива грунта используются общепринятые зависимости, содержащие объемный вес грунта и коэффициент бокового давления, varying в свою очередь от коэффициента Пуассона грунта.

После решения системы канонических уравнений метода перемещений находятся искомые смещения, осадка и угол поворота, а затем горизонтальная и вертикальная составляющие давления грунта на стенку.

Рассмотрим теперь алгоритм решения задачи методом конечных элементов в форме метода перемещений при представлении подпорной стенки с грунтовой массой в виде единой неоднородной среды. Для приближенного назначения размеров области исследования можно проанализировать известные решения конкретных задач, а также использовать результаты модельных опытов. Окончательное определение границы области производится на основе свойства локальных напряжений.

Влияние сетки разбивки на точность результатов расчета чувствительно вблизи участков зоны контакта стенки с грунтом как области с резко различными показателями деформируемости.

Поскольку в общем случае могут иметь место большие деформации и перемещения, необходим учет геометрической нелинейности. А так как в общем случае грунту присущ нелинейный физический закон, то задача становится дважды нелинейной. Матрица  $B$ , устанавливающая нелинейную связь между деформациями и перемещениями, выводится на итерационном шаге для приращений указанных величин. Ее можно представить в виде

$$[B] = [B_0] + [B(\delta)],$$

где  $[B_0]$  – матрица деформаций в геометрически линейной задаче;  $[B(\delta)]$  – матрица деформаций от перемещений  $\delta$ .

После каждого итерационного шага производится пересчет механических характеристик для каждого из элементов нелинейной области. При этом секущие модули сдвига ( $G$ ) и объемной деформации ( $K$ ) определяются из физических законов для сдвига и объемной деформации, а секущий модуль продольной деформации  $E$  и коэффициент поперечной деформации  $\nu$  вычисляются по формулам:

$$E = \frac{9KG}{3K + G}, \quad \nu = 0,5 - \frac{1,5G}{3K + G}.$$

При определении предельного состояния материала грунта используем гипотезу Мизеса-Шлейхера. Предельное состояние на плоскости контакта стенки и грунта в определенной мере зависит от угла трения между сыпучим телом и плоскостью стенки. При появлении растягивающих напряжений вводится поправочное начальное напряжение, сводящее их к нулю.

В итоге матрицу жесткости можно представить в виде

$$[K] = [K_0] + [K(\delta)] + [K(\sigma)],$$

где  $[K_0]$  – матрица жесткости в линейной задаче;  $[K(\delta)]$  – матрица, отражающая влияние больших перемещений;  $[K(\sigma)]$  – матрица, зависящая от величины напряжений.

Описанный алгоритм решения методом конечных элементов позволяет получить представление о работе конструкции подпорной стенки и грунта на всех этапах деформирования, вплоть до разрушения.

Для устойчивости подпорной стенки, т.е. для предотвращения выпирания грунта, наибольшее реактивное давление у подошвы стенки должно быть меньше предельного сопротивления грунта, определяемого разностью между пассивным и активными давлениями.

Материалом для массивных подпорных стен обычно служит бетон. В случае тонкостенной конструкции необходимо дополнительное армирование. Наряду со стальными сетками и каркасами в последнее время находит применение дисперсное армирование стекловолокном [4] и в необходимых случаях углеродными волокнами [5].

Будучи композитом, стеклофибробетон сочетает в себе положительные свойства бетонной матрицы, касающиеся высокой прочности на сжатие, и вместе с тем, благодаря включению в работу стеклофибры, он имеет повышенные в сравнении с обычным бетоном показатели трещиностойкости, водонепроницаемости, эксплуатационной стойкости. В то время как бетон слабо сопротивляется растягивающим усилиям, фибробетон аналогичной марки может иметь в сравнении с бетоном предел прочности на растяжение при изгибе выше в 4-5 раз, на осевое растяжение выше в 3-4 раза, ударную вязкость больше в 15-20 раз, а это важно для эксплуатации значительной части несущих конструкций, в том числе и тонких подпорных стенок.

Стеклофибробетон рекомендуется для изготовления конструкций, в которых могут быть наиболее эффективно использованы следующие

его технические преимущества по сравнению с бетоном и железобетоном [6]:

- повышенные трещиностойкость, ударная вязкость, износостойкость, морозостойкость и атмосферостойкость;
- возможность использования более эффективных конструктивных решений, чем при обычном армировании, например, применение тонкостенных конструкций;
- возможность снижения или полного исключения расхода стальной арматуры, например, в конструкциях с экономической ответственностью;
- снижение трудозатрат и энергозатрат на арматурные работы, повышение степени механизации и автоматизации при производстве фибробетонных конструкций.

Для стеклофибробетонных конструкций предусматривается конструкционный мелкозернистый бетон средней плотности 2300 кг/м<sup>3</sup> на кварцевом песке с крупностью зерен от 1,5 мм до 2,3 мм.

В качестве вяжущих для приготовления мелкозернистого бетона стеклофибробетонных конструкций применяется портландцемент, глиноземистый цемент марок не ниже М400, а также добавки микрокремнезема или вяжущие низкой водопотребности.

Для армирования стеклофибробетонных конструкций применяется фибра в виде отрезков стекловолокна, как правило, длиной от 10 до 60 мм, изготавливаемая путем рубки:

- ровинга из щелочестойкого (цементостойкого) стекловолокна;
- ровинга из алюмоборосиликатного (нещелочестойкого) стекловолокна.

Длина фибры принимается в зависимости от размеров и процента армирования конструкций, вида технологического оборудования по приготовлению и укладке стеклофибробетонной смеси.

Для армирования мелкозернистого бетона на портландцементе используется фибра из щелочестойкого волокна. Нещелочестойкое волокно применяется для армирования бетона на основе глиноземистого цемента, портландцемента с добавкой гипса или микрокремнезема на ограниченный срок службы.

Представляется актуальной проблема оптимизации фибробетона. Насыщаемость фибрами должна быть подчинена силовой схеме конструкции. Другими словами, управление процессом структурообразования конструкции должно иметь подсистему напряженно-деформированного состояния, прогнозирующую поведение конструкции в реальных условиях.

Несущие стеклофибробетонные элементы, к числу которых относятся большей частью элементы тонкостенных конструкций, как правило, имеют комбинированное армирование. Фибры сочетаются со стержневой, проволочной стальной арматурой или стержневой стеклопластиковой арматурой.

Равномерно распределенная по толщине сечения стальная стержневая или проволочная арматура может быть учтена путем ее приведения к фибровому армированию [6]:

$$\mu_f^{red} = \mu_f + \mu_s (R_s / R_{fb}),$$

где  $\mu_f$  – коэффициент фибрового армирования по объему;  $\mu_s$  – коэффициент армирования стальной арматурой;  $R_{fb}$  – расчетное сопротивление растяжению стеклофибробетона;  $R_s$  – расчетное сопротивление растяжению стальной арматуры.

В основу величины  $R_{fb}$  положено расчетное сопротивление растяжению фибровой арматуры  $R_f$ . Оно корректируется коэффициентами, учитывающими: влияние бетона-матрицы на прочность фибробетона, насыщенность фибрами по объему, ориентацию фибр, влияние их длины и условия работы. Под последними подразумеваются длительность действия и многократная повторяемость нагрузки, агрессивность среды, способ изготовления конструкции и др.

Коэффициент фибрового армирования по объему рекомендуется принимать в пределах  $0,01 \leq \mu_f \leq 0,05$ . Допускается при экономическом обосновании принимать  $\mu_f > 0,05$ , когда к конструкции предъявляются повышенные требования в части трещиностойкости.

Предложенный алгоритм расчета тонких подпорных стенок сочетается с наиболее востребованными программами расчета строительных конструкций, а возведение их из стеклофибробетона соответствует прогрессивным процессам в строительной отрасли.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Клейн Г.К. Расчет подпорных стен. / Г.К. Клейн. – М.: Высшая школа, 1964. – 196 с.
2. Гончаров Ю.М. К вопросу о применении теории Кулона для определения давления грунта на гибкие стенки / Ю.М. Гончаров // Основания, фундаменты и механика грунтов, - 1959. - №4. – С. 8– 10.
3. Снитко Н.К. Определение бокового давления грунта по уравнениям совместности перемещений сдвига / Н.К. Снитко // Основания, фундаменты и подземные сооружения. – 1963. - №1. – С. 12–14.
4. Юрьев А.Г. Расчет по второму предельному состоянию статически неопределимых композитных балок / А.Г. Юрьев, Л.А. Панченко // Конструкции из композиционных материалов. – 2006. – №2. – С. 82– 83.
5. Ямб Эммануэль. Новые подходы к формированию строительных конструкций на основе углеродных наносистем / Ямб Эммануэль, А.Г. Юрьев, Л.А. Панченко, И.Р. Серых // Вестник БГТУ. – 2009. - №3. – С. 67– 69.
6. Проектирование и основные положения технологий производства фибробетонных конструкций (ВНС 56 – 97). – М.: НТУ НИЦ «Строительство», 1997. – 94 с.

Романенко И. И., канд. техн. наук, доц.,  
Пинт Э. М., канд. техн. наук, проф.,  
Романенко М. И., студент  
Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

## ДЕФОРМАЦИИ ЦЕМЕНТНОГО КАМНЯ ПРИВОДЯЩИЕ К ОБРАЗОВАНИЮ ПОВЕРХНОСТНЫХ ТРЕЩИН

rom1959@yandex.ru

Установлено, что введение в состав шлакоцеолочного вяжущего  $S_{30}=1800 \text{ см}^2/\text{г}$  тонкодисперсных отходов производств, например гранитной пыли с удельной поверхностью  $S_{30}=4100 \text{ см}^2/\text{г}$  снижает внутреннее усадочное напряжения приводящие к образованию поверхностных трещин. Композиционное вяжущее приготовленное на основе молотых доменных шлаков, гранитной пыли и портландцемента позволяет снизить вероятность образования усадочных трещин как в начальный момент набора прочности так и в возрасте 90 суток.

**Ключевые слова** молотый граншлак; гранитная пыль; удельная поверхность; усадка; трещинообразование; испарение влаги; прочность на сжатие.

Начало двадцать первого века ознаменовалось значительными достижениями в технологии бетона. В эти годы получили широкое распространение новые эффективные вяжущие, гиперпластификаторы - модификаторы вяжущих и бетонов, технологические приемы в производстве бетонов.

Особой задачей является создание бетонов с максимальным использованием техногенного сырья и продуктов переработки при сохранении высоких эксплуатационных свойств композиционных материалов. Забота о сохранении природных ресурсов и окружающей среды, экономном использовании энергии стимулирует эту деятельность. Этой тематике посвящены работы Баженова Ю.М., Комохова П.Г., Калашникова В.И., Хозина В.Г., Рахимова Р.З., Тараканова О.В. [1, 2, 3, 4, 5, 6].

Однако с достижением высоких показателей прочности бетонов, их технологичности и экономичности не решается в полной мере вопрос по снижению трещинообразования в цементном камне в возрасте 10–90 суток, когда прочность бетона на сжатие достигает 200–300 кг/см<sup>2</sup>. Причина склонности бетонов к трещинообразованию заключается как во внутренних, так и во внешних процессах. На наш взгляд в причинах разрушения целостности цементного камня за счет образования поверхностных трещин лежит усадка и тонкость помола вяжущего.

Усадка цементного теста наступает с момента затворения вяжущего водным раствором и зависит она от продолжительности схватывания, интенсивности испарения поверхностной влаги, интенсивности снижения влажности образца в результате гидратации. Это так называемая первичная причина вызывающая усадку. Вторичная усадка зависит от содержания в бетоне алюминатов, щелочей, тонкости помола вяжущего.

Н.А. Мошанский [7], З.Н. Цилюсани [8], А.Е. Шейкин [9], Г.Л. Калоусек [10] по разному

склонны рассматривать процессы приводящие к деформации цементного камня в бетоне при твердении и вызывающие образование поверхностных трещин. Единого мнения нет.

В своей работе [11] О. Врано считает, что наибольшее влияние на усадку оказывает наличие в бетоне микропор диаметром 0,01–15 мкм. В которых наблюдается рост капиллярного давления. Увеличение содержания в мелком заполнителе пылевидных фракций (крупностью  $\leq 0,063$  мм) приводит к увеличению содержания капиллярных микропор.

Усадка при высыхании интенсивно происходит впервые 10–12 ч, причем, чем больше срок предварительной выдержки перед высыханием, тем ниже усадка. С. Гото [12] установил, что усадка цементного камня при В/Ц=0,3 и относительной влажности 35, 50 и 70 % через 20 ч составляет соответственно 0,33, 0,25 и 0,09 %. Из чего следует, что движущей силой усадки являются капиллярные силы и силы, возникающие при удалении межслоевой воды из гидросиликатов кальция.

Если псевдообразжидать цементный гель в конечной стадии формирования коагуляционной структуры, как считает И. Н. Ахвердов, то деформации контрактационного происхождения в цементном камне не возникают вновь, так как основная часть усадочных деформаций проявляется в стадии коагуляционного структурообразования цементного геля [13].

Основной целью наших исследований явилось изучение процессов твердения и кинетики набора прочности композиционных материалов-бетонов на основе техногенных отходов производств и мелких некондиционных песков. При этом решаются следующие задачи: - получение мало затратных и дешевых бетонов, но в тоже время отвечающих всем требованиям, по долговечности предъявляемым к конструкциям из этих бетонов.



Применение техногенных отходов позволит выпускать гидравлическое вяжущее со специальными свойствами, которое может заменить портландцемент для низкомарочных растворов и бетонов. Речь не идет о полной замене портландцемента, а только о расширении номенклатуры выпускаемых вяжущих.

Наличие гранитной пыли объемом 35–45 т/сут. с удельной поверхностью 2000–4400 см<sup>2</sup>/г и молотых доменных граншлаков новолипецкого металлургического комбината (НМК) с удельной поверхностью 1700–1830 см<sup>2</sup>/г способствовали разработке вяжущего для получения бетонов прочностью 10,0–90,0 МПа. Первая задача которую решили - это гарантированное получение бетонов прочностью 300кг/см<sup>2</sup>.

Для проведения исследований использовали следующие материалы: портландцемент М500 Д0 «Мордовцемент», дисперсная гранитная пыль «Павловского» карьера, молотый граншлак НМК, песок овражный с модулем крупности  $M_{np}=1,2$  Пензенской области, щебень гранитный фракции 5–10 мм прочностью 1000–1200 кг/см<sup>2</sup> «Павловского» карьера, жидкое стекло с силикатным модулем 1,65. В качестве пластификатора применяли гиперпластификатор «Одолит-К» в количестве 0,8 % от минеральной составляющей вяжущего вещества.

Составы композиционного вяжущего

№ пп	Ингредиенты	№ состава, %										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Молотый граншлак $S_{уд}=1800 \text{ см}^2/\text{г}$	100	80	70	50	30	20	10	10	-	-	-
2	Портландцемент $S_{уд}=3450 \text{ см}^2/\text{г}$	-	-	20	30	50	50	60	70	80	100	-
3	Гранитная пыль $S_{уд}=4100 \text{ см}^2/\text{г}$	-	20	10	20	20	30	30	20	20	-	-
4	Молотый граншлак $S_{уд}=3500 \text{ см}^2/\text{г}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100

Из полученных данных (табл. 2) видно, что наибольшую прочность получили составы № 1, 2. В качестве вяжущего применяли шлакощелочное. Прочность на сжатие состава № 2 превышает прочность состава № 10 (контрольный состав) приготовленного на портландцементе на 62,1 %. В тоже время на поверхности бетонных образцов состава № 1 через 18 суток твердения в камере нормального твердения образуется мельчайшая сеть микротрещин (рис. 1). Располагаются они на поверхности, контактирующей с воздухом. Через 3 дня микротрещины образовали сеть, которая перешла и на боковые грани образцов. Прочность на сжатие в 28 суточном возрасте составила 43,2 МПа, а в возрасте 90 суток-35,5 МПа. Сброс прочности составляет-17,82 %.

Особый интерес представляют бетонные образцы состава №1 при твердении на воздухе и скорости движения воздушных масс со скоростью 0,7 м/с. Данные образцы после формовки подвергались тепловлажностной обработки при

Вяжущее готовили в шаровой лабораторной мельнице. Ингредиенты в заданной пропорции смешивались в мельнице. Время механической активации композиционного вяжущего составляло 40 минут. Варьировалось содержание граншлака, гранитной пыли и портландцемента. В табл. 1 приведены составы композиционного вяжущего используемых для исследований свойств тяжелых бетонов.

Из полученных составов вяжущих изготавливались бетоны одного состава. Формовались кубики размером 100×100×100мм по 6 образцов на одно испытание. Образцы твердели в нормальных условиях при температуре 20 °С и влажности 90 %. Испытания проводили в возрасте 3, 14, 28 и 90 суток. Составы бетонной смеси и результаты испытаний бетонов на сжатие представлены в табл.2. Причем, условия твердения бетонов помимо камеры нормального твердения моделировали в условиях полного погружения в ванну при температуре воды 20 °С, твердение в ванной, когда образцы бетона изолированы от взаимодействия с водой полиэтиленовой пленкой, твердение на воздухе при температуре 20 °С и влажности 64 % и твердение после извлечения образцов бетона из форм после ТВО на воздухе при движении воздушного потока со скоростью 0,7 м/с.

Таблица 1

Кинетика набора прочности бетонов при твердении в камере нормального твердения

№ композиционного вяжущего	Расход ингредиентов бетонной смеси, кг/м <sup>3</sup>						Осадка конуса, см	Прочность бетона на сжатие в возрасте сут. Нормального хранения, Мпа			
	Вяжущее, кг	Жидкое стекло, % / кг	Гиперпластификатор-«Одолит», %	Пески фракций (0,16-0,63)+(0,63-2,5)	Щебень фракции 5-10 мм	Вода		7	14	28	90
1	300	5,6 /16,8	-	735 (245+490)	1155	175	8	22,0	31,2	42,3	35,5
2	300	5,6 /16,8	-	735 (245+490)	1155	175	7-8	26,4	35,3	45,4	51,3
3	300	-	0,8%	735 (245+490)	1155	175	7	2,1	3,4	5,2	6,8
4	300	-	0,8%	735 (245+490)	1155	175	7	3,0	5,9	9,7	11,3
5	300	-	0,8%	735 (245+490)	1155	175	7	7,7	13,4	18,8	22,4
6	300	-	0,8%	735 (245+490)	1155	175	7-8	13,5	23,4	32,8	37,8
7	300	-	0,8%	735 (245+490)	1155	175	7	16,8	33,0	40,0	44,9
8	300	-	0,8%	735 (245+490)	1155	175	7	12,5	24,5	34,1	40,1
9	300	-	0,8%	735 (245+490)	1155	175	8	14,7	16,4	28,9	35,4
10	300	-	0,8%	735 (245+490)	1155	175	8	10,1	15,8	28,0	33,1
11	300	5,6 /16,8	-	735 (245+490)	1155	175	6	26,6	37,1	44,8	52,8



Рис. 1. Сетчатые трещины на поверхности бетонных кубиков, состав №1 через 18 суток твердения в камере нормального твердения

Усадка всегда вызывает возникновение напряженного состояния в бетоне. Устранить полностью деформации цементного камня при усадке полностью невозможно. Правильно подобранном составом бетона по количеству вяжущего, наполнителя мелкодисперсного, заполнителя с его деформативными свойствами и фракционным составом можно уменьшить напряжения в бетоне от усадки. Однако и в этом случае бетон может получить значительные нарушения

в результате внешнего массообмена бетона со средой. Испарение влаги на ранней стадии интенсифицирует развитие сжимающих капиллярных сил, вызывающих значительную усадку бетона, находящегося в пластическом состоянии. Интенсивное испарение влаги под действием движения воздушных масс вызывает неравномерное ее распределение по сечению изделия, что способствует развитию неравномерной усадки, возникновению напряженного состояния и нарушению целостности бетона. В результате чего происходит зарождение трещин на поверхности образца со стороны наиболее интенсивной потери влаги. Данное заключение подтверждается проведенными нами экспериментами.

Относительная влажность окружающей среды также значительно влияет на усадку бетона. Бетон, хранящийся в сухих условиях, претерпевает усадку, но набухает в воде или атмосфере со 100%-ной влажностью [14]. Это указывает на то, что парциальное давление водяных паров внутри цементного камня всегда меньше, чем давление насыщенного водяного пара. Лорман установил существование промежуточной влажности (94 %), при которой бетон находится в гигроскопическом равновесии.

Но твердение образцов бетона в водной среде при постоянстве температуры, отсутствия интенсивного испарения влаги и неравномерного распределения ее по сечению процессами усадки полностью не объяснить. Возможно, здесь присутствуют факторы характеризующие гидратацию частиц вяжущего, и интенсивности образования гелевидных продуктов на поверхности гидратируемых частиц.

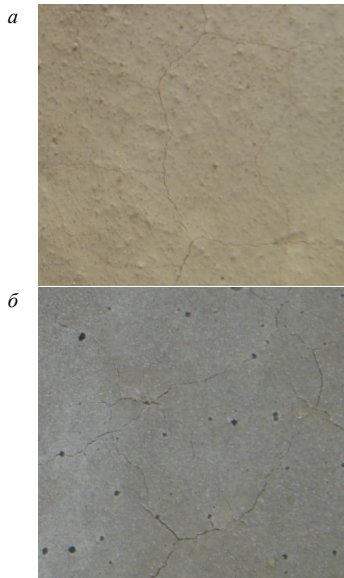


Рис. 2. Сетчатые трещины на поверхности бетонных кубиков, состав №1 твердения в ванне при температуре воды 20°C: а – контакт с водой, через 38 суток; б – изолирована поверхность полиэтиленовой пленкой, через 50 суток

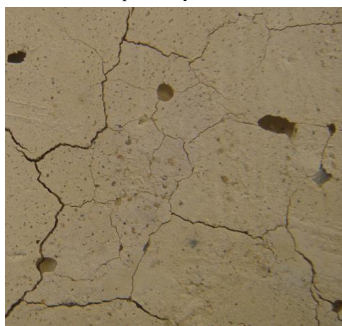


Рис. 3. Сетчатые трещины на поверхности бетонных кубиков, состав №1 прошедшего ТВО, через 3 суток твердения на сквозняке при скорости движения воздушных масс 0,7 м/с

Фазовый состав продуктов твердения шлака, площадь и тип контакта между частицами вяжущего и заполнителем, плотность продуктов гидратации, общая пористость и распределение пор по размеру являются факторами, определяющими как прочность, так и долговечность искусственного камня [15]. Причина недолговечности искусственного бетонного камня скрывается в дисперсности вяжущего, в особенностях его химического и фазово-минералогического состава,

в условиях твердения и взаимодействия с окружающей средой.

Трещинообразование в цементном камне на основе молотого доменного граншлака в присутствии большого количества свободной щелочи, наряду с высокой концентрацией, следует считать также размер частиц молотого шлака.

Набор прочности шлакощелочного камня определяется формированием промежуточных неравновесных фаз, в случае достижения фазовых равновесий возможно произойдет сброс набранной прочности. Этими процессами можно объяснить незавершенность некоторых химических реакций, которые протекают в твердеющем шлакощелочном камне. Реакция гидратации шлакового стекла в щелочной среде камня протекают лишь частично с поверхности. Глубина проникновения щелочи внутрь крупных частиц шлаковых зерен незначительна. При этом наблюдается неполный выход продуктов гидратации на поверхность за счет образования плотной капсулирующей оболочки. Оболочка проницаема для щелочного раствора, но непроницаема для продуктов гидратации и в результате чего повышается внутреннее напряжение в системе. Впоследствии с изменением внешних условий набора прочности бетоном, а именно температуры, влажности окружающей среды - распределение влаги внутри образца по сечению не равномерно, что способствует разупрочнению цементного камня и саморазрушению за счет неравномерного распределения внутренних напряжений. Движение влаги к наружной грани приводит к образованию поверхностных трещин (рис.2 а, б).

Тонкий размол сырьевой шихты вяжущего (удельная поверхность 3000–4500 см<sup>2</sup>/г) снижают опасный порог образования трещин в период набора прочности (табл.1, 2; состав 11). Повышенные удельной поверхности молотого граншлака до 3000–4500 см<sup>2</sup>/г с 1800 см<sup>2</sup>/г способствует повышению прочности бетонов, и снижению интенсивности усадки в процессе твердения цементного камня, что в конечном счете позволит снизить вероятность образования поверхностных трещин и нарушения целостности бетонов.

В шлакощелочных вяжущих всегда присутствует избыточное количество свободной щелочи, взаимодействие которой с реакционно активным кремнеземом (песок) приводит к образованию зон с повышенным внутренним напряжением, к образованию трещин, а в дальнейшем к разрушению.

Введение тонкодисперсной составляющей вяжущего на основе пыли от дробления гранитного щебня в количестве 20 % способствовало получению прочности на сжатие в 28 сутокного возрасте твердения 45,4 МПа. Наличие поверхностных трещин на образце бетона в возрасте 90 суток не обнаружено. Прочность бетона на сжа-

тие 51,3 МПа. По сравнению с 28 сутокными показателями прирост составил 12,99 %.

Бетоны, изготовленные без применения щелочного компонента вяжущего (составы №3, 4, 5, 6, 7, 8, 9) обладают высоким сопротивлением к образованию поверхностных трещин за счет снижения усадочных напряжений и высокой удельной поверхностью вяжущего.

Прочность в возрасте 28 суток колеблется в зависимости от вяжущего от 5,2 до 40,0 МПа.

Наиболее оптимальный состав вяжущего по нашим исследованиям является №7 (таб.1). Где содержание портландцемента 60 %, молотого граншлака 10 % и гранитной пыли 30 %. Такая композиция вместе с гиперпластификатором «Одолит-К» в количестве 0,8 % от минеральной части вяжущего позволяет получить бетоны прочностью 40,0МПа.

Расход вяжущего на 1м<sup>3</sup> бетонной смеси составляет 180 кг. Мелкодисперсная составляющая вяжущего (портландцемент, молотый шлак, гранитная пыль) приводит к уменьшению свободной воды в системе за счет адсорбционно-связанной. В результате введения в систему гиперпластификатора изменяются реологические и технологические свойства бетонной смеси. Разжижающий эффект наблюдается в большей мере при взаимодействии гиперпластификатора с мелким заполнителем, чем с частицами портландцемента.

#### Выводы

1. Представлены результаты исследований кинетики набора прочности и условия образования усадочных трещин в бетонах изготовленных на основе техногенных отходов производств, позволивших установить закономерности развития усадочных трещин в этих бетонах.

2. Вяжущее модифицированное тонкомолотыми отходами производств (пыль от дроблений гранитных пород с  $S_{уд}=4100$  см<sup>2</sup>/г, молотые доменные граншлаки с  $S_{уд}=1800$  см<sup>2</sup>/г) и некондиционными песками позволяют повысить терещинностойкость бетонов.

3. При  $S_{уд}=1800$  см<sup>2</sup>/г молотого граншлака выявлена оптимальная величина введения в шлакощелочное вяжущее гранитной пыли с удельной поверхностью  $S_{уд}=4100$  см<sup>2</sup>/г., что составляет 20 % от массы композиционного шлакощелочного вяжущего.

4. При минимальном расходе портландцемента и использовании техногенных отходов производств возможно получение рентабельного бизнеса по выпуску изделий из бетона или производства сухих бетонных смесей различных марок для ремонтных и других видов строительных работ.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Баженов Ю.М., Калашников В.И., Демьянова В.С. Модифицированные высококачественные бетоны. - М, Изд-во АСВ, 2006. С-368.

2. Комохов П.Г. Влияние внутренних и внешних факторов на влажностную усадку цементных систем/ П.Г. Комохов, А.М. Харитонов // Academia. Архитектура и строительство. – 2009. – №2. – С. 95–97.

3. Калашников В.И. Новые геополлимерные материалы из горных пород, активированные малыми добавками из шлака и щелочей / В.И. Калашников, В.Л. Хвастунов, Н.И. Макридин, А.А. Карташов // Строительные материалы. – 2006. – №6. – С.93.

4. Хозин В.Г. Модификация цементных бетонов малыми легирующими добавками / В.Г. Хозин, Н.Н. Морозова, И.Р. Сибгатуллин, А.В. Сальников // Строительные материалы. – 2006. – №10. – С. 30–32.

5. Рахимов Р.З. К комплексному использованию шлаков и бетонного лома в производстве шлакощелочных вяжущих /Рахимов Р.З., Рахимова Н.Р.,Фатыхов Г.А.// Известия КазГАСУ, Строительные материалы и изделия. 2011-№2.-С. 218-233.

6. Тараканов О.В. Формирование микроструктуры наполненных цементных материалов/ Е.О. Тараканова //Инженерно-строительный журнал. – 2009. – №8.– С.13–16.

7. Мощанский Н.А. Плотность и стойкость бетонов/ Н.А. Мощанский. – М.: Госстройиздат, 1951. – С.175.

8. Цилюсани З.Н. Усадка и ползучесть бетона. Тбилиси, 1963.

9. Шейкин А.Е., Якуб Т.Ю. Безусадочный портландцемент. – М, Стройиздат, 1966. – С.13.

10. Калаусек Г.Л. Процессы гидратации на ранних стадиях твердения цемента /Г.Л. Калаусек //VI международный конгресс по М, Изд-во «Наука», 1986.- Физико- химические основы формирования структуры цементного камня/ Под редак. Л.Г. Шпыновой

11. Батраков В.Г. Модифицированные бетоны.- М, 1990.С.132.

12. Vrana O. Vplyv jemnych frakcii kameniva na porovu strukturu a zmrastovanie betonov. Влияние мелких фракций заполнителя на поровую структуру и усадку бетонов. //Stavebn. cas. – 1987. – №1. – pp. 3–22.

13. Goto S. The drying shrinkage of cement paste. Усадка цементного камня при высыхании. //Сэмэнто конкурито=Cem. and Concr. –1989. – №508. – С. 25.

14. Ахвердов И.Н. Теоретические основы бетоноведения: Учеб. Пособие. – М.: Выш. шк., 1991. – С.188.

15. Nagamatsu S., Kawakami Y. Shrinkage and stress caused by drying of concrete. Усадка и усадочные напряжения при высыхании бетона. //Rev. 31st Gen. Meet. Techn. Sess., Tokyo, -1977. - pp.151–153.

Трунов П. В., аспирант,  
Алфимова Н. И., канд. техн. наук, доц.,  
Вишневская Я. Ю., канд. техн. наук, и. с.,  
Евтушенко Е. И., д-р техн. наук, проф.  
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

## ВЛИЯНИЕ СПОСОБА ПОМОЛА НА ЭНЕРГОЕМКОСТЬ ИЗГОТОВЛЕНИЯ И КАЧЕСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОМПОЗИЦИОННЫХ ВЯЖУЩИХ\*

alfimovan@mail.ru

В статье рассмотрены возможные способы изготовления композиционных вяжущих и их недостатки. Приведены результаты исследований по определению влияния способов помола на энергоемкость изготовления и качественные характеристики ТМЦ-50, изготовленного с использованием четырех разновидностей песков, входящих в различные генетические группы. При раздельном помоле время, необходимое для достижения заданной удельной поверхности композиционного вяжущего, сокращается в два раза в сравнении с совместным помолом.

**Ключевые слова:** композиционное вяжущее, кремнеземосодержащий компонент, коэффициент качества, энергоемкость помола.

В настоящее время разработана широкая номенклатура композиционных вяжущих (КВ), где в качестве кремнеземосодержащего компонента используется сырье как природного, так и техногенного происхождения [1–6].

Получение КВ возможно двумя способами. В первом случае используется портландцементный клинкер, это возможно только тогда, когда выпуском композиционных вяжущих занимается цементный завод, при этом для помола используются те же мельницы, что и для изготовления портландцемента. Однако, на данный момент, такие производства отсутствуют, а их организация затрудняется большими затратами по переналадке оборудования.

Наиболее реальным и осуществимым в настоящее время является способ изготовления композиционных вяжущих путем помола товарного портландцемента с добавками.

Следует отметить что для обоих способов возможно осуществлять помол как одно- так и многостадийно.

Одностадийная схема подразумевает одновременную загрузку всех составляющих КВ и их совместный помол. При этом не учитываются различия в гранулометрии и твердости компонентов входящих в состав смеси, что может привести к повышению энергоемкости процесса, снижению показателей однородности размолотого материала и как следствие снижению качественных характеристик конечного продукта.

При многостадийной схеме все компоненты мелются раздельно до удельной поверхности самого высокодисперсного (например, портландцемента) и далее производится их совместный помол до заданной удельной поверхности конечного продукта. При этом процесс изготовления усложняется в сравнении с одностадийной

схемой, однако позволяет исключить ее недостатки.

Задача исследования состояла в сопоставлении энергоемкости помола и качественных характеристик ТМЦ-50, изготовленного при совместном и раздельном помоле компонентов.

В качестве кремнеземосодержащего сырья было выбрано четыре разновидности песков, входящих в различные генетические группы и как следствие имеющие различный химико-минералогический состав гранулометрично и твердость:

- осадочные (природные) – кварцевый песок;
- магматические (природные) – полнокристаллический вулканический пепел (республики Эквадор);
- метаморфические (техногенные) – отсев дробления кварцитопесчаника зеленосланцевой степени метаморфизма (Лебединский ГОК);
- пирогенные (техногенные) – отход производства керамзитового гравия, образующийся на стадии сортировки (ОАО ЖБК-1, г. Белгород).

При получении композиционных вяжущих помол проводился до удельной поверхности 500–550 м<sup>2</sup>/кг на вибрационной лабораторной мельнице.

При использовании керамзитовой пыли совместный помол не осуществлялся, что обусловлено ее высокой начальной удельной поверхностью (630 м<sup>2</sup>/кг).

Анализ полученных результатов показал (рис. 1), что при совместном помоле для достижения заданной удельной поверхности ТМЦ-50 с использованием кварцитопесчаника необходимо затратить 20 мин, а при применении кварцевого песка и вулканического пепла – 30 мин. Это обусловлено тем, что кварцитопесчаник состоит из отдельных агрегатов с большой де-

фектностью кристаллов, в то время как вулканический пепел и природный песок представляют собой практически монодисперсное вещество с близкой твердостью порообразующих минералов.

При раздельном помоле время, необходимое для достижения идентичной удельной по-

верхности, сокращается в два раза. Это можно объяснить тем, что при различной размолоспособности компонентов большая часть энергии тратится на диспергирование более мягких составляющих, которые препятствуют разрушению минералов с большей твердостью.

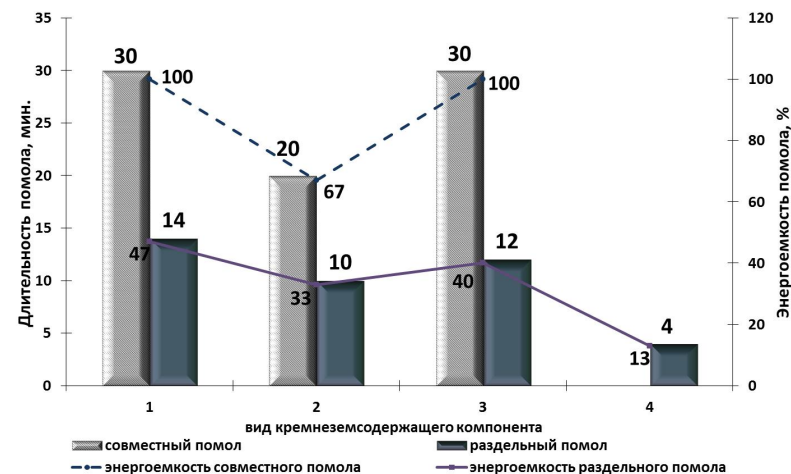


Рис. 1. Зависимость длительности помола ТМЦ-50 от вида кремнеземосодержащего компонента и способа помола:

1 – кварцевый песок; 2 – кварцитопесчаник; 3 – вулканический пепел; 4 – керамзитовая пыль

Исследование влияния способа помола на качественные характеристики ТМЦ-50 производилось путем сопоставления гранулометрии композиционных вяжущих и определение коэффициента качества ( $K_k$ ) кремнеземосодержащего компонента [7].

Анализ результатов  $K_k$  показал (табл. 1), что при раздельном помоле компонентов вяжущего, значения коэффициента качества по отношению к эталону (ТМЦ-50 с использованием вольского песка изготовленного совместным помолом) увеличиваются. Возможно, это связано с тем, что при совместном помоле клинкерная составляющая, имеющая меньшую твер-

дость, достигает большей удельной поверхности, чем при раздельном, в результате чего происходит быстрая гидратация с последующей перекристаллизацией новообразований, приводящей к сбросу прочности. В то же время при раздельном помоле получается однородная смесь, с равной тонкостью помола всех компонентов. При этом, удельная поверхность, а следовательно и активность, кремнеземосодержащего компонента достигает более высоких показателей чем при совместном помоле, что в свою очередь способствует связыванию выделяющегося в процессе гидратации портландита с образованием дополнительных гидросиликатов кальция.

Таблица 1

Показатели коэффициента качества песков различного генезиса как компонента композиционных вяжущих

№	Наименование кремнеземосодержащего компонента КВ	Коэффициент качества	
		совместный помол	раздельный помол*
1	Отсев дробления кварцитопесчаника, фракции 0,315-5	1,18	1,26
2	Керамзитовая пыль	–	1,22
3	Вулканический пепел	1,05	1,15
4	<b>Песок Вольского месторождения</b>	<b>1</b>	<b>1,1</b>
5	Кварцевый песок	0,95	1

\* – в качестве эталона выступал ТМЦ-50 на вольском песке, полученный при совместном помоле.

Согласно приведенным данным по гранулометрии, характер распределения частиц ТМЦ-50, изготовленных при одинаковых условиях имеют схожий характер, с четким, ярко выраженным пиком в области частиц 36,4–99 мкм (рис. 2, 3) Исключение составляет график распределения частиц ТМЦ-50, изготовленного с использованием керамзитовой пыли, что объясняется ее высокой удельной поверхностью. Это позволяет сделать вывод, что различия в значениях коэффициента качества обусловлены генезисом сырья и условиями изготовления вяжущих, а не гранулометрией композиционного вяжущего.

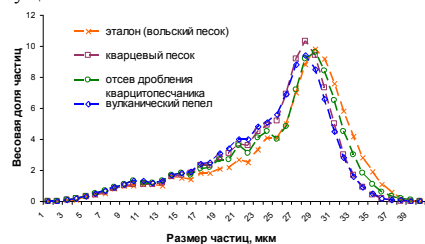


Рис. 2. Гранулометрии ТМЦ-50, изготовленных совместным помолом компонентов

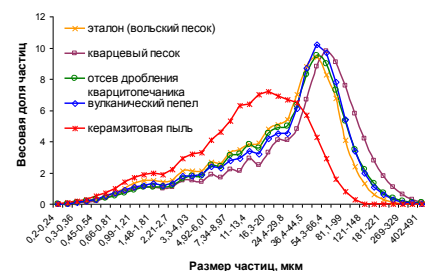


Рис. 3. Гранулометрии ТМЦ-50, изготовленных раздельным помолом компонентов

Таким образом, выбирая способ помола, необходимо оценивать энергозатраты и возможность получения высококачественного композиционного вяжущего. Следует учитывать, то что при использовании компонентов с различным гранулометрическим составом частицы больше подвержены агрегации, чем в материалах с более постоянными размерами частиц (например, кварц). Чем лучше размалывается материал, тем выше его склонность к агрегации. Поэтому во многих случаях взаимодействие компонентов при совместном помоле, которое зависит от их твердости и склонности к агрегации необходимо учитывать.

\*Работа выполнена в рамках реализации ФЦП "Научные и научно-педагогические кадры инновационной России" на 2009-2013 годы, грант № 14.В37.21.1487, тема: «Разработка научных и практических основ создания композиционных вяжущих на основе техногенного сырья с целью производства фибробетона для ремонтных работ» и Программы стратегического развития БГТУ им. В.Г. Шухова на 2012–2016 годы.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Урханова, Л. А. Вяжущие и бетоны на основе вулканических шлаков / Л. А. Урханова, М. Е. Заяханов // Строительные материалы. – 2006. – №7. – С. 22–24.
2. Попутные продукты горнодобывающей промышленности в производстве строительных материалов / А.Н. Володченко, В.С. Лесовик, С.И., Алфимов, Р.В. Жуков // Современные наукоемкие технологии. – 2005. – №10. – С. 79.
3. Лесовик, В.С. Использование природного перлита в составе смешанных цементов / В.С. Лесовик, Ф.Е. Жерновой, Е.С. Глаголев // Строительные материалы. – 2009. – № 6. – С. 84–87.
4. Сулейманов, А.Г. Эффективное композиционное вяжущее для мелких стеновых блоков / А.Г. Сулейманов, В.С. Лесовик // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2009. – № 1. – С. 95–96.
5. Лесовик, В.С. Гранулированные вяжущие в производстве композиционных вяжущих / В.С. Лесовик, М.С. Агеева, А.В. Иванов // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2011. – № 3. – С. 29–32.
6. Алфимова, Н.И. Влияние сырья вулканического происхождения и режимов твердения на активность композиционных вяжущих / Н.И. Алфимова, Я.Ю. Вишневская, П.В. Трунов // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2011. – №1. – С. 10–14.3.
7. Лесовик, Р. В. Выбор кремнеземсодержащего компонента композиционных вяжущих веществ / Р. В. Лесовик, И. В. Жерновой // Строительные материалы. – 2008. – №8. – С. 78–79.

Королев Е. В., д-р техн. наук, проф.  
Московский государственный строительный университет  
Тарасов Р. В., канд. техн. наук, доц.,  
Макарова Л. В., канд. техн. наук, доц.,  
Самошин А. П., канд. техн. наук, доц.,  
Иноземцев С. С., аспирант

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

## ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА СПОСОБА НАНОМОДИФИЦИРОВАНИЯ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ\*

dovz-ig@yandex.ru

Разработаны четыре варианта наноразмерного модификатора для асфальтобетонов широкой номенклатуры. Установлено, что наиболее эффективным способом повышения показателей качества асфальтобетонных смесей является органоминеральная модификация.

**Ключевые слова:** асфальтобетонная смесь, наноразмерный модификатор, органоминеральная модификация.

Сроки службы асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог, построенных с соблюдением действующих нормативных документов, существенно ниже установленных нормами.

Достигнутый к настоящему времени уровень автомобилизации в Российской Федерации и наличие в составе транспортных средств значительной доли грузовых автомобилей с повышенными нагрузками оказывают разрушающее воздействие на дорожное покрытие, приводят к преждевременному разрушению, сокращению межремонтных сроков эксплуатации автомобильных дорог, особенно в районах с неблагоприятными природно-климатическими условиями.

Серьезной проблемой отечественных дорог остается образование колеиности. Ее появление вызвано повышением интенсивности движения и одновременным увеличением динамических нагрузок в связи с ростом скоростей, увеличением количества автомобилей с шипованными покрышками, низким качеством дорожно-строительных материалов [1].

Для обеспечения долговечности дорожных одежд (покрытий) крайне необходимы инновационные технологии создания новых асфальто-

$$K = \alpha_1 \sum_{j=1}^n \sqrt[k_j]{\prod_{i=1}^n k_j} = \alpha_1 \sqrt[k_1]{\prod_{i=1}^n k_{1,i}} + \alpha_2 \sqrt[k_2]{\prod_{i=1}^n k_{2,i}} + \alpha_3 \sqrt[k_3]{\prod_{i=1}^n k_{3,i}} + \alpha_4 \sqrt[k_4]{\prod_{i=1}^n k_{4,i}},$$

где  $\alpha_i$  – коэффициенты весомости;  $k_j$  – частные критерии качества.

В условиях отсутствия достоверной информации о приоритетах выбранных частных критериев целесообразно принять равнозначный вариант, то есть

$$\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = \alpha_4 = 0,25.$$

В качестве частных критериев выбраны группы критериев переменной длины:

бетонов, обладающих повышенной способностью к сопротивлению старению, сдвигустойчивостью и других эксплуатационных свойств. При этом разработка наиболее эффективных композиций, подбор компонентов асфальтобетонных смесей должны базироваться на закономерностях изменения физико-механических свойств каждого отдельного из компонентов смеси в зависимости от условий эксплуатации и их совместного влияния на прочностные показатели асфальтобетона.

Одно из перспективных направлений повышения качества и срока службы асфальтобетонных покрытий – разработка технологии производства асфальтобетонных смесей, модифицированных добавками. Классификация способов модифицирования асфальтобетонов приведена на рис. 1.

Анализ литературных источников [2...12] позволил сформулировать технические варианты наноразмерного модификатора асфальтобетонов (табл. 1).

Для оценки вариантов модифицирования использовали критериальный подход. В качестве критерия предлагается использовать обобщенный критерий качества, который в общем случае имеет вид

1) Критерий, учитывающий затраты электроэнергии на помол  $k_3$  (максимальное значение критерия принимается у варианта модифицирования, предполагающего использование минимальных энергозатрат);

2) Критерий  $k_4$ , учитывающий затраты энергии на сушку модификатора (максимальное значение критерия принимается у варианта модифицирования, предполагающего использование минимальных энергозатрат на сушку);

3) Интегральный критерий  $k_{инт}$ , учитывающий повышение эксплуатационных свойств асфальтобетона.

4) Топологический критерий  $k_m$ .

Результаты расчета частных и обобщенного критериев по различным экспертным и экспериментальным данным приведены в табл. 2.



Рис. 1. Классификация способов модифицирования

Таблица 1

**Наименования и краткое описание вариантов**

Вариант	Наименование и качественная рецептура добавки	Краткое описание и качественное отличие	Схематичное представление структуры материала
1	2	3	4
Вариант №1	Органомодификация (ОМ). Состав: полимерное вещество (водонерастворимое) + модифицирующие добавки	Модифицирование битума полимерными веществами – традиционное направление повышения качества битумов. Введение таких добавок обеспечивает повышение пластичности и расширение температурного интервала эксплуатации асфальтобетона. Применение водных дисперсий полимеров имеет определенные положительные (экологическая безопасность) и отрицательные (повышение энергопотребности производства) эффекты, регулирование величины которых можно проводить посредством введения различных модификаторов, позволяющих повысить агрегативную устойчивость дисперсии и уменьшить водосодержание.	

Продолжение табл. 1

1	2	3	4
Вариант №2	Минеральная модификация гидравлически неактивной добавкой (ММн). Состав: минеральный порошок (отход промышленности) требуемого дисперсионного состава + модифицирующие добавки	Применение минерального порошка – неотъемлемая операция технологического процесса производства асфальтобетона. Они обеспечивают ориентированное расположение компонентов битума на границе раздела фаз, изменяют в граничных областях фракционный состав битума и влияют на их диффузию в процессе эксплуатации материала, т.е. на долговечность асфальтобетона. Применение порошков, содержащих наноразмерные частицы, должно обеспечить повышение величины известных эффектов.	
Вариант №3	Минеральная модификация гидравлически активной добавкой (ММа). Состав: минеральный порошок (минеральное вяжущее вещество) требуемого дисперсионного состава + модифицирующие добавки	Применение гидравлически активного минерального порошка должно обеспечить повышение долговечности асфальтобетона посредством армирования микродефектов, образующихся в процессе эксплуатации дорожного покрытия. Однако взаимодействие частиц (со стандартными размерами) гидравлически активной добавки с водой может сопровождаться также отрицательным эффектом – дополнительным разрушением вследствие возникновения расклинивающего давления от продуктов взаимодействия порошка и воды. Измельчение гидравлически активного порошка до нанометрического размера должно устранить данную проблему	
Вариант №4	Органо-минеральная модификация (ОММ). Состав: смесь минеральных порошков (минеральное вяжущее вещество + отход промышленности) требуемого дисперсионного состава + полимерное вещество + модифицирующие добавки	Объединение положительных сторон представленных вариантов – введения полимерного вещества, минерального инертного и гидравлически активного порошка – позволяет существенно повысить эффективность методики модифицирования. Указанные положительные эффекты существенно усиливаются при использовании компонентов нанометрических размеров.	

Таблица 2

**Обоснование выбора варианта модификации**

№ п/п	Наименование варианта Модификации	Значения частных критериев				Значение обобщенного критерия
		$k_s$	$k_c$	$k_{инт}$	$k_m$	
1	Органомодификация (ОМ)	0,35	0,31	0,82	0,34	0,417
2	Минеральная модификация гидравлически неактивной добавкой (ММн)	0,23	0,56	0,88	0,38	0,456
3	Минеральная модификация гидравлически активной добавкой (ММа)	0,07	0,91	0,86	0,5	0,407
4	Органо-минеральная модификация (ОММ)	0,25	0,36	0,85	0,7	0,481

Анализ табл. 2 показывает, что рассмотренные варианты технического предложения имеют достаточно близкие значения, что косвенно подтверждает их

развитие различными исследователями. В установленном критериальном пространстве рассмотренные варианты можно расположить в ряд:

Вариант №4 > Вариант №2 > Вариант №1 > Вариант №3.

Таким образом, эффективным способом повышения показателей эксплуатационных свойств и долговечности асфальтобетона является метод органоминеральной модификации посредством синтеза наноразмерной органоминеральной добавки.

\*Работа выполнялась в рамках выполнения Госконтракта №14.527.11.0001 на тему «Разработка и организация износостойких долговечных асфальтобетонов широкой номенклатуры для эксплуатации в неблагоприятных температурно-влажностных условиях на основе эффективных процессов модификации дорожных нефтяных битумов нанодисперсными минеральными и органическими материалами».

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дедюхин, А.Ю. Армирование асфальтобетонных смесей как способ борьбы с колеями [Текст] / А.Ю. Дедюхин // Вестник ВолгГАСУ. Сер.: Стр-во и архит.– 2009.– Вып. 16 (35) – С.88-92.
2. Технические поверхностно-активные вещества из вторичных ресурсов в дорожном строительстве [Текст] / Под ред. И. В. Королева. - М.: Транспорт.- 1991.- 144с.
3. Гохман, Л.М. Применение полимерно-битумных вяжущих в дорожном строительстве [Текст] / Л.М. Гофман, О. Бабак, Т. Старков // Дорожная техника и технологии. – 2001. – № 5. – С. 72–76.
4. Соломенцев, А.Б. Классификация и номенклатура модифицирующих добавок для битумов [Текст] / А.Б. Соломенцев // Наука и техника в дорожной отрасли.–2008.–№ 1.-с. 14-16

5. Левитин, И.Е. Повышение эффективности строительства и эксплуатации автомобильных дорог [Текст] / И.Е. Левитин // Совещание по вопросу повышения эффективности строительства и эксплуатации автомобильных дорог.- М.- 30.05.2011.

6. Золотарев, В.А. Битумы модифицированные полимерами и асфальтобетоны [Текст] / В.А. Золотарев // Дорожная техника. –№1. – 2009. – С. 16 – 23.

7. Аюпов, Д.А. Наномодифицированные битумные вяжущие для асфальтобетона [Текст] / Д.А. Аюпов, А.В. Мурафа, Ю.Н. Хакимуллин, В.Г. Хозин // Строительные материалы.–2010.– № 10.–С. 34-35.

8. Горельшнев, Н. В. Без дефектов и ремонтов [Текст] / Н. В. Горельшнев // Дороги России 21 века. – 2002. – № 3. – С. 56–57.

9. Руденский, А. В. Дорожные асфальтобетонные покрытия [Текст] / А. В. Руденский. – М.: Транспорт, 1992. – 255 с.

10. Кретов, В. А. Эффективный путь повышения срока службы дорожных одежд [Текст] / В. А. Кретов, В. П. Лаврухин // Наука и техника в дорожной отрасли. – 1999. – № 3. – С. 16–19.

11. Котов, С.В. Дорожные битумы с модифицирующими добавками [Текст] / С.В. Котов, Г.В. Тимофеева, С.В. Ливанова [и др.] // Химия и технология топлив и масел. – 2003. – № 3.– С. 52–53.

12. Поздняева, Л.В. Асфальтобетонные покрытия с повышенным сроком службы [Текст] / Л.В. Поздняева, А.А. Штромберг, М.И. Лернер // Автомобильные дороги. –2009. – №2 (927). – С. 10–15.

Рассоха А. Н., канд. техн. наук, доц.  
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»

#### МОДИФИЦИРОВАННЫЕ ФУРАНО-ЭПОКСИДНЫЕ ПОЛИМЕРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ СТРОИТЕЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

rassan@kpi.kharkov.ua

Показано, что модификация фурано-эпоксидных полимеров низкомолекулярным полиизобутиленом, битумом, каменноугольной и госсиполовой смолами (до 10 масс. %) приводит к улучшению (в среднем на 20 – 35 %) прочностных (стойкость к ударным и изгибающим нагрузкам) и эксплуатационных (влагопоглощение) свойств материалов строительного назначения. Эффективность действия модификаторов обусловлена формированием оптимальной структуры фурано-эпоксидного полимера.

**Ключевые слова:** фурано-эпоксидный полимер, модификация ФАЭД, физико-механические свойства, влагопоглощение.

Фурано-эпоксидные материалы (ФАЭД) находят все более широкое использование в строительной индустрии. Возрастающее применение этих материалов в промышленном и жилищно-гражданском строительстве обусловлено структурными особенностями фурано-эпоксидных полимеров: возможностью получения их как в жидком, так и твердом состоянии, практически отсутствием летучих компонентов при структурировании, способностью отверждаться в широком температурном интервале в слоях любой толщины, умеренной усадкой, удовлетворительными значениями механической и адгезионной прочности, высокой стойкостью к действию химически и физически агрессивных сред и температурного фактора, атмосферостойкостью, хорошей совместимостью с полимерами и другими материалами [1].

Представляло интерес исследовать влияние модификаторов различных типов на комплекс прочностных и эксплуатационных свойств полимерных материалов на основе ФАЭД.

В качестве объектов исследования выбран ФАЭД, представляющий собой продукт термомеханического совмещения фурфуролацетонового мономера ФАМ и эпоксидианового олигомера (ЭО), как правило, марки ЭД-20, в различных массовых соотношениях. Структурирующими агентами служили полиэтиленаоламин (ПЭПА) и аминокфенольный отвердитель марки Агидол АФ-2, вводимые в количествах, обеспечивающих максимальную прочность при статическом изгибе отвержденных связующих.

Модификаторами выбраны; каменноугольная смола (КУС), низкомолекулярный полиизобутилен (НМПИБ), госсиполовая смола (ГС) и битум (БН), являющиеся промышленно освоенными материалами и образующие с ФАЭД достаточно диссипативно стабильные (с термодинамической точки зрения) полимерные системы с различным уровнем микрофазового разделе-

ния как в процессе формирования композиции, так и при эксплуатации изделий из них.

Физико-механические свойства и водопоглощение определяли по стандартным лабораторным методикам: - разрушающее напряжение при сжатии  $\sigma_c$  и относительную деформацию сжатия при разрушении  $\epsilon_c$  – по ГОСТ 4651-78; разрушающее напряжение при изгибе  $\sigma_u$  и угол прогиба  $\varphi$  - по ГОСТ -17036-71, ударную вязкость  $a$  – по ГОСТ -14235-69, водопоглощение  $w$  - по ГОСТ - 4650-80. Коэффициент однородности материала  $K_0$  оценивали по результатам статистического анализа испытаний образцов на статический изгиб [2]. Количество параллельных опытов на одну экспериментальную точку составляло не менее 10.

При формировании однородной, гомогенной (однофазной) термодинамически устойчивой смеси реакционноспособных олигомеров на основе ФАЭД и исследованных модификаторов наблюдается уменьшение изобарно-изотермического потенциала (энергии Гиббса)  $\Delta G$  при совмещении ингредиентов [3]:

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S \{0\}.$$

Энтальпия смешения  $\Delta H$  при отсутствии специфических взаимодействий между компонентами ФАЭД (моно-, дифурфурилендианетон, эпоксидиановый олигомер) и модификаторами (например, сольватация, комплексообразование и др.) оценивается по известной формуле [3,4]:

$$\Delta H = V_m \cdot (\delta_1 - \delta_2)^2 \cdot \varphi_1 \cdot \varphi_2$$

где  $V_m$  - молярный объем смеси ингредиентов,  $\delta_i$  - параметр растворимости  $i$ -го ингредиента;  $\varphi_i$  - мольные доли.

Из вышеизложенного следует, что растворение модификаторов в компонентах ФАЭД (мономер ФАМ и ЭО) возможно при примерном

равенстве параметров растворимости модификатора и компонентов связующего  $\sigma_s$ . При этом оптимальную молекулярную массу модификатора  $M_m$  с учетом температуры кипения  $T_k$ , плотности  $\rho_m$  модификатора, а также эмпирической константы  $k = 89,12$  Дж/моль К можно оценить по соотношению [4]:

$$M_m = \frac{k \cdot T_k \cdot \rho_m}{\sigma_s^2}$$

Для оценки  $M_m$  принимали для исследованных модификаторов средний температурный диапазон кипения 200 – 300 °С, плотность 800 – 1200 кг/м<sup>3</sup>. Параметр растворимости  $\sigma_s$  для мономера ФАМ и ЭО оценивали по известной методике [5].

Оптимальная молекулярная масса  $M_m$ , при которой выбранный модификатор полностью растворится в связующем с образованием однофазного состава, составляет для мономера ФАМ 49 – 89 г/моль, для ЭО (в случае ЭД-20) 84 – 153 г/моль.

Полученные данные существенно ниже средних молекулярных масс исследованных в данной работе модификаторов связующих на основе ФАЭД (каменноугольной смолы - 800 – 1000 г/моль, битума – 1600 - 1800 г/моль, госсиполовой смолы  $\approx$  1000 г/моль, низкомолекулярного полиизобутилена – 1050 – 1200 г/моль). Вероятно, в фурано-эпоксидном связующем могут частично растворяться только низкомолекулярные фракции (в диапазоне оптимальных  $M_m$ ) изученных модификаторов.

Таким образом, с позиций термодинамического подхода следует предполагать, что при введении в состав ФАЭД выбранных модифицирующих агентов формируется микрогетерогенная структура полимерной матрицы.

Топологическую структуру густосшитых фурано-эпоксидных аморфных полимеров можно рассматривать как непрерывную трехмерную структуру, состоящую из локальных сгущений (густосшитых «ядер») и разреженных дефектных зон, концентрирующих топологические дефекты [6-8]. Густосшитые участки этой структуры проявляются в виде глобулярных агрегатов с большой плотностью молекулярной упаковки структурированных фурфурлиденацетоновых и эпоксидных фрагментов фурано-эпоксидной системы.

С целью направленного регулирования деформационно-прочностных и эксплуатационных свойств фурано-эпоксидных полимеров целесообразно проводить межструктурную модифика-

цию выбранными материалами (КУС, ГС, НМПИБ, БН), в результате которой добавкамодификаторы оказываются вытесненными из более плотных глобул в рыхло упакованные дефектные зоны, квазиадсорбируясь на поверхности густосшитых «ядер». При этом общая структурная организация фурано-эпоксидного полимера практически не изменяется.

Минимальное количество модификатора  $C_m$  (масс. %), необходимого для формирования на поверхности глобулярного образования («ядра») с эффективным диаметром  $d$  (мкм) мономолекулярного слоя, можно ориентировочно оценить из соотношения [6]:  $d = 0,2/C_m$ .

Учитывая, что проведенный ранее морфологический анализ полимерных композиций на основе ФАЭД-20 – ФАЭД-50 показал преимущественное наличие в структуре материала глобул со среднеэффективным диаметром  $d = 0,015 - 0,040$  мкм и незначительное количество сферических структурных элементов с диаметром  $\approx$  1,5 – 2,0 мкм, то количества исследованных модификаторов для разных уровней их сегрегации (моно-, ди-, тримолекулярный слой) в среднем составляет (табл. 1):

Таблица 1

Необходимое количество структурных модификаторов

Диаметр $d$ , мкм	Количество модификатора $C_m$ (масс. %) при толщине слоя (в молекулах)		
	моно	ди	три
0,015	13,3	26,6	39,9
0,040	5	10	15
1,5	0,13	0,26	0,39
2,0	0,1	0,2	0,3

Таким образом, диапазон оптимальных концентраций модифицирующего агента фурано-эпоксидных полимеров для мономолекулярного слоя находится в интервале 5–13,3 масс. %. Введение большего количества модификаторов (вариант ди- и тримолекулярной квазиадсорбции), как правило, приводит к существенному трансформированию топологической структуры фурано-эпоксидных полимеров.

В табл. 1 представлены некоторые деформационно-прочностные и эксплуатационные свойства исходных и модифицированных фурано-эпоксидных материалов.

Анализ экспериментальных данных, представленных в табл. 2, свидетельствует о том, что структурная модификация полимеров на основе ФАЭД приводит к повышению прочности при сжатии (в среднем на 5 - 8 %), изгибе (до 18 %), ударной вязкости (до 38 %), улучшению деформационных параметров системы ( $\epsilon_c$ ,  $\varphi$ ), снижению водопоглощения, т.е. улучшению эксплуатационной стабильности материала.

Таблица 2

Свойства исследованных фурано-эпоксидных материалов

Материал	$\sigma_{cc}$ , МПа	$\epsilon_c$ , %	$\sigma_u$ , МПа	$\varphi$ , град	$a$ , кДж/м <sup>2</sup>	$W$ , % масс	$K_0$
ФАЭД-50(20)+АФ-2	102,5	0,9	75,0	11,5	4,5	0,4	0,78
	110,2	0,7	81,2	11,0	4,0	0,2	0,83
ФАЭД-50(20)+КУС+АФ-2	110,4	1,3	88,7	13,7	6,2	0,2	0,84
	116,5	1,0	95,5	13,2	5,8	0,1	0,88
ФАЭД-50(20)+НМПИБ+АФ-2	106,8	1,3	87,2	14,1	5,9	0,15	0,82
	110,5	1,1	89,8	13,5	5,3	0,05	0,86
ФАЭД-50(20)+ГС+АФ-2	105,9	1,0	80,9	12,8	5,5	0,25	0,80
	114,5	0,9	85,5	12,5	5,2	0,15	0,84
ФАЭД-50(20)+БН+АФ-2	104,5	1,0	79,8	12,4	5,3	0,2	0,80
	114,0	1,0	83,7	12,2	5,0	0,1	0,82

Примечание: значение параметров для следующих режимов структурирования: числитель – I - температура  $\approx$  20 °С в течение 28 сут; знаменатель – II. – выдержка при комнатных условиях ( $\approx$  20 °С) в течение 24 ч; термообработка при 60 °С – 2 ч и 80 °С – 6 ч.

По результатам физико-механических испытаний, позволяющим также определить коэффициент Пуассона  $\mu$ , для исходных и модифицированных фурано-эпоксидных полимеров можно оценить (табл. 3) величины фрактальной размерности поверхности разрушения для хрупкого  $d_p^{xp}$  и вязкого  $d_p^{вз}$  типов разрушения, размерности областей избыточной локализации энергии  $D_f$ , доли флуктуационного свободного объема  $f$  по известным соотношениям [9]:

$$d_p^{xp} = \frac{10 \cdot (1 + \mu)}{7 - 3\mu}; \quad d_p^{вз} = \frac{2 \cdot (1 + 4\mu)}{1 + 2\mu};$$

$$D_f = \frac{2 \cdot (1 - \mu)}{1 - 2\mu}; \quad f = K \frac{1 + \mu}{1 - 2\mu},$$

где  $d$  - размерность евклидова пространства, равная в данном случае 3;  $K$  - константа, принятая равной примерно 0,012 [9].

Таблица 3

Характеристика поверхности разрушения и структурных параметров материалов

Материал	$\mu$	$d_H$	$d_p^{xp}$	$d_p^{вз}$	$D_f$	$f$
ФАЭД-50(20)+ПЭПА	0,30	2,60	2,13	2,75	3,50	0,039
ФАЭД-50(20)+АФ-2	0,30	2,60	2,13	2,75	3,50	0,039
ФАЭД-50(20)+КУС+ПЭПА	0,35	2,70	2,27	2,82	4,33	0,054
ФАЭД-50(20)+КУС+АФ-2	0,33	2,66	2,21	2,79	3,72	0,047
ФАЭД-50(20)+БН+ПЭПА	0,34	2,68	2,24	2,81	4,00	0,052
ФАЭД-50(20)+БН+АФ-2	0,32	2,64	2,18	2,78	3,78	0,044
ФАЭД-50(20)+ГС+ПЭПА	0,35	2,70	2,27	2,82	4,33	0,054
ФАЭД-50(20)+ГС+АФ-2	0,33	2,66	2,21	2,79	3,72	0,047
ФАЭД-50(20)+НМПИБ+ПЭПА	0,36	2,72	2,30	2,84	4,57	0,058
ФАЭД-50(20)+НМПИБ+АФ-2	0,33	2,66	2,21	2,79	3,72	0,047

Анализ экспериментальных данных, представленных в табл. 2, свидетельствует о том, что структурная модификация полимеров на основе ФАЭД приводит к повышению прочности при сжатии (в среднем на 5 - 8 %), изгибе (до 18 %), ударной вязкости (до 38 %), улучшению деформационных параметров системы ( $\epsilon_c$ ), снижению водопоглощения, т.е. улучшению эксплуатационной стабильности материала.

нию водопоглощения, т.е. улучшению эксплуатационной стабильности материала.

Размерность областей локализации избыточной энергии  $D_f$ , в первом приближении равная показателю статистической гибкости полимерной цепи  $C_\infty$  [10], находится в пределах

3,5 – 4,57. Это позволяет оценить величину вектора Бюргерса  $b$  [11]: 33,8 – 38,6 нм.

Свободный флуктуационный объем  $f$ , характеризующий степень неупорядоченности структуры полимерной матрицы и скорость молекулярных перегруппировок, для исследованных фурано-эпоксидных композиций составляет 0,039 – 0,058. При этом анализ структуры изучаемых систем в рамках кластерной модели [9] показывает, что постоянная компонента флуктуационного объема  $f_{ном}$ , связанная с областями узлов химической сшивки равна 0,024 [12], а переменная составляющая  $f_{пер}$ , характеризующая кластерную сетку физических зацеплений и обуславливающая упругость материала, его локальную пластичность, существенно зависит от химической природы модификаторов. Для исходных фурано-эпоксидных полимеров отношение  $f / f_{пер}$  равно 1,625, а при введении модификаторов увеличивается до 1,958 – 2,417.

Изменение энтропии структуры исследованных материалов  $\Delta S$ , обусловленное относительным флуктуационным объемом  $f$ , определенное согласно [9] по соотношению  $\Delta S = (3-5)Rf \ln f$ , для немодифицированных ФАЭД равно – 3,15 – 5,27 Дж/кг моль, а в случае структурной модификации находится в интервале – 3,66 – 6,86 Дж/кг моль.

Таким образом, проведенный комплекс экспериментальных и расчетно-теоретических исследований по структурной модификации фурано-эпоксидных полимеров строительного назначения выбранными модификаторами (КУС, БН, ГС, НМПИБ) позволяет разработать композиты с высоким уровнем прочностных, технологических и эксплуатационных свойств.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кандырин Л. Б., Усольцев Б.Е., Кожевников В.С. и др. Исследование механических свойств наполненных композиций и полимербетонов на основе смесей фурановых и эпоксидных смол // Пластические массы. - 2000. - № 7. - С. 34 – 37.
2. Патуров В.В. Полимербетоны / НИИ бетона и железобетона. - М.: Стройиздат, 1987. - 286 с..
3. Полимерные смеси Т.1 и 2 / Под ред. Д.Пола и С. Ньюмена.- Пер. с англ., М.: Мир, 1981.- 550 и 543 с.
4. Гарькина И.А. Модификаторы для серных композитов специального назначения // Химия и химическая технология. - 2008. - Т.51. - Вып. 5. - С.70 – 75.

5. Ван Кревелен Д.В. Свойства и химическое строение полимеров / Пер. с англ. Под ред. А.Я. Малкина.- М.: Химия, 1976.- 415 с.

6. Папков С.П. Физико-химические основы переработки растворов полимеров.- М.: Химия, 1971.- 364 с.

7. Хозин В.Г., Мурафа А.В., Череватский А.М. Принципы усиления эпоксидных связующих // Механика композитных материалов.- 1987.- № 1.- С. 130 -135.

8. Лоскутов А.И., Загребенникова М.П., Арсеньева П.А. Электронно-микроскопические исследования структуры эпоксидных полимеров // Высокомолекулярные соединения. Сер. Б. - 1974.- Т.16.- № 5.- С. 334 – 335.

9. Козлов Г.В., Яновский Ю.Г., Карнет Ю.Н. Обобщенная фрактальная модель процесса текучести аморфных стеклообразных полимеров // Механика композиционных материалов и конструкций.- 2008.-Т.14.- № 2.- С.174 – 187.

10. Будтов В.П. Физическая химия растворов полимеров.- СПб: Химия, 1992.- 384 с.

11. Сандитов Д.С., Козлов Г.В. О природе корреляций между упругими модулями и температурой стеклования аморфных полимеров // Физика и химия стекла.-1993.-Т.19.-№4.- С.593-601.

12. Белоусов В.Н., Белошенко В.А., Козлов Г.В., Липатов Ю.С. Флуктуационный объем и структура полимеров // Украинский химический журнал.- 1996.- Т.62.-№1.- С.62 – 65.

Макаренков Д. А., канд. техн. наук, доц.,  
Назаров В. И., канд. техн. наук, доц.

Московского государственного университета инженерной экологии

## РАЗРАБОТКА ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ БЕЗОБЖИГОВОГО СИЛИКАТНОГО ГРАВИЯ ИЗ ЗОЛОШЛАКОВЫХ И КРЕМНЕЗЕМИСТЫХ ОТХОДОВ МЕТОДАМИ КОМПАКТИРОВАНИЯ И ПРОКАТКИ НА РОТОРНЫХ ГРАНУЛЯТОРАХ\*

makarenkovd@mail.ru

Рассмотрены вопросы получения гранулированного безобжигового силикатного гравия. Предложены методы определения оптимальной прочности прессовок и гранул. Определены структурно-деформационные характеристики получаемого гранулята. Приведен механизм образования плотно-прочных гранул при компактировании материала.

Для получения гранулята цилиндрической формы рекомендовано применять роторные грануляторы с плоской матрицей.

**Ключевые слова:** зола, шлак, прочность на раскалывание и сжатие, время хранения, сыпучесть, гранула, брикет, матрица, связующее, роторный пресс.

Экологическая ситуация в России определяется двумя факторами: уменьшением расхода на охрану окружающей среды и меньшими, чем ранее, масштабами хозяйственной деятельности. В 2011 году в целом по России образовалось более 130 млн т. отходов, из которых использованы и обезврежены только (35–40) %.

В общем объеме промотходов доля макулатуры, древесных и золошлаковых отходов составляет около 1%. Мелкодисперсность, многокомпонентность и экологическая опасность этих отходов делает их переработку методами гранулирования важной народно-хозяйственной задачей.

Известно, что ввод связующих, добавок и механоактивация материала, позволяет перед гранулированием получить шихту с заданным набором характеристик, соответствующим параметрам определенной реологической модели среды [1, 2, 3, 4]. Качество компактированной и гранулированной шихты определяется прочностными характеристиками плитки, прессовок и гранул, что позволяет рассчитать силовые параметры основного и вспомогательного оборудования [1, 5].

Прочность гранулированных продуктов обычно определяют используя методы истирания и динамических нагрузок, а также методы статических испытаний [5].

Прочностные испытания позволяют сравнивать технологии гранулирования, эксплуатационные свойства гранул и выбирать оптимальные режимные параметры процесса их получения.

Из методов определения прочности часто выбирают вероятностно-статистический подход, используя способы разрыва прессовок или их раздавливания (раскалывания) по боковой образующей или по торцевой поверхностям. Значения прочности прессовок на разрыв и раскалывание отличаются большим разбросом. Более обоснованным и точным является метод испытаний на

диаметральное сжатие, основанный на использовании нагружающих плит кругового профиля (рис.1). Такие плиты позволяют подбирать ширину зоны контакта таким образом, чтобы избежать разрушения вблизи поверхности контакта, а также предотвратить сложное ветвление при распространении трещин. Знание прочностных характеристик даже при отсутствии строгой физико-химической теории прочности материалов позволяет обоснованно проводить силовой расчет прессового оборудования.

Дефицит природных сырьевых материалов используемых в производстве наполнителей тяжелых бетонов, а также искусственных пористых обжиговых наполнителей, (керамзит, аглопорит и другие) привел к выпуску безобжиговых гранулированных наполнителей. Например, на основе золошлаковых отходов металлургических комбинатов разработана технология гранулирования окатыванием на тарели [6].

Ресурсом для наполнителей бетонов также являются золошлаковые отходы мусоросжигательных заводов, количество которых непрерывно растет. Особенностью золошлаковых отходов является их сложный минералогический, химический и гранулометрический состав [7]. Фракционный состав шлаков и золы с фильтров МСЗ составляет от 0,05 мм до 0,2 мм. с повышенным содержанием оксидов SiO<sub>2</sub>, CaO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgO, K<sub>2</sub>O, Na<sub>2</sub>O, что повышает их гидроксидную активность. Следует также отметить опасность отходов мусоросжигания из-за наличия соединений класса полихлорированных бифенилов (типа ПХДД и ПХДФ), а также подвижных форм тяжелых металлов (свинец, кадмий, цинк, медь, хром). Однако процессы гранулирования и капсулирования позволяют их изолировать от твердой и водной среды.

В Московском государственном университете инженерной экологии совместно с ОАО «Мос-



ковский институт материаловедения и эффективных технологий» («ИМЭТ») разработана комплексная технология их утилизации. В качестве грануляторов могут использоваться валковые прессы с получением гранулята в виде плитки, а также дырчатые вальцы и роторные грануляторы с кольцевой или плоской матрицей. Они позволяют получать цилиндрические гранулы.

Комплексные исследование процесса прессования проводили в закрытой матрице, определяя при этом «уплотняемость» и «формуемость» золошлаковых шихт различных составов (табл. 1).

Таблица 1

**Составы смесей при приготовлении гранулированных заполнителей**

№	Компонент смеси %, масс	Номер смеси			
		1	2	3	4
1	Цемент	15	25	15	25
2	Зола	10	7	10	7
3	Шлак	70	49	70	49
4	Песок	-	17	-	17
5	Известь	5	2	5	2
6	Удельная поверхность смеси $S$ (см <sup>2</sup> /г) без помола	-	-	3631	2449
7	Удельная поверхность смеси $S$ (см <sup>2</sup> /г) после помола с механоактивацией	6000	6000	-	-

Был реализован процесс одностороннего прессования в матрице с получением цилиндрических прессовок с плоскими торцами. Наряду с таблетками с гладкой поверхностью в закрытой матрице можно изготавливать брикеты. Для этого в верхних и нижних пуансонах выполняются углубления, моделирующие форму брикетов. В этих матрицах получали брикеты со сферической поверхностью диаметром 11 мм и 29 мм, при высоте брикета 4 мм и 20 мм, соответственно. Меняя профиль углублений в верхнем и нижнем пуансонах, можно отработать форму и размеры углублений и затем выполнять их на поверхности вальца (или его сменного элемента). Это позволяет отработать конструкцию вальца или сменного элемента с минимальными затратами на изготовление брикетного прессы.

При гранулировании насыпную плотность  $\rho_{нас}$  [кг/м<sup>3</sup>], исходную влажность  $W$  [% масс.], плотность прессовки  $\rho_{пр}$  или плитки  $\rho_{пл}$  [кг/м<sup>3</sup>] определяли по стандартным методикам.

Предел прочности образца на растяжение (раскалывание)  $\sigma_p$  [МПа] определяли при его нагружении плоскими плитками или плитками с цилиндрической выемкой, прикладывая осевую нагрузку перпендикулярно боковой поверхности по формуле:

$$\sigma_p = \frac{F_p}{\pi \times d_m \times h_m} \quad (1)$$

где  $F_p$  – разрушающее усилие, Н;  $d_m, h_m$  – диаметр и высота таблетки, м.

При нагружении плитками с цилиндрической выемкой (рис.1) пределы прочности на растяжение (раскалывание) и максимальное растягивающее напряжение определяются по зависимостям:

$$\sigma_H = \left[ 1 - 1,15 \times \left(\frac{b}{R}\right)^2 + 0,22 \left(\frac{b}{R}\right)^3 \right] \times \sigma_p \quad (2)$$

$$\sigma_p = \frac{P}{\pi \times R \times t} \quad (3)$$

где  $t$  – толщина дискового образца;  $b$  – полуширина зоны контакта;  $P$  – разрушающее усилие на оси нагружения диска.

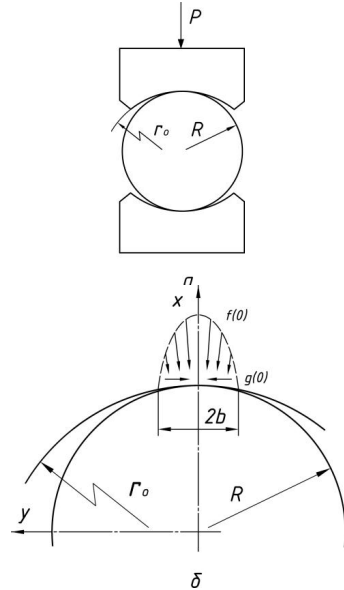


Рис. 1. Метод испытаний на диаметральное сжатие (а) и распределение контактных напряжений в диске, нагружаемом плитками кругового профиля (б)

Исследования процесса компактирования методом прокатки с получением плитки проводили на валковом прессе ПД320 160/160. Бункера загрузки шихты имели сечение 70×60 мм и 135×112 мм. Для различных типов шихты при непрерывном режиме работы в зависимости от режимных параметров компактирования определяли плотность и прочность плитки, производительность прессы и сыпучесть шихты.

При трехточечном нагружении (рис. 2) предел прочности прямоугольной плитки на поперечный изгиб (излом) определяли по формуле:

$$\sigma_{изг} = \frac{3 \times F_{изг} \times L_0}{2 \times b_n \times b_n^2} \quad (4)$$

где  $P_{изг}$  – разрушающее усилие, кг;  $b_n$  – толщина и ширина плитки, см;  $L_0$  – расстояние между опорами, см.

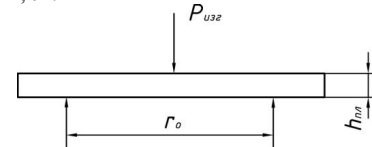


Рис. 3. Схема нагружения плитки при трехточечном изгибе

Сыпучесть золошлаковых шихт определяли на валковом прессе со сменными бункерами и рассчитывали по формуле:

$$c = \frac{G_m}{S_{ш} \times \tau_b} \quad (5)$$

где  $G_m$  – количество материала, просыпающегося за определенное время через установленный зазор, кг;  $\tau_b$  – время высыпания шихты, с;  $S_{ш} = h_b \cdot B$  – площадь сечения, образованного зазором между вальками и границами бункера, м<sup>2</sup>;  $B$  – длина зазора, м.

На рис. 3 приведены зависимости изменения плотности прессовок от удельного давления прессования и характеристик компонентов шихты. Влажность шихты (связующее вода) при исследовании изменялась от 5% до 15%. При насыпной плотности исходных порошков 900–1000 кг/м<sup>3</sup> максимальная плотность прессовок составляет 2000÷2100 кг/м<sup>3</sup>. Плотно-прочные прессовки начинают получаться в диапазоне давлений (5÷10) МПа. Из сопоставления компрессионных кривых можно выделить кривые 1, 4 и 5 (смеси без песка) с максимальной плотностью  $\rho_{пр} = 1900$  кг/м<sup>3</sup> при  $P_{уд} = 25-40$  МПа. Для кривых 2 и 3 уже при  $P_{уд} = 10,3$  МПа достигается плотность 1800–1900 кг/м<sup>3</sup>. Увеличение удельной поверхности шихты за счет помола с 2449 до 6000 см<sup>2</sup>/г не влияет на увеличение плотности прессовок.

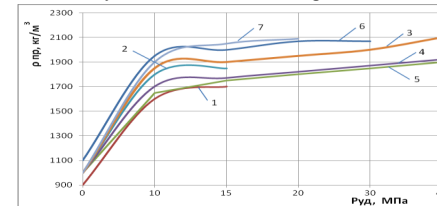


Рис. 3. Зависимость плотности прессовок от удельного давления прессования и исходной влажности:

- 1 – смесь № 1, W<sub>и</sub> = 5 %; 2 – смесь № 1, W<sub>и</sub> = 10 %;
- 3 – смесь № 1, W<sub>и</sub> = 15 %; 4 – смесь № 3, W<sub>и</sub> = 6 %;
- 5 – смесь № 3, W<sub>и</sub> = 11 %; 6 – смесь № 2, W<sub>и</sub> = 15 %;
- 7 – смесь № 4, W<sub>и</sub> = 12,5 %

Известно, что диапазон рабочих давлений прессования на прессующем или формирующем оборудовании определяется прочностью получаемых прессовок [1]. В то же время наличие в шихте вяжущих или протекающих твердофазных реакций во время хранения гранул приводит к росту прочности прессовок и при меньших давлениях прессования.

На рис.4 приведены зависимости прочности прессовок от различных параметров. При времени хранения прессовок (1±2) часа и влажности W<sub>и</sub>=5% прочность прессовок на раскалывание  $\sigma_p = (0,1 \div 0,4)$  МПа, (кривые 1, 2, 3 и 5). Увеличение влажности до (10÷15)% для смесей без песка с повышенным содержанием шлака и золы приводит при увеличении давления от 5 МПа до 40 МПа к росту прочности прессовок в (1,7÷5) раз (см. кривые 4 и 6).

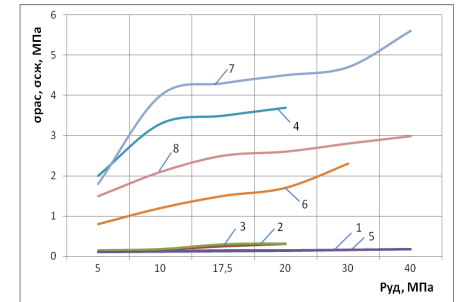


Рис. 4. Зависимость предела прочности прессовок на растяжение и сжатие от удельного давления и исходной влажности:

- 1 –  $\sigma_p$  смеси № 1, W<sub>и</sub> = 5 %; 2 –  $\sigma_{сж}$  смеси № 1, W<sub>и</sub> = 5 %; 3 –  $\sigma_p$  смеси № 1, W<sub>и</sub> = 10 %; 4 –  $\sigma_{сж}$  смеси № 1, W<sub>и</sub> = 10 %;
- 5 –  $\sigma_p$  смеси № 1, W<sub>и</sub> = 15 %; 6 –  $\sigma_{сж}$  смеси № 1, W<sub>и</sub> = 15 %; 7 –  $\sigma_{сж}$  смеси № 3, W<sub>и</sub> = 10 %,  $\tau_{хр} = 72$  ч; 8 –  $\sigma_{сж}$  смеси № 4, W<sub>и</sub> = 15,5 %,  $\tau_{хр} = 48$  ч.

При большом времени хранения прессовок до 75 часов прочные гранулы получаются при давлении 10 МПа. При выдержки гранул в течении 1 часа прочность получается в 2 раза меньше, что объясняется недостатком влаги (смесь №1). Здесь влага расходуется на протекание твердофазных и обменных реакций между реакционно-способными частицами шихты.

Содержащиеся в золе и шлаке гидравлически активные фазы, обладающие вяжущими свойствами, (силикаты, алюминаты и ферриты кальция) оказывают минимальное воздействие на получаемую прессовку из-за недостатка влаги. Это приводит к образованию воздушных пор, сокращающих поверхность действия капиллярных сил. Необходимо отметить, что избыток связующей жидкости при прессовании многокомпонентных шихт также нежелателен, так как расклинивающий эффект водных прослоек возрастает и может превзойти влияние капиллярных сил сжатия.

Графическая зависимость сил сцепления частиц от соотношения «вода–шихта» носит экстремальный характер. Для исследуемых шихт оптимальный диапазон количества вводимого связующего составил от 5 % до 15 %.

Из кривой 7 (рис.4) видно, что у смеси №3 (без песка и с малой удельной поверхностью  $S_{уд}=3631 \text{ см}^2/\text{г}$ ) величина  $\sigma_{сж}$  при времени хранения  $t_{хр}=72 \text{ ч}$  величина возрастает 5,5 МПа. Установлено, что для данных структур увлажнение порошков обеспечивает увеличение прочности свобододисперсной системы за счет ее перехода из бесструктурной системы в коагуляционную. При этом прочность слоя увлажненного порошка возрастает, несмотря на уменьшение числа межчастичных контактов. Возрастающие в слое шихты силы сцепления препятствуют перемещению и уплотнению частиц, что снижает плотность их упаковки.

Характер изменения  $\sigma_{сж}$  от  $P_{уд}$  (кривая 8) для смеси №4 с песком ( $S_{уд} = 2449 \text{ см}^2/\text{г}$ ) аналогичен изменению прочности смеси №3 (кривая 7). Следует заметить, что при небольшом времени хранения прочность после  $P_{уд} = 17,5 \text{ МПа}$  практически остается постоянной и  $\sigma_{сж} = (2,5 \div 2,8) \text{ МПа}$ . Если прессовки хранятся больше 2 часов, то при достаточном количестве влаги ( $W_{исх} = 12,5 \div 15,5\%$ ) протекают процессы отверждения вяжущих различной природы. За счет этого прочность прессовок полученных при более высоких давлениях ( $P_{уд} = 25 \div 30 \text{ МПа}$ ) больше исходной примерно в 2 ÷ 3 раза.

В общем случае наличие в шихте золы и шлака, содержащих оксиды CaO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и SiO<sub>2</sub>, а также цементного клинкера приводит к образованию прочных одноосновных силикальцитов. При этом за счет гидролиза и гидратации происходит твердение цементных растворов с образованием коллоидов гидросиликатов и гидроферритов.

Прочность сцепления частиц в гранулированных новообразованиях зависит как от наличия пластичных компонентов, пористости зерен материала, так и от механоактивации шихты, и, следовательно, от удельной поверхности. Эта зависимость аналогична формуле В.И. Коротича [8]:

$$\sigma_{сж} \approx \left( K \times S_0 \times \rho_{уд} \times \left( \frac{1-\varepsilon}{\varepsilon} \right) \right) \quad (6)$$

где  $\rho_{уд}$  – плотность материала;  $S_0$  – удельная поверхность прессовки;  $\varepsilon$  – пористость;  $K$  – коэффициент, учитывающий форму и характер укладки частиц в образце.

На рис. 5 и рис. 6 приведены зависимости изменения прочности от времени хранения.

На рис. 5 для смеси №2 можно выделить 3 семейства кривых: при удельном давлении  $P_{уд} = 5,15 \text{ МПа}$  (кривая 1), при «среднем»  $P_{уд} = 10,3$ ; 12,3 и 17,5 МПа (кривые 2, 3, 4) и при «высоком»  $P_{уд} = 61,7 \text{ МПа}$  (кривая 5). Установлено,

что для этой смеси с  $W_{и} = 9 \%$ , а также диапазоне изменения влажности от 9 % до 15 % при тех же удельных давлениях  $\sigma_{рас}$  практически не растет после 24 часов хранения. Упрочнение прессовок здесь обеспечивается протеканием твердофазных и обменных реакций между компонентами шихты при силовом воздействии на смесь порошков с высокой удельной поверхностью.

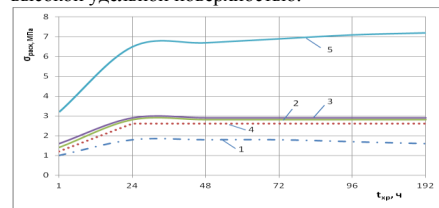


Рис. 5. Зависимость предела прочности прессовок на раскалывание от времени хранения и удельного давления прессования (смесь № 2,  $W_{и} = 9 \%$ ): 1 –  $P_{уд} = 5,15 \text{ МПа}$ ; 2 –  $P_{уд} = 10,3 \text{ МПа}$ ; 3 –  $P_{уд} = 12,3 \text{ МПа}$ ; 4 –  $P_{уд} = 17,5 \text{ МПа}$ ; 5 –  $P_{уд} = 61,7 \text{ МПа}$

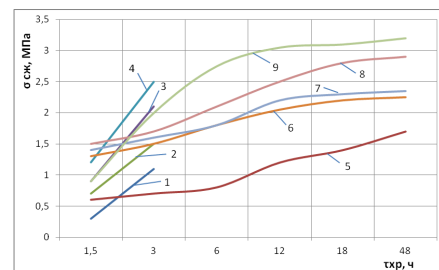


Рис. 6. Зависимость предела прочности на сжатие  $\sigma_{сж}$  смеси № 4 от исходной влажности, удельного давления и времени хранения прессовок: 1 – ( $W = 12,5\%$ ,  $P_{уд} = 5,15 \text{ МПа}$ ); 2 – ( $W = 12,5\%$ ,  $P_{уд} = 10,3 \text{ МПа}$ ); 3 – ( $W = 12,5\%$ ,  $P_{уд} = 17,5 \text{ МПа}$ ); 4 – ( $W = 12,5\%$ ,  $P_{уд} = 41,5 \text{ МПа}$ ); 5 – ( $W = 15,5\%$ ,  $P_{уд} = 5,15 \text{ МПа}$ ); 6 – ( $W = 15,5\%$ ,  $P_{уд} = 10,3 \text{ МПа}$ ); 7 – ( $W = 15,5\%$ ,  $P_{уд} = 17,5 \text{ МПа}$ ); 8 – ( $W = 15,5\%$ ,  $P_{уд} = 41,5 \text{ МПа}$ ); 9 – смесь № 1 ( $W_{и} = 15\%$ ;  $P_{уд} = 17,5 \text{ МПа}$ )

Для смеси №4 с малой удельной поверхностью (рис. 6) при влажности  $W_{исх} = 12,5 \%$  при давлениях от 5,15 МПа до 41,2 МПа наблюдается резкий рост  $\sigma_{сж}$  в течение 3 часов хранения (кривые 1, 2, 3, 4). В зависимости от величины  $P_{уд}$   $\sigma_{сж}$  растет с 2 до 30 кг/см<sup>2</sup>. При влажности 15,5 % наблюдается плавный рост  $\sigma_{сж}$  в течение 48 часов (кривые 5–8). Такое различие в динамике роста прочности объясняется тем, что при влажности от 10% до 12,5 % вся влага расходуется на твердение цементного клинкера золы и извести. Все давление здесь расходуется на создание плотно-прочной структуры. При влажности  $W_{и} = 15,5 \%$  появляется избыток влаги, и давление прессования частично расходуется не на уплотнение структуры, а на выдавливание влаги из прессовки. Влага перераспределяется в объеме смеси и твер-

дение прессовки растягивается во времени. Увеличение удельной поверхности для смеси №1 без песка и при  $W_{и} = 15 \%$  (кривая 9) позволяет использовать все вяжущие компоненты смеси, что обеспечивает рост прочности прессовок во времени за 48 часов. При определении прочности прессовок с использованием профилированных плит было установлено, что их прочность при  $h_{т} = (0,3 - 0,8)D_{т}$  в 1,3 – 1,6 раза выше, чем при разрушении плоскими плитами.

При прокатке шихты на многотонажных валковых и брикетных прессах надежность работы определяется сыпучестью шихты подаваемой из загрузочного бункера через зазор между валками. При размере бункера 70×60 мм с диаметром гладкого вала  $D_{в} = 160 \text{ мм}$  и зазором 14,5 мм смесь №1 при влажности 15 % имела низкую сыпучесть (100 ÷ 229) кг/м<sup>3</sup>. У эмалевых шихт (грунтовых), содержащие около (40 ÷ 59) % ваграночного шлака при влажности от 6 % до 8 %, имеют сыпучесть (600 ÷ 900) кг/м<sup>3</sup>. Для подачи золошлаковых порошковых смесей с низкой сыпучестью, чтобы исключить ее зависание в загрузочном бункере обычно используют вибратор.

Компактирование золошлаковых отходов проводили из смеси №1 с  $W_{и} = 16 \%$ ; при размере бункера 132×112 мм. Толщина плитки в опытах составляла 3,4 и 6 мм при производительности 1270, 1350 и 1800 кг/ч, соответственно. Количество просыпи составляло от 5 % до 10 %. При этом была получена плотно-прочная плитка ( $\sigma_{сж} = 3 \div 5 \text{ МПа}$ ;  $\rho_{уд} \approx 1700 \text{ кг}/\text{м}^3$ ). Для моделирования работы брикетного пресса на специальной матрице при  $P_{уд} = 18,8$  и  $P_{уд} = 31,4 \text{ МПа}$  и влажности 14 – 18% были получены эллипсоидные прессовки с  $D_{и} = 28,7 \text{ мм}$  и высотой прессовки  $h_{тп} = (18 \div 20) \text{ мм}$ . Часть прессовок хранилась при нормальной температуре, а другая сразу подсушивалась при  $T_{суш} 120 \text{ }^\circ\text{C}$  в течение 80 мин. Подсушенные прессовки обладали высокой прочностью ( $\sigma_{сж} = 3 \div 4 \text{ МПа}$ ) и не осыпались при динамических нагрузках. Нароботка партий безобжигового гранулята показала возможность его получения в виде плитки и брикетов с криволинейной поверхностью. Это позволило рекомендовать в качестве гранулирующего оборудования валковые пресса с  $D_{в} = 500 \text{ мм}$  и брикетные пресса со сменными элементами.

Для получения гранулята цилиндрической формы можно рекомендовать роторные грануляторы с плоской матрицей. При диаметре матрицы 900 мм, диаметре отверстий от 6 мм до 12 мм и живом сечении каналов  $\varphi = (30 \div 42) \%$ , производительность составляет от 1,5 т/ч до 3 т/ч.

По результатам проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Процесс уплотнения золошлаковых смесей происходит с получением плотнопрочных

прессовок при  $W_{и} = (10 \div 15) \%$  и удельном давлении прессования от 10 МПа до 40 МПа; 2. При времени хранения прессовок от 3 до 18 часов достигается максимальная прочность  $\sigma_{рас} = (0,5 \div 2,5) \text{ МПа}$  и  $\sigma_{сж} = (1,5 \div 4,5) \text{ МПа}$ ; 3. Рост прочности прессовок происходит в течение первых 24 часов хранения, а увеличение времени не приводит к повышению прочности; 4. Более прочные прессовки получаются из механоактивированных смесей с большой удельной поверхностью  $S_{уд} = 6000 \text{ кг}/\text{см}^2$ ; 5. Показана возможность получения гранулированного безобжигового силикатного гравия в виде плитки, брикетов и цилиндрических гранул на валковых, брикетных и роторных грануляторах.

\*Работа выполнена в рамках государственного контракта №16.515.12.5014 от 11.10.2011 года заключенном между Министерством образования и науки РФ и Московским государственным университетом инженерной экологии (МГУИЭ), разработана комплексная технология их утилизации.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Назаров В.И., Мелконян Р.Г., Калыгин В.Г. «Техника уплотнения стекольных шихт». Под общей редакцией О.С. Чехова. – М.: Легпромбытиздат, 1985. – 128 с.
- Назаров В.И., Макаренко Д.А. «Управление процессами грануляции полидисперсных шихт и порошков методами компактирования и окатывания на основе реологических моделей». Химическое и нефтегазовое машиностроение 2005. – № 6. – с. 6–9.
- Назаров В.И., Булатов И.А., Макаренко Д.А. «Особенности разработки процесса прессового гранулирования биотоплива на основе древесных и растительных отходов». Химическое и нефтегазовое машиностроение, 2009. – 229 с.
- Ильина Т.Н. «Процессы агломерации в технологиях переработки дисперсных материалов»: монография Т.Н. Ильина. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2009. – 229 с.
- Испытание материалов. Справочник. Под ред. Х. Бломануэра. Пер с нем. 1979 г, 448 с.
- Рыжков Ф.Н. Технологические параметры получения безобжигового гранулированного заполнителя на основе тонкомолотых металлургических шлаков/ Ф.Н. Рыжков// Изв. Вузов. Строительство. – 2005. – №8, с.39–42
- Гонопольский А.М., Дыган М.М., Тимофеева А.Г. Некоторые физико-химические свойства золошлаковых отходов мусоросжигательных заводов. – Экология и промышленность России, 2008. – № 7. – С. 36–39.
- Коротич В.И. Теоретические основы окомкования железорудных материалов. – М.: Металлургия, 1966. – 152 с.

**Шкарин А. В., аспирант,  
Загороднюк Л. Х., канд. техн. наук, проф.,  
Щекина А. Ю., аспирант,  
Лугинина И. Г., д-р техн. наук, проф.**  
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

## ПОЛУЧЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ ВЯЖУЩИХ В РАЗЛИЧНЫХ ПОМОЛЬНЫХ АГРЕГАТАХ\*

au5581674@rambler.ru

Установлено, что в различных помольных агрегатах: шаровой и вибрационной мельницах возможно получать композиционные вяжущие с различными физико-механическими показателями на основе перлита. В зависимости от соотношения вещественного состава компонентов сырьевой шихты целесообразно выбирать помольный агрегат.

Изучение микроструктуры образцов композиционных вяжущих, полученных в различных помольных агрегатах показало их отличия, обусловленные спецификой процесса помола.

**Ключевые слова:** композиционное вяжущее, шаровая мельница, вибрационная мельница, перлит, физико-механические показатели, микроструктура

В последние годы для получения высококачественных бетонов и повышения эффективности использования цемента в различных цементных композициях, применяют композиционные вяжущие вещества. При приготовлении композиционных вяжущих веществ к основному вяжущему компоненту добавляют различные специальные добавки и активные минеральные компоненты. Для регулирования свойств композиционных вяжущих в них вводят различные органические добавки, что позволяет в широком диапазоне варьировать свойства композиционного вяжущего в зависимости от их назначения [1-6].

Целью данной работы явилось получение композиционного вяжущего в различных помольных агрегатах, в частности в шаровой и в вибрационной мельницах. В качестве сырьевых материалов при получении композиционного вяжущего использовали Белгородский цемент ЦЕМ I 42,5Н, отвечающий требованиям ГОСТ 31108-2003 «Цементы общестроительные. Технические условия»; перлитовый песок М 75 производства ОАО «Осколснаб» г. Старый Оскол, соответствующий требованиям ГОСТ 10832-91 «Песок и щебень перлитовые вспученные. Технические условия».

На первом этапе композиционные вяжущие вещества получали в шаровой мельнице. Количество цемента варьировали от 70 до 95%. Количество перлита варьировали от 5 до 30%. Совместный помол перлита и цемента совершали с различными временными интервалами: 10, 20, 30, 40, 50 мин.

Результаты физико-механических испытаний композиционных вяжущих в различные сроки твердения, полученных в шаровой мельнице, из различных сырьевых вариаций и про-

должительности приготовления приведены на рис. 1.

Выявлено, что при разных соотношениях Ц/П, при приготовлении композиционных вяжущих в шаровой мельнице, максимальные показатели по прочности при сжатии в возрасте 28 сут., так: при соотношении Ц/П = 95/5 и продолжительности помола 50 минут прочность составляет 51,8 МПа; при соотношении Ц/П = 90/10 и времени помола 40 минут – 59,27 МПа; при соотношении Ц/П = 85/15 и времени помола 50 минут – 37,88 МПа; при соотношении Ц/П = 80/20 и времени помола 50 минут – 29,15 МПа; при соотношении Ц/П = 75/25 и времени помола 50 минут – 28,73 МПа; при соотношении Ц/П = 85/15 и времени помола 30 минут – 32,25 МПа.

На основании выполненных экспериментов, установлено, что наилучший показатель – максимальная прочность при сжатии 59,27 МПа в возрасте 28 суток показал состав с содержанием 90% цемента и 10% добавки перлита, время помола вяжущего составило 40 мин. Полученные результаты позволяют принять этот состав за оптимальный для будущих исследований.

На втором этапе в вибрационной мельнице получали композиционные вяжущие вещества тех же составов и с теми же временными интервалами, как и в шаровой мельнице.

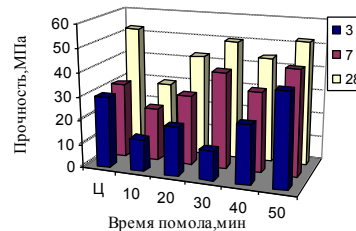
Результаты физико-механических испытаний композиционного вяжущего в различные сроки твердения, полученного в вибрационной мельнице, из различных сырьевых вариаций и продолжительности приготовления приведены на рис. 2.

Испытания прочности при сжатии показали, что максимальную прочность 55,6 МПа в возрасте 28 сут. показал состав с содержанием

95% цемента и 5% добавки перлита, оптимальное время помола вяжущего составило 20 мин.

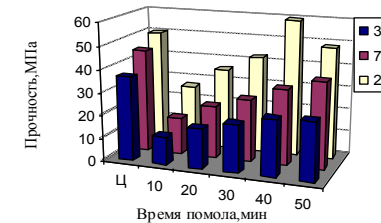
Как и в случае шаровой мельницы были выявлены максимальные показатели по прочности при сжатии в возрасте 28 сут. при разных соотношениях Ц/П, так: при соотношении Ц/П = 95/5 и продолжительности помола 20 минут прочность составляет 55,60 МПа; при соотноше-

а) Соотношение Ц/П = 95/5. Максимальная прочность в возрасте 28 суток 51,81 МПа. (Время помола 50 мин.)

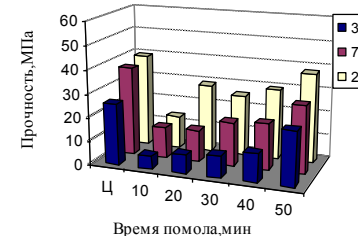


нии Ц/П = 90/10 и времени помола 10 минут – 43,19 МПа; при соотношении Ц/П = 85/15 и времени помола 10 минут – 50,94 МПа; при соотношении Ц/П = 80/20 и времени помола 20 минут – 44,95 МПа; при соотношении Ц/П = 75/25 и времени помола 20 минут – 45,10 МПа; при соотношении Ц/П = 70/30 и времени помола 20 минут – 35,26 МПа.

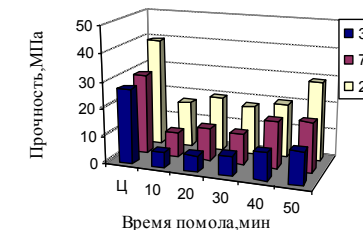
б) Соотношение Ц/П = 90/10. Максимальная прочность в возрасте 28 суток 59,27 МПа. (Время помола 40 мин.)



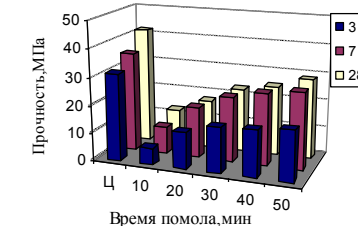
в) Соотношение Ц/П = 85/15. Максимальная прочность в возрасте 28 суток 37,88 МПа. (Время помола 50 мин.)



г) Соотношение Ц/П = 80/20. Максимальная прочность в возрасте 28 суток 29,15 МПа. (Время помола 50 мин.)



д) Соотношение Ц/П = 75/25. Максимальная прочность в возрасте 28 суток 28,73 МПа. (Время помола 50 мин.)



е) Соотношение Ц/П = 85/15. Максимальная прочность в возрасте 28 суток 32,25 МПа. (Время помола 30 мин.)

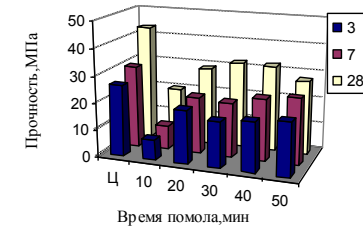
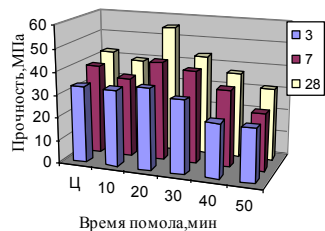
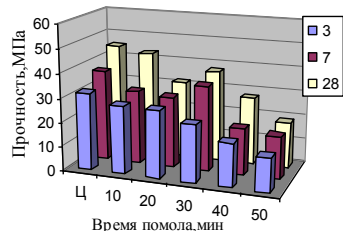


Рис. 1. Зависимость прочности при сжатии образцов в различные сроки твердения от состава композиционного вяжущего и продолжительности его помола в шаровой мельнице

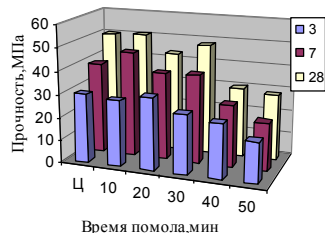
а) Соотношение Ц/П = 95/5. Максимальная прочность в возрасте 28 суток 55,6МПа. (Время помола 20 мин.)



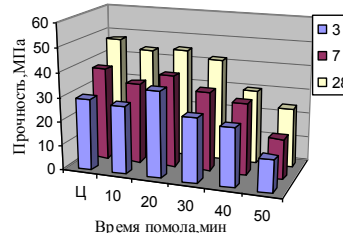
б) Соотношение Ц/П = 90/10. Максимальная прочность в возрасте 28 суток 43,19МПа. (Время помола 10 мин.)



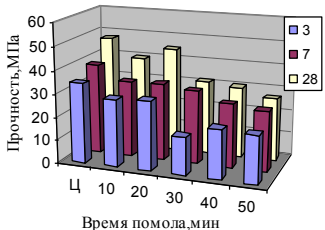
в) Соотношение Ц/П = 85/15. Максимальная прочность в возрасте 28 суток 50,94МПа. (Время помола 10 мин.)



г) Соотношение Ц/П = 80/20. Максимальная прочность в возрасте 28 суток 44,95МПа. (Время помола 20 мин.)



д) Соотношение Ц/П = 75/25. Максимальная прочность в возрасте 28 суток 45,1МПа. (Время помола 20 мин.)



е) Соотношение Ц/П = 70/30. Максимальная прочность в возрасте 28 суток 35,26МПа. (Время помола, 20 мин.)

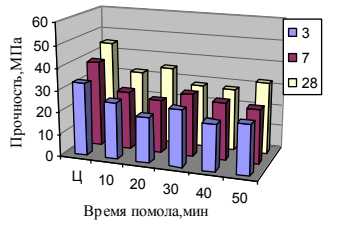


Рис. 2. Зависимость прочности при сжатии образцов в различные сроки твердения от состава композиционного вяжущего и продолжительности его помола в вибрационной мельнице

Для композиционных вяжущих, приготовленных в шаровой мельнице установлено что: введение добавки вспученного перлита от 5 до 10 % приводит к повышению прочности в сравнении с прочностью базового цемента; степень

упрочнения нарастает с повышением дисперсности перлита, наиболее эффективна 10 %-ая добавка тонкодисперсного перлита (повышение 28-суточной прочности цемента на 15 %); повышение прочности и последующее её нараста-

ние в отдалённые сроки твердения возможно за счёт пуццоланических реакций, обеспеченных присутствием тонкодисперсного перлита. Увеличение доли перлита от 5 до 30% в композиционном вяжущем приводит к значительному увеличению нормальной плотности цементного теста, особенно для составов с 25 и 30 % содержанием перлита (рис 3).

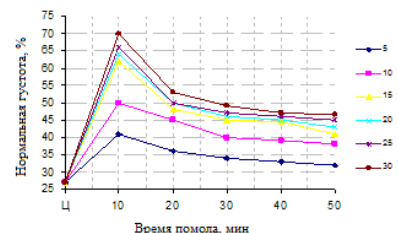


Рис. 3. Зависимость нормальной плотности от времени помола композиционного вяжущего вещества в шаровой мельнице для составов с различным содержанием перлита

Наибольшее увеличение нормальной плотности наблюдается при продолжительности помола 10 мин., что объясняется повышенной водопотребностью перлита.

Дальнейшее увеличение времени приготовления композиционного вяжущего в шаровой мельнице привело к снижению нормальной плотности. Кинетика нарастания прочности композиционного вяжущего приготовленного в шаровой мельнице приведена на рис 4.

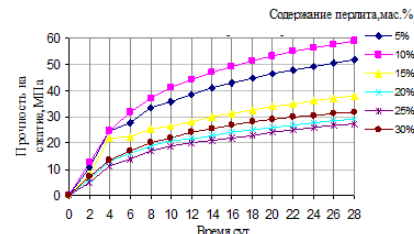


Рис. 4. Кинетика нарастания прочности композиционных вяжущих различных составов приготовленных в шаровой мельнице

Для композиционных вяжущих приготовленных в вибрационной мельнице установлено что: введение добавки вспученного перлита от 5 до 15 % приводит к повышению прочности в сравнении с прочностью базового цемента; наиболее эффективно введение 10% тонкодисперсного перлита, что даёт повышение прочности композиционного вяжущего на 5 % по сравнению с бездобавочным; увеличение и нарастание высокой прочности в поздние сроки твердения, вероятно, обеспечивается за счет проте-

кания пуццоланических реакций, обеспечиваемых высокодисперсным перлитом.

Увеличение доли перлита от 5 до 30 % в композиционных вяжущих, приводит к увеличению нормальной плотности цементного теста, особенно для составов с 25 и 30 % содержанием перлита (рис. 5).

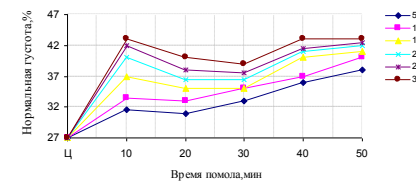


Рис. 5. Зависимость нормальной плотности от времени помола композиционного вяжущего вещества в вибрационной мельнице для составов с различным содержанием перлита

Увеличение времени приготовления композиционного вяжущего в вибрационной мельнице повысило его нормальную плотность. При приготовлении композиционного вяжущего от 20 до 30 минут наблюдается снижение нормальной плотности, при дальнейшем увеличении времени приготовления нормальная плотность увеличивается, что связано с высокой дисперсацией перлитового песка. Кинетика нарастания прочности композиционного вяжущего приготовленного в вибрационной мельнице приведена на рис 6.

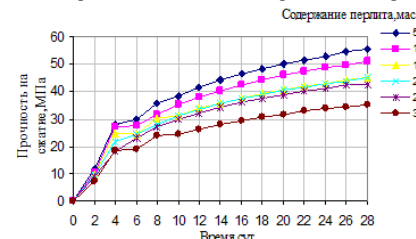


Рис. 6. Кинетика нарастания прочности композиционных вяжущих различных составов приготовленных в вибрационной мельнице

Сравнение физико-механических показателей композиционных вяжущих полученных в различных помольных агрегатах при различной продолжительности времени приготовления показало, что для составов, содержащих 10 и 25 % перлита эффективно измельчение в шаровой мельнице, а для составов содержащих 5, 15, 20 % перлита эффективно измельчение в вибрационной мельнице. При 30 % содержании перлита в композиционных вяжущих, кинетика нарастания прочности практически одинакова.

Изучены микроструктуры образцов композиционных вяжущих полученных в шаровой (соотношение Ц/П = 90/10, продолжительность

помола 40 мин.) и вибрационной (соотношение Ц/П = 95/5, продолжительность помола 20 мин.) мельницах в возрасте 28 сут. с оптимальными физико-механическими характеристиками. Микрофотографии структур композиционных вяжущих при различном увеличении представлены на рис. 7–9.

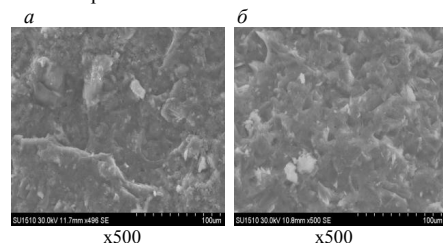


Рис. 7. Микрофотографии структуры композиционного вяжущего в возрасте 28 сут. приготовленного: а – в вибрационной мельнице; б – в шаровой мельнице

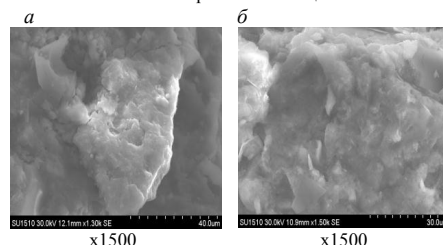


Рис. 8. Микрофотографии структуры композиционного вяжущего в возрасте 28 сут. приготовленного: а – в вибрационной мельнице; б – в шаровой мельнице

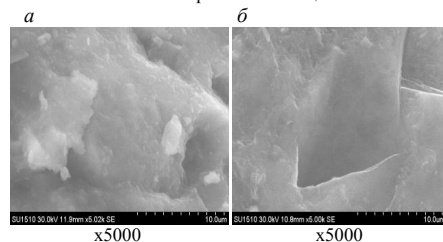


Рис. 9. Микрофотографии структуры композиционного вяжущего в возрасте 28 сут. приготовленного: а – в вибрационной мельнице; б) в шаровой мельнице

Исследования микроструктуры поверхности излома цементного камня на растровом ионно-электронном микроскопе Quanta 200 3D выявили незначительные различия в микроструктурах композиционных вяжущих, полученных в различных помольных агрегатах. В микроструктуре композиционного вяжущего, полученного в вибрационной мельнице, наблюдается струк-

турно-морфологическая неоднородность, система характеризуется наличием пор. Микроструктура композиционных вяжущих, полученных в шаровой мельнице, характеризуется более однородным и более плотным строением, что и обеспечивает более высокие физико-механические показатели прочности при сжатии.

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что в различных помольных агрегатах: шаровой и вибрационной мельницах, возможно получать композиционные вяжущие с различными физико-механическими показателями на основе перлита. Помольный агрегат целесообразно выбирать в зависимости от сырья и составов композиционных вяжущих. Изучение микроструктуры образцов композиционных вяжущих, полученных в различных помольных агрегатах выявило их отличия, обусловленные спецификой процесса приготовления.

*\*Работа выполнена в рамках реализации Программы стратегического развития БГТУ им. В.Г. Шухова на 2012–2016 годы.*

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лесовик, Р.В. Активация наполнителя композиционных вяжущих / Вестник БГТУ им. Шухова. – 2009. – №1. с. 87 – 89.
2. Энтин, З.Б. Многокомпонентные цементы / З.Б. Энтин, Б.Э. Юдович // II Международное совещание по химии и технологии цемента. Москва, 4 – 8 декабря 2000г., т.1, М.: 2000. – с. 94 – 108.
3. Лесовик, В.С. Композиционное вяжущее с использованием кремнистых пород / В.С. Лесовик, В.В. Строкова, А.Н. Кривенкова, Е.И. Ходыкин // Вестник БГТУ им. Шухова. – 2009. – №1. с.25 – 27.
4. Лесовик, В.С. К проблеме повышения эффективности композиционных вяжущих / В.С. Лесовик, Н.И. Алфимова, Е.А. Яковлев, М.С. Шейченко // Вестник БГТУ им. Шухова. – 2009. – №1. С.30 – 33.
5. Лесовик, В.С. Высокоэффективные композиционные вяжущие с использованием наномодификатора / В.С. Лесовик, Н.И. Алфимова, Я.Ю. Вишневская // Вестник центрального регионального отделения Российской академии архитектуры и строительных наук. – 2010. – С.90.
6. Шейченко, М.С. Композиционные вяжущие с использованием высокомагнезиальных отходов Ковдорского месторождения / М.С. Шейченко, В.С. Лесовик, Н.И. Алфимова // Вестник БГТУ им. Шухова. . – 2011. – №1. С.64 – 68.

**Бабаев В. Б., аспирант,  
Строкова В. В., д-р техн. наук, проф.,  
Нелюбова В. В., канд. тех. наук, доц.**

**Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова**

#### БАЗАЛЬТОВОЕ ВОЛОКНО КАК КОМПОНЕНТ ДЛЯ МИКРОАРМИРОВАНИЯ ЦЕМЕНТНЫХ КОМПОЗИТОВ\*

sphinx-sx@mail.ru

*Обобщен опыт применения базальтового волокна в строительной отрасли. Приведены исследования физико-механических и коррозионных свойств базальтового волокна, полученного с помощью различных технологий. Определены устойчивые перспективы развития и применения базальтовых волокон.*

**Ключевые слова:** базальтовое волокно, цементный камень, коррозионная стойкость, микроармирование, фибра.

Получение эффективных строительных материалов и изделий, к которым сегодня предъявляются все более высокие требования, может быть достигнуто применением технологий, использующих композиционные материалы. Одним из перспективных конструктивных материалов являются дисперсно-армированные бетоны. В таких материалах сочетаются матрица, обладающая сравнительно небольшой прочностью при растяжении, и волокна, характеризующиеся значительным сопротивлением разрыву и более высоким по сравнению с матрицей модулем упругости.

Однако, как правило потенциал дисперсно-армирования полностью не реализуется ввиду малой эффективности или из-за чрезвычайно высокой стоимости компонентов для микроармирования бетонов. Так, стальная фибра обладает малой удельной поверхностью, полипропиленовая фибра невысокой адгезией к цементному камню, органические волокна имеют недостаточную прочность, а кевларовые и карбоновые волокна обладают завышенной стоимостью. Очевидно, что наиболее эффективным компонентом для микроармирования цементных композитов может стать базальтовое волокно. Это связано с его природными свойствами, простотой производства и технологическими особенностями его применения.

Базальтовое волокно по прочности превосходит сталь, и за счет малого диаметра (5–12мкм), обладает гораздо большей поверхностью сцепления с цементным камнем, имея с ним химическое средство. При этом относительное удлинение при разрыве базальтовой фибры в два раза ниже, чем стальной, что позволяет ей более эффективно препятствовать образованию микротрещин в бетоне при нагружении.

Однако, недостаточная изученность стойкости волокон в цементных системах ограничи-

вает область и объем применения фибробетона в строительстве.

Одним из способов повышения стойкости стеклянной фибры является применение щелочестойкого волокна с высоким содержанием оксида циркония. Однако, высокая стоимость и сложность технологии его получения сдерживает его применение [1].

В результате исследований, учеными из БГТУ им. В.Г. Шухова было установлено, что высокие эксплуатационные характеристики фибробетонов на основе армирующих волокон различного происхождения позволяют рекомендовать данные материалы для устройства дорожных покрытий [1–6].

Исследованиями [7–11] установлено, что все минеральные волокна независимо от химического состава вступают в химическое взаимодействие с растворами, имитирующими среду твердеющего бетона на портландцементе. По химической стойкости, определяемой по количеству поглощенного CaO, растворившегося SiO<sub>2</sub>, связанных щелочей и изменению прочности, минеральные волокна можно выстроить в ряд: бесщелочное > щелочное > кварцевое > базальтовое > циркониевое. Изучение различных свойств базальтового волокна (БВ) выполнялись зарубежными и отечественными организациями, например, факультетом наук о материалах (МГУ им. М.В. Ломоносова), лабораторией базальтовых волокон (ЛБВ), Институтом материаловедения АН Украины, НИИЖБ, ЦНИИ-Промзданий, ЛатНИИСтроительства, АрмНИ-ИСВ, Basaltex Masureel Group, Department of Textiles (Ghent University Belgium) и др. Однако, имеющиеся данные о коррозионной стойкости базальтового волокна в цементных матрицах носят частный и противоречивый характер, что, в свою очередь, создает затруднение для широкого использования цементобазальтовых композитов в строительстве.

Есть основания [12] предполагать, что кинетика окислительного коррозии, т.е. скорость процесса и режим его протекания (внутри или на поверхности волокна), может существенным образом зависеть от характера распределения катионов в стеклообразной матрице. В зависимости от состава исходного природного сырья (магматические породы группы габбро-базальта), возможной подшихтовки и технологических параметров диспергирования базальтового расплава могут быть получены волокнистые материалы с различной микроморфологией и типом неоднородностей.

Коллективом ученых под руководством В.И. Путьяева, А.В. Кнотько и А.В. Гаршева [12], установлено, что при термообработке неподшихтованного (с содержанием Са и Na, соответствующим природному базальту, образцы Б-Л, Б-И и Б-Н) стекла на первой стадии процесса окисления образуются магнитные наночастицы ( $>20$  нм согласно данным ПЭМ)  $(Mg_2Fe)_3O_4$  в немагнитной стеклообразной матрице (т.е. окисление протекает как внутренняя реакция), а в дальнейшем происходит кристаллизация плагиоклазов и пироксенов. В стеклах, обогащенных СаО, (Б-Р) кристаллизация плагиоклазов и пироксенов происходит одновременно с выделением шпинельной фазы, маскируя последнюю на дифрактограммах. Анализы распределения катионов в сечении волокна показал, что отжиг в окислительных условиях приводят к увеличению у поверхности волокна концентрации Са в случае неподшихтованного материала (Б-Л) и Na в случае стекла с повышенным содержанием СаО (Б-Р). Наблюдаемые различия могут быть связаны с разницей в диффузионной подвижности катионов, которая, в свою очередь, определяется нахождением их в полостях или каналах алюмосиликатного каркаса, соотношение которых в материале определяется, в первую очередь, соотношением в нем содержания Si и Al. Гидролиз образцов в кислой среде приводил к некоторому уменьшению в их составе содержания щелочных металлов, без значительных изменений их поведения в окислительных отжигах.

Однако, по мнению ученых А. А. Даленкевич, К. С. Гумаргалиева, С. С. Мараховской и А. В. Суханова [13] – химическая стойкость БВ к воздействию агрессивных сред (кислых и щелочных), определяемая, как правило, по степени изменения их прочности после некоторого времени выдержки (старения) в этих средах, зависит от их химического состава, природы агрессивной среды и температурно-временных условий воздействия. Большое значение имеет соотношение в составе базальта оксидов кремния,

алюминия, кальция, магния и железа [14–16]. Именно наличие оксидов железа в силикатном каркасе БВ и придает им повышенные, по сравнению с СВ, химическую и термическую стойкости [14, 17, 18]. В случае поверхностно-активных сред (щелочи, растворы некоторых солей и т.п.) наряду с химическим составом большое значение имеет также и состояние поверхностного слоя волокон [14–20], т.е. термическая или технологическая предыстория волокна.

Равномерное распределение волокон по объему матрицы – одно из проблемных мест в технологии приготовления базальтофибробетона. В то же время решение этого вопроса позволит получить фиброкомпозиты с высокими эксплуатационными характеристиками и высокой долговечностью.

Основными параметрами, влияющими на качество фибробетонной смеси наряду с физико-механическими свойствами матрицы и армирующих волокон, являются: равномерность распределения волокон в смеси, предельная концентрация их в смеси (максимальные процент армирования, который может быть достигнут), «комкуемость» волокон (свойство их скатываться в комки-гранулы) в процессе перемешивания [21–26].

С точки зрения проблематики, равномерного, дисперсного распределения волокна по всей структуре композита, упрочнение волокнами основывается на предположении, что материал бетонной матрицы передает волокнами приложенную нагрузку посредством касательных сил, действующих по поверхности раздела, и, если модуль упругости волокна больше модуля упругости матрицы, то основную долю приложенных напряжений воспринимают волокна, а общая прочность композиции пропорциональна их объемному содержанию [24, 25].

В основу оценки долговечности фибробетона, положена методика А.А. Пашенко, в которой усовершенствован численный расчет скорости взаимодействия компонентов базальтовых волокон с компонентами матрицы. Расчеты, показывают, что достоверно можно прогнозировать долговечность композита до 100 лет.

Критической длиной волокна  $L_{кр}$  называют минимальную длину волокон, при которой они разрушаются в композиционном материале (КМ). Величина  $L_{кр}$  зависит от прочности связи между матрицей и волокнами и от диаметра волокон. Как показывают расчеты, уже при  $L/L_{кр}=10$  прочность композиционного материала с дискретными волокнами достигает 95 % прочности материала с непрерывными волокнами [23, 25].

Процесс изготовления дисперсно-армированных бетонов состоит из трех основных технологических этапов: получение фибровой арматуры, приготовление фиброармированной бетонной смеси, укладка смеси в форму. При рассмотрении в литературе основных методов приготовления и укладки фибробетонных смесей, таких как: метод смешивания компонентов, метод виброэкструзии, метод напыления компонентов, метод контактного формования, метод вибропогружения волокна [21, 26] основное внимание уделяется проблеме слеживаемости волокон до введения в смеситель и скатывания волокон в комки-гранулы в процессе приготовления фибробетонной смеси.

Технологической особенностью базальтового грубого волокна является его хрупкость. В процессе перемешивания волокна не комкуются, а интенсивно дробятся, поэтому основное внимание предлагается уделять сохранению длин волокон, обеспечивающих требуемые конструкционные свойства базальтофибробетона, а систему «смеситель – растворная смесь» предлагается рассматривать как «измельчитель» для волокна.

Таким образом, основной задачей технологии приготовления базальтофибробетонной смеси является обеспечение геометрических характеристик волокон, соответствующих максимальной прочности композиционного материала. А именно, доля волокон с длиной  $L = 10 \cdot L_{кр}$  должна быть максимальной.

В ходе экспериментов авторами [26] установлено, что на длину волокна оказывают влияние следующие факторы: вязкость растворной смеси, ее плотность, скорость перемешивания.

Для отслеживания качества базальтофибробетонной смеси и прогнозирования качества конструкций научным сообществом ведется работа по выбору и обоснованию критерия, отражающего состояние волокон в смеси и непосредственно влияющего на физико-механические характеристики базальтофибробетона.

Для конструкционных фибробетонов характерно сочетание матрицы с невысокой прочностью на растяжение с фибрами, обладающими значительным сопротивлением разрыву и более высоким, по сравнению с матрицей, начальным модулем упругости. При использовании базальтофибробетонов в дорожном строительстве, особое внимание уделяется демпфирующим способностям дорожного покрытия, что обеспечивает устойчивую прочность композита на растяжение.

Применение базальтовых волокон для армирования бетонов позволит изготавливать кон-

струкции сложной конфигурации (искусственные сооружения в транспортном строительстве, дорожные покрытия, высокопрочные перекрытия, подземные водные каналы и др.); решит проблемы морозостойкости и долговечности изделий, так как базальтовые волокна не поддаются электрохимической коррозии, в отличие от обычной арматуры, которая является электрохимическим проводником и подвергается катодному эффекту; уменьшит общий вес конструкций. Кроме того, волокно заменит традиционное армирование, связанное с применением конструктивной стальной арматуры, уменьшит ее объемы, тем самым снизит трудозатраты и себестоимость готового изделия.

Таким образом, введение базальтового волокна в структуру цементного камня, позволяет решать актуальную задачу современной строительной и дорожно-строительной отрасли – сохранение прочностных характеристик наряду со снижением количества цемента.

*\*Данная работа выполнена при финансовой поддержке в рамках федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» (2009-2013 годы), Мероприятие 1.5 «Проведение научных исследований коллективами под руководством приглашенных исследователей»: № 14.В37.21.1218 и мероприятие 1.3.1 «Проведение научных исследований молодыми учеными – кандидатами наук»: № 14.В37.21.0930*

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Клюев С.В. Дисперсно-армированный мелкозернистый бетон с использованием полипропиленового волокна / С.В. Клюев, Р.В. Лесовик // Бетон и железобетон. – 2011. – № 3. – С. 7–9.
2. Юрьев А.Г. Дисперсно-армированный мелкозернистый бетон с использованием техногенного песка / А.Г. Юрьев, Р.В. Лесовик, Л.А. Панченко // Известия высших учебных заведений. – Строительство. – 2008. – № 11. – С. 121 – 125.
3. Клюев С.В. Экспериментальные исследования фибробетонных конструкций / Клюев С.В. // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. – 2011. – № 4. – С. 71 – 75.
4. Клюев С.В. Ползучесть и деформативность дисперсно-армированных мелкозернистых бетонов / Клюев С.В. // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2010. – № 4. – С. 85.

5. Алфимова Н.И. Влияние сырья вулканического происхождения и режимов твердения на активность композиционных вяжущих / Н.И. Алфимова, Я.Ю. Вишневецкая, П.В. Трунов // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2011. – № 1. – С. 52 – 55.

6. Алфимова Н.И. Повышение эффективности стеновых камней за счет использования техногенного сырья / Н.И. Алфимова // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2011. – № 2. – С. 56 – 59.

7. Стеклофибробетон в строительстве: материалы семинара. – М.: Центральный Российский Дом знаний. – 1992. – 354 с.

8. Velde K. Basalt fibers as reinforcement for composites / Velde K., Kiekens P., Van Langenhove L. // Van de Department of Textiles, Ghent University, Technologiepark 907. – B-9052 Zwijnaarde.

9. Разработка технологии, конструкторской документации, изготовление и испытания опытно-промышленных партий композитных (стеклопластиковых и других видов) соединителей слоев бетона и трехслойных стеновых панелей. – М.: Стройизд. – 1988. – 382 с.

10. Розенталь Н.К. Коррозионно-стойкие бетоны особо малой проницаемости / Н.К. Розенталь, Г.В. Чехний // Бетон и железобетон. – 1988. – №1. – С. 27 – 29.

11. R.F. Cooper, J.B. Fanselow, D.B. Paker. Geocbim.CosmocbimActa, 1996, v.60.N17.p3253-3256.

12. Кнотько А.В. Химические процессы при термообработке базальтового волокна / А.В. Кнотько, В.И. Путляев, В.К. Иванов, А.В. Гаршев, Ю.Д. Третьяков // Сборник трудов Строительное материаловедение – теория и практика. Всероссийская научно-практическая конференция. – Москва, – 2006.

13. Даленкевич А.А. Современные базальтовые волокна и полимерные композиционные материалы на их основе // А. А. Даленкевич, К. С. Гумаргалиева, С. С. Мараховской и А. В. Суханова // Конструкции из композиционных материалов №3. – 2010. – С. 86 – 88.

14. Джигирис Д.Д. Основы производства базальтовых изделий и волокон / Д.Д. Джигирис, М.Ф. Махова – М.: Теплоэнергетик, 2002. – 407 с.

15. Новицкий А.Г. Высокотемпературные теплоизоляционные материалы на основе

волокон из горных пород типа базальтов / А.Г. Новицкий, В.Л. Мазур // Химическая промышленность Украины. – 2003. – №3. – С. 42 – 43.

16. Соколинская М.А. Прочностные свойства базальтовых волокон / М.А. Соколинская, Л.К. Забава, Т.М. Цыбуля, А.А. Медведев // Стекло и керамика – 1991. – №10. – С. 8 – 9.

17. Далинкевич А.А. Кинетика старения базальтовых волокон в щелочной среде / А.А. Далинкевич, К.З. Гумаргалиева, А.В. Суханов, А.В. Асеев, А.И. Жаров // Пластические массы. – 2002. – №3. – С. 7 – 10.

18. Далинкевич А.А. Кинетика старения базальтовых и некоторых стеклянных волокон в щелочной среде / А.А. Далинкевич, К.З. Гумаргалиева, А.В. Суханов, А.В. Асеев, А.И. Жаров // Пластические массы – 2002. – №12. – С. 23 – 26.

19. Далинкевич А.А. Базальтоволокнистые композиты в армировании бетона / А.А. Далинкевич, А.В. Суханов, А.В. Асеев // Технологии бетонов. – 2005. – №3. – С. 10 – 13.

20. Асланова М.С. Стеклянные волокна, под ред. М.С. Аслановой / М.С. Асланова, Ю.И. Колесов, В.Е. Хазанов – М.: Химия, 1979. – С. 597 – 604.

21. Бирюкович К.Л. Стеклоцемент в строительстве / К.Л. Бирюкович, Ю.Л. Бирюкович. – Киев: Будивельник – 1986. – 96 с.

22. Королев А.С. Теория и практика создания модифицированных магнезиальных цементов / А.С. Королев, Л.Я. Крамар, Б.Я. Трофимов, В.М. Горбаненко // Вестник ЮУрГУ серия «Строительство и архитектура» Вып. 1. – №5. – 2001. – С. 10 – 13.

23. Карпинос Д.Н. Новые композиционные материалы / Д.Н. Карпинос, Л.И. Тучинский, Л.Р. Вишняков. – Киев: Вища школа. – 1977. – 312 с.

24. Пащенко А.А. Физико-химические основы композиции неорганического вяжущее – стекловолокно / А.А. Пащенко, В.П. Сербин. – Киев: Вища школа. – 1979 – 224 с.

25. Пащенко А.А. Использование стеклянных волокон для армирования неорганических вяжущих / А.А. Пащенко – Киев: УкрНИИНТИ. – 1976.

26. Рабинович Ф.Н. Композиты на основе дисперсно-армированных бетонов. Вопросы теории и проектирования, технология, конструкции: монография / Ф.Н. Рабинович. – М.: издательство АСВ. – 2004. – 560 с.

Лесовик В. С., д-р техн. наук, проф.,  
Мосьпан А. В., аспирант,  
Беленцов Ю. А., д-р техн. наук, проф.,  
Ряпухин Н. В., канд. техн. наук

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

## СИЛИКАТНЫЕ ИЗДЕЛИЯ НА ГРАНУЛИРОВАННЫХ ЗАПОЛНИТЕЛЯХ ДЛЯ СЕЙСМОСТОЙКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА\*

naukavs@mail.ru

Показано, что использование гранул, полученных на основе природных аморфных кремнеземсодержащих материалов и гидроксидов щелочных металлов в качестве заполнителей для силикатных бетонов, позволяет получать стеновые материалы пониженной плотности и теплопроводности. Они имеют замкнутую пористость и нечеткую границу раздела между заполнителем и матрицей, могут применяться в сейсмостойком строительстве и позволяют существенно облегчить вес строительных конструкций без снижения их теплоизолирующих и прочностных характеристик. За счет высокой адгезии к кладочным растворам рекомендуется их использование для сейсмостойкого строительства.

**Ключевые слова:** силикатный материал, активный гранулированный заполнитель, теплопроводность, стеновой материал, сейсмостойкое строительство.

Известно, что кладка стен из каменных материалов и кирпича не обладает достаточным запасом прочности и несущей способностью, поскольку является хрупким материалом, не способным к развитию пластических деформаций; силикатный кирпич имеет слабую адгезию к кладочным растворам. Поэтому даже незначительные перегрузки, а этот фактор типичен при любом землетрясении, весьма опасны для кладки стен из штучных материалов. При этом, если для стен зданий, возводимых в обычных регионах РФ, имеются отдельные рекомендации и нормативы по их проектированию [1, 2], то в действующем СНиП [3] конструкции стен для сейсмоопасных регионов РФ из штучных материалов не рассматриваются.

В условиях современного градостроительства особые требования предъявляются не только к прочностным показателям и архитектурно-декоративному внешнему облику зданий и сооружений, но и их функциональным характеристикам. При этом особое внимание уделяется теплозвукоизоляционным материалам, используемым для создания внешних ограждающих стеновых конструкций, особенно для жилых и общественных зданий, где значительная часть всего веса здания приходится на долю этих конструкций. Поэтому в сейсмически опасных районах, при проектировании зданий и сооружений с одной стороны необходимо максимально снизить вес ограждающих конструкций, а с другой, снижение веса не должно способствовать ухудшению таких важных характеристик, как сейсмостойкость зданий и сооружений.

Всесторонний анализ энергетических, экологических и потребительских факторов при производстве и эксплуатации стеновых материалов показывает привлекательность бесцементных силикатных строительных материалов автоклав-

ного твердения на основе известково-песчаного вяжущего и кварцевого заполнителя. Силикатные строительные изделия не требуют высоких энергетических затрат при получении по сравнению со строительными материалами на основе цемента, их недостатком является относительно высокая теплопроводность: при плотности 1930 кг/м<sup>3</sup>, теплопроводность составляет 0,85-0,87 Вт/(м·К). Однако вопросам разработки недорогих искусственных заполнителей, способных существенно снизить теплопроводность силикатных материалов уделяется недостаточно внимания.

Нами предлагаются силикатные строительные материалы, включающие активные гранулированные безобжиговые заполнители (АГЗ). АГЗ вводились в состав песчано-известковых сырьевых смесей перед прессованием силикатного кирпича [4-8]. АГЗ состоят из природного сырья, содержащего аморфный кремнезем (опока, перлит, трепел и др.) и щелочь в соотношении 5 к 1, т.е. ядра гранул имеют силикатный модуль равный 5. Защитная оболочка вокруг ядра гранулы, состоящая из молотой извести и кремнефтористого натрия, не позволяет водорастворимому гидроксиду щелочного металла выйти из гранулы при приготовлении силикатной смеси и формовании изделий. Кремнефтористый натрий обеспечивает достаточную водостойкость АГЗ.

Анализируя свойства полученных силикатных материалов (табл. 1), следует отметить их низкую теплопроводность и относительно высокие значения прочности при изгибе. Силикаты натрия, выделяющиеся при автоклавной обработке из АГЗ, пропитывают матрицу, связывают портландит, зачищают микродефекты и неорганизованные поры силикатного материала, вдвое повышают значения коэффициента конструктивного качества полученных строитель-

ных изделий. Отсутствие свободного портландита благоприятно сказывается на повышении водостойкости полученных изделий (табл. 1), которая превышает значение 0,8, поэтому по

этому параметру наш силикатный материал составит достойную конкуренцию керамическому кирпичу.

Таблица 1

№ смеси	Мас. % гранулированного заполнителя на основе:	Удельная поверхность порошкового материала ядра перед грануляцией, м <sup>2</sup> /кг	Теплопроводность, Вт/(м·К)	Водостойкость, относительная потеря прочности после 25 циклов замачивания	Предел прочности при сжатии, МПа	Прочность при изгибе, МПа	Общая пористость, %	Водопоглощение, %	Средняя плотность, кг/м <sup>3</sup>
1	0	-	0,76	0,74	28,4	3,86	27,2	21,3	1880
2	15, трепел	250	0,66	0,77	28,3	4,32	38,8	18,8	1705
3	25, трепел	300	0,52	0,81	24,8	5,21	50,8	14,3	1460
4	25, опока	300	0,53	0,80	24,6	5,28	50,4	14,7	1475
5	40, трепел	250	0,23	0,88	22,5	4,31	57,7	11,2	1010
6	40, природный перлит	250	0,25	0,85	21,9	4,81	57,2	10,8	910
7	45, вспученный перлит	250	0,24	0,86	22,1	4,11	59,8	9,1	885

Способность гранул выделять водорастворимые активные соединения, проникающие в силикатную матрицу, оценивалась по потере массы гранул до и после автоклавной обработки.

Полученные гранулы вводились в силикатную смесь в различном процентном соотношении, затем формовались образцы методом прессования, которые помещались в автоклав и выдерживались при давлении водяного пара 1 МПа и температуре 178 °С в течение 8 часов. Оценивалась возможность уменьшения продолжительности изотермической выдержки при авто-

клавной обработке силикатных изделий с активными гранулированными заполнителями.

При автоклавной обработке силикатных изделий аморфный кремнезем реагирует со щелочью с образованием водорастворимых силикатов, которые переходят в матрицу, обогащая ее активными компонентами, существенно ускоряя процессы минералообразования. На месте АГЗ остается водонепроницаемая пора с незначительным количеством непрореагировавшего материала (рис. 1).

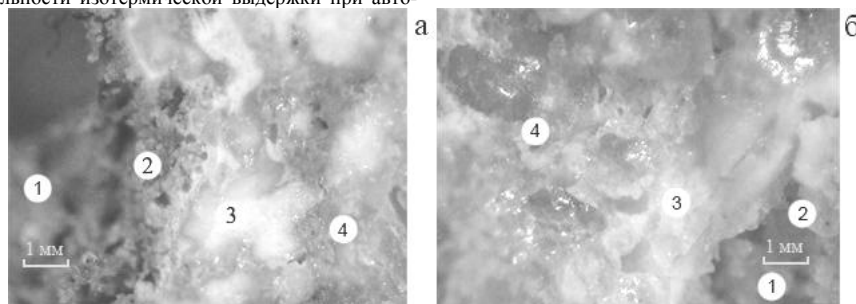


Рис. 1. Микрофотографии контактного слоя активных гранул на основе опоки (а) и перлита (б) с силикатной матрицей: 1 – поровое пространство, 2 – остатки порообразующего состава гранул, 3 – переходный слой гранулы и силикатной матрицы, 4 – силикатная матрица. Съемка образцов производилась на поляризационном микроскопе ПОЛИМ Р-312

Силикатный материал с АГЗ имеет большую прочность сцепления с цементным кладочным раствором, т.к. прореагировавшие гранулы делают поверхность силикатного материала более шероховатой со сферическими кавернами, что облегчает и процесс штукатурки стен. За счет насыщения силикатной матрицы гидросиликатами натрия, происходят дальнейшие преобразования минеральной структуры полученного строительного материала в процессе экс-

плуатации в сторону упрочнения: приведенные в таблице значения по прочности увеличиваются на 10-15%.

Исследование кинетики взаимодействия материалов ядра гранул АГЗ разного состава в процессе автоклавной обработки образцов стеновых изделий при изотермической выдержке при давлении 1 МПа и температуре 178 °С показывает, что предварительная механоактивация материала ядра гранул эффективна при исполь-

зовании только кристаллических компонентов – песка, при использовании же аморфных кремнеземов – перлита, опоки, трепела и др. механоактивация не приносит существенного ускорения процессов образования гидросиликатов натрия и зависит в основном от дисперсности частиц аморфного кремнезема. Следует отметить, что резкое ускорение процесса растворения кремнезема отмечается лишь в первые два часа автоклавирования, при этом реакция идет за счет наличия частиц с поврежденной кристаллической структурой, что подтверждают кривые РФА, либо при наличии особо тонкодисперсных частиц. С течением времени характер взаимодействия кремнезема со щелочными гидроксидами приобретает монотонно-замедленный характер.

При введении АГЗ, в силикатном материале формируется организованная пористость, поры играют роль демпферов: они не дают развиваться продольным и поперечным трещинам, способствуют получению более монолитной матрицы.

Таким образом введение в состав известково-кремнеземистого вяжущего активных гранулированных заполнителей позволит не только управлять процессами структурообразования на макро-, микро- и наноуровне, но и получить уникальные свойства материала модифицирующего природный процесс генезиса известняк-ракушечника. Результатом этого воздействия является синтез нано- и микроразмерных гидратных новообразований толщиной несколько микрон, что позволяет существенно повысить деформативные характеристики, влаго- и морозостойкость, снизить теплопроводность силикатного материала.

В целом же средняя плотность материала снижается и может достигнуть величины 650 кг/м<sup>3</sup>. Сочетание величины средней плотности материала ниже 1000 кг/м<sup>3</sup> и наличие замкнутой, водонепроницаемой пористости позволило получить силикатный материал с пониженной в три раза, по сравнению с традиционным силикатным кирпичом, теплопроводностью.

Строительное материаловедение, а также геоника, большое внимание уделяют созданию новых высокопрочных, умных материалов [9-11]. У них должна быть упорядоченная регулируемая структура, формируемые новообразования обладают высокой прочностью и низкой теплопроводностью, обладать способностью самозалечивать дефекты структуры и ликвидировать разупрочняющую пористость. Этими свойствами обладают полученные нами силикатные изделия строительного назначения на

стадии их изготовления и автоклавной обработки.

Введение растворяющихся при автоклавной обработке гранул (АГЗ) в силикатный материал позволяет получать изделия с более развитой поверхностью контакта с кладочными растворами. Образующиеся каверны на месте расположения гранул, при заполнении их раствором, существенно повышают прочность кладки в целом и меняют характер разрушения поверхностной зоны (рис. 2).



Рис. 2. Характер разрушения силикатных материалов с АГЗ на кладочных растворах традиционных составов

Упрочнение кладочных растворов путем использования более прочных вяжущих (например ТМЦ-50), полипропиленовой фибры, добавок глинистых пород определенного генезиса и состава позволяет увеличить прочность кирпичной кладки на срез в 25-30 раз. Экспериментально доказано, что при приложении внешней нагрузки данная кладка в этом случае разрушается не по поверхности контакта раствора с кирпичем, а по самому силикатному материалу (рис. 3). Повышенная монолитность каменной кладки существенно повышает сейсмическую стойкость сооружений [12].



Рис. 3. Характер разрушения силикатных материалов с АГЗ на упрочненных кладочных растворах

Качество раствора закладывается при подборе состава, а его пригодность для возведения кладки оценивается по параметрам прочности на сжатие (до 20-30 МПа), морозостойкости (до 300 циклов) и подвижности (9-13 см), а так же вели-



чиной сцепления при отрыве стеновых материалов из кладки, что влияет на работу конструкции при растяжении, изгибе по перевязанным и неперевязанным швам. В реальности совместная работа структурных элементов приводит к необходимости учитывать более широкий спектр свойств кладочных растворов. Структура кладки окончательно формируется непосредственно на строительной площадке при твердении вяжущего. При подборе состава раствора основной задачей является выбор вида вяжущего и заполнителя, состава раствора, водоцементного отношения и использование добавок различного вида.

Структура раствора формируется взаимодействием трех основных элементов [10]:

- матрицей, формируемой цементным камнем, которая связывает каркас заполнителя, обеспечивая монолитность и целостность раствора после твердения;
- заполнителем, формирующим каркас и обеспечивающим равномерное распределение цементного камня в объеме;
- контактной зоной цементного камня и стеновых материалов.

Совершенствование структуры раствора и формируемой зоны контакта возможно за счет влияния на основные структурные элементы.

Таким образом, предлагаемые технологии получения силикатных материалов с развитой поверхностью контакта с растворами, в сочетании с улучшенным составом самих кладочных растворов позволяет увеличить прочность кладки в 8-10 раз. Данная система рекомендована для использования в сейсмостойком строительстве, в том числе, в условиях Крайнего Севера.

Новизна решений по формированию систем закрытой пористости в силикатных бесцементных материалах автоклавного твердения отмечена 5 патентами РФ.

*\*Работа выполнена в рамках реализации Программы стратегического развития БГТУ им. В.Г. Шухова на 2012-2016 годы.*

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Рекомендации по применению стеновых мелких блоков из ячеистых бетонов. ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко. Москва, 1992.
2. СНиП РК 5.02-02-2010. Каменные и армокаменные конструкции.
3. СНиП РК 2.03-30-2006. Строительство в сейсмических районах.
4. Пат. № 2361838 РФ, МПК8 С 04 В 28/18. Гранулированный композиционный заполнитель для силикатных стеновых изделий на основе кварцевого песка, состав сырьевой смеси для изготовления силикатных стеновых изделий, способ получения силикатных стеновых изделий и силикатное стеновое изделие / Лесовик В.С., Мосьпан А.В., Строкова В.В., Воронцов В.М.;

заявитель и патентообладатель БГТУ им. В.Г. Шухова. –№ 2007142320/03; заявл. 15.11.2007г.; опубл. 20.07.2009г., Бюл. № 20. – 10 с.

5. Пат. № 2361839 РФ, МПК8 С 04 В 28/18. Гранулированный заполнитель для силикатных стеновых изделий на основе кремнистых цеолитовых пород, состав сырьевой смеси для изготовления силикатных стеновых изделий, способ получения силикатных стеновых изделий и силикатное стеновое изделие / Лесовик В.С., Мосьпан А.В., Строкова В.В., Воронцов В.М., Лесовик Р.В.; заявитель и патентообладатель БГТУ им. В.Г. Шухова. –№ 2007142318/03; заявл. 15.11.2007г.; опубл. 20.07.2009г., Бюл. № 20. – 10 с.

6. Пат. № 2365555 РФ, МПК8 С 04 В 28/18. Гранулированный композиционный заполнитель для силикатных стеновых изделий на основе трепела, диатомита и опоки, состав сырьевой смеси для изготовления силикатных стеновых изделий, способ получения силикатных стеновых изделий и силикатное стеновое изделие / Лесовик В.С., Мосьпан А.В., Строкова В.В., Воронцов В.М., Лесовик Р.В., Ходыкин Е.И.; заявитель и патентообладатель БГТУ им. В.Г. Шухова. –№ 2007142319/03; заявл. 15.11.2007г.; опубл. 27.08.2009г., Бюл. № 24. – 12 с.

7. Пат. № 2365556 РФ, МПК8 С 04 В 28/18. Гранулированный композиционный заполнитель для силикатных стеновых изделий на основе перлита, состав сырьевой смеси для изготовления силикатных стеновых изделий, способ получения силикатных стеновых изделий и силикатное стеновое изделие / Гридчин А.М., Строкова В.В., Лесовик Р.В., Мосьпан А.В., Воронцов В.М.; заявитель и патентообладатель БГТУ им. В.Г. Шухова. –№ 2007142316/03; опубл. 27.08.2009г., Бюл. № 24. – 7 с.

8. Пат. № 2433976 РФ, МПК8 С 04 В 28/18. Способ изготовления гранулированного заполнителя для силикатных изделий автоклавного твердения / Лесовик В.С., Мосьпан А.В., Строкова В.В., Лесовик Р.В., Воронцов В.М.; Заявитель и патентообладатель БГТУ им. В.Г. Шухова.

9. Лесовик, В.С. Геоника. Предмет и задачи / В.С. Лесовик // – Белгород. Изд-во БГТУ им. Шухова В.Г. – 2012. – 213с.

10. Гридчин, А.М. Строительные материалы для эксплуатации в экстремальных условиях / А.М. Гридчин, Ю.М. Баженов, В.С. Лесовик и др. // – Белгород. Изд-во БГТУ им. Шухова, – 2008. – 595с.

11. Лесовик, В.С. Геоника / В.С. Лесовик // – Новосибирск – 1994. – 210с.

12. СНиП РК 2.03-30-2006 – Строительство в сейсмических районах.

*Тамазов М. В., канд. техн. наук, доц.,  
Довженко И. Г., аспирант,  
Кондюрин А. М., канд. техн. наук, доц.  
Южно-Российский государственный технический университет  
(Новочеркасский политехнический институт)*

### БЕЗОБЖИГОВОЕ ДЕКОРАТИВНОЕ ВЯЖУЩЕЕ НА ОСНОВЕ СТАЛЕПЛАВИЛЬНОГО ШЛАКА И ЗОЛОШЛАКА ГРЭС

dovz-ig@yandex.ru

*В статье приведены составы безобжигового декоративного вяжущего на основе вторичных продуктов металлургии и теплоэнергетики, позволяющие при твердении получать изделия с высокими прочностными показателями. Рентгенографическими и петрографическими исследованиями были выявлены особенности структурообразования цементного камня. Установлено, что в состав новообразований при твердении вяжущего входят малоразветвленные соединения - щелочные алюмосиликаты и тоберморитоподобные низкоосновные гидросиликаты кальция.*

**Ключевые слова:** безобжиговое декоративное вяжущее, металлургический шлак, анализ, гидратация, жидкое стекло.

Одним из приоритетных направлений развития современной индустрии минеральных вяжущих веществ является разработка многокомпонентных бесклинкерных вяжущих с применением вторичных материальных ресурсов [1-3]. Состав безобжигового декоративного вяжущего (БДВ) может быть представлен минеральным сырьем природного и техногенного происхождения (металлургические шлаки, золы и золошлаки ТЭС и т.д.), в том числе кремнистыми породами, которые вводятся для интенсификации образования нерастворимых гидратных соединений [4-7].

Цель работы – синтез БДВ с применением литого сталеплавильного шлака и золошлака Новочеркасской ГРЭС, определение прочностных характеристик полученных композиционных материалов и исследование структуры и фазового состава БДВ после твердения.

В качестве сталеплавильного шлака применялся литой шлак, образующийся при производстве стали в электродуговых печах. Золошлак получен при сжигании каменного антрацитного угля на Новочеркасской ГРЭС. Химические составы сталеплавильного шлака и золошлака ГРЭС приведены в табл. 1.

Таблица 1

**Химический состав сталеплавильного шлака и золошлака**

Материал	Содержание, % по массе								
	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	R <sub>2</sub> O	SO <sub>3</sub>	ППП
Сталеплавильный шлак	18,80	11,73	0,65	1,14	36,40	26,56	0,90	0,32	3,50
Золошлак	38,64	10,59	15,83	-	2,43	0,92	2,10	0,06	29,37

Рентгенографическими исследованиями установлено, что фазовый состав литого сталеплавильного шлака состоят монтчеллит CaO·MgO·SiO<sub>2</sub>, окерманит 2CaO·MgO·2SiO<sub>2</sub>, диопсид CaO·MgO·2SiO<sub>2</sub>, двухкальциевый феррит 2CaO·Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, меллит Ca<sub>2</sub>(Al, Mg, Si)Si<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, ранкинит 3CaO·2SiO<sub>2</sub>, ларнит β – 2CaO·SiO<sub>2</sub>. Фазовый состав золошлака ГРЭС представлен кварцем β – SiO<sub>2</sub>, тридимитом γ – SiO<sub>2</sub>, альбитом Na<sub>2</sub>O·Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·6SiO<sub>2</sub>, геленитом 2CaO·Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·SiO<sub>2</sub>, глинистыми минералами, кальцитом CaCO<sub>3</sub>.

При проведении экспериментов готовили смеси в соотношении 1:2 (шлакощелочные компоненты : песок):

- сталеплавильный шлак и песок;
- смесь 70% сталеплавильного шлака, 20% золошлака, 10% опоки и песок;
- смесь 20% сталеплавильного шлака, 70% золошлака, 10% опоки и песок.

Определение прочности на изгиб исследуемых БДВ производилось на образцах-балочках размером 2х2х8 см в соответствии со стандартными методиками. Сталеплавильный шлак, золошлак и песок для формирования балочек размалывали на лабораторной вальцовочной мельнице (до удельной поверхности 2384 см<sup>2</sup>/г). В смеси добавляли раствор натриевого жидкого стекла в количестве 10% от массы сухих компонентов. Перемешивание производили всухую в течение 10 минут. После формирования и твердения на воздухе в течение 24 часов балочки пропаривали в течение 6 часов. Прочность балочек на изгиб определяли на приборе МИИ-100. Для определения предела прочности на сжатие половинки балочек были испытаны на сжатие на десяти-тонном прессе П-10 Армавирского завода. Результаты механических испытаний образцов-балочек, изготовленных мокрым способом формирования, приведены в табл. 2.

Таблица 2

**Прочность образцов, полученных мокрым формованием**

№ состава	Наименование материалов	Предел прочности, МПа	
		при сжатии	при изгибе
1.1	сталеплавильный шлак + песок + жидкое стекло с n=1,5	25,9	3,6
1.2	сталеплавильный шлак + песок + жидкое стекло с n=2,25	31,4	4,3
1.3	сталеплавильный шлак + песок + жидкое стекло с n=2,75	43,6	6,3
1.4	смесь 70% сталеплавильного шлака, 20% золашлака и 10% опоки + песок + жидкое стекло с n=1,5	38,7	4,9
1.5	смесь 70% сталеплавильного шлака, 20% золашлака и 10% опоки + песок + жидкое стекло с n=2,25	37,5	4,5
1.6	смесь 70% сталеплавильного шлака, 20% золашлака и 10% опоки + песок + жидкое стекло с n=2,75	26,6	4,0
1.7	смесь 20% сталеплавильного шлака, 70% золашлака и 10% опоки + песок + жидкое стекло с n=1,5	16,3	2,0
1.8	смесь 20% сталеплавильного шлака, 70% золашлака и 10% опоки + песок + жидкое стекло с n=2,25	14,8	1,7
1.9	смесь 20% сталеплавильного шлака, 70% золашлака и 10% опоки + песок + жидкое стекло с n=2,75	10,7	1,5

Из табл. 2 видно, что для составов №№1.4-1.9 при затворении этих компонентов вяжущего жидкими стеклами с силикатными модулями n=1,5 и n=2,25 разница предела прочности незначительна. Высокие прочностные показатели были получены на образцах БДВ на основе сталеплавильного шлака при затворении его высококомодульным жидким стеклом с n=2,75.

Для изучения влияния способа формования на прочностные характеристики БДВ были изго-

товлены кубики методом полусухого формования на лабораторном гидравлическом прессе. После твердения на воздухе в течение 24 часов кубики пропаривали. Продолжительность пропаривания составляла 6 часов. Испытания на сжатие кубиков производили на десятитонном прессе П-10. Результаты определения предела прочности при сжатии образцов-кубиков, изготовленных на основе разработанных составов при полусухом способе, приведены в табл. 3.

Таблица 3

**Прочность образцов, полученных полусухим формованием**

№ состава	Композиционный состав БДВ	Предел прочности при сжатии, МПа
2.1	сталеплавильный шлак + песок + жидкое стекло с n=1,5	20,3
2.2	сталеплавильный шлак + песок + жидкое стекло с n=2,25	24,2
2.3	сталеплавильный шлак + песок + жидкое стекло с n=2,75	36,5
2.4	смесь 70% сталеплавильного шлака, 20% золашлака и 10% опоки + песок + жидкое стекло с n=1,5	29,4
2.5	смесь 70% сталеплавильного шлака, 20% золашлака и 10% опоки + песок + жидкое стекло с n=2,25	27,7
2.6	смесь 70% сталеплавильного шлака, 20% золашлака и 10% опоки + песок + жидкое стекло с n=2,75	19,1
2.7	смесь 20% сталеплавильного шлака, 70% золашлака и 10% опоки + песок + жидкое стекло с n=1,5	10,0
2.8	смесь 20% сталеплавильного шлака, 70% золашлака и 10% опоки + песок + жидкое стекло с n=2,25	8,6
2.9	смесь 20% сталеплавильного шлака, 70% золашлака и 10% опоки + песок + жидкое стекло с n=2,75	7,0

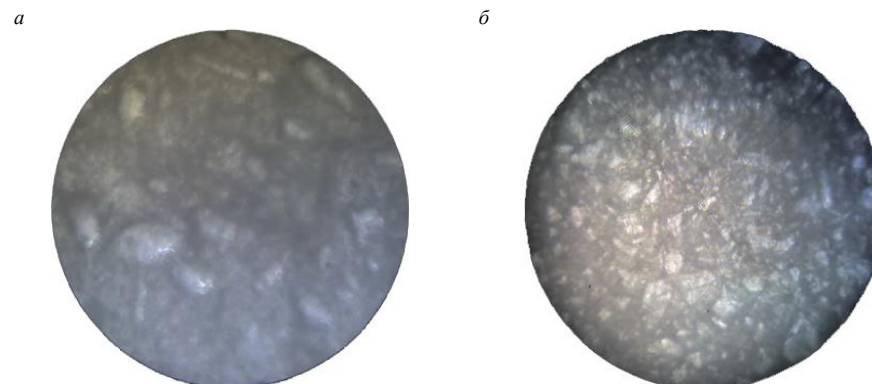
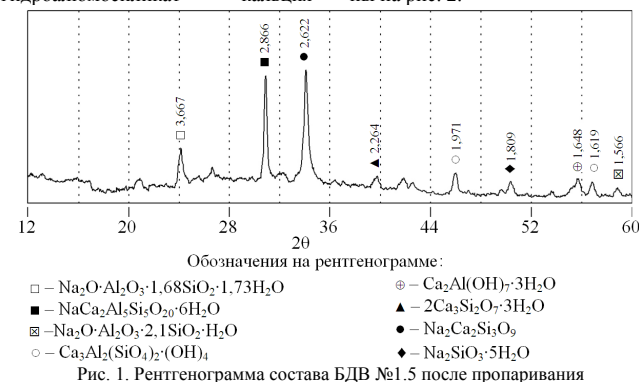
Анализ табл. 2, 3 позволяет сделать вывод, что прочностные характеристики БДВ исследуемых составов, полученных методом мокрого формования, выше, чем у образцов, изготовленных при полусухом формовании. Влияние силикатного модуля жидких стекол на прочности БДВ, полученных при полусухом и мокром формовании, аналогично: для БДВ на основе сталеплавильного шлака наблюдается повышение прочности при использовании высококомодульного жидкого стекла; для составов смесей сталеплавильного шлака, золашлака и опоки - прочностные характеристики уменьшаются при увеличении силикатного модуля жидкого стекла.

По результатам физико-механических испытаний образцов выявлена зависимость прочностных показателей вяжущих от состава. Полученный при прочностных испытаниях на балочках и кубиках скол свидетельствует о том,

что наиболее прочные БДВ обладают плотной, практически стеклоподобной структурой. Для подтверждения предположения относительно физико-химических процессов гидратации БДВ, проходящих в основном слое изделия, был проведен рентгенофазовый анализ, позволяющий определить минеральный состав этих слоев. Рентгенограмма оптимального состава №1.5 представлена на рис. 1.

Как показали рентгенографические исследования, в процессе твердения БДВ структурообразующей связкой служит щелочной алюмосиликат  $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 1,68\text{SiO}_2 \cdot 1,73\text{H}_2\text{O}$  типа анальцима, который, вероятнее всего, образуется вследствие взаимодействия глинистых минералов, содержащихся в опоковидной породе с раствором жидкого стекла. На рентгенограмме идентифицируются щелочной гидроалюмосиликат кальция  $\text{NaCa}_2\text{Al}_5\text{Si}_5\text{O}_{20} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  и щелоч-

ной гидроалюмосиликат цеолитового типа  $2\text{Ca}_3\text{Si}_2\text{O}_7 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ . Результаты петрографических исследований состава БДВ №1.5 приведены на рис. 2.



Анализ данных рентгенографических и петрографических исследований позволяет установить, что фазовый состав продуктов твердения рассматриваемых БДВ представлен преимущественно тоберморитоподобными низкоосновными гидросиликатами кальция, щелочными гидроалюмосиликатами типа цеолитов, а также щелочноземельными силикатами и алюмосиликатными соединениями, которые менее растворимы, чем высокоосновные. Это обеспечивает стабильность и долговечность БДВ не только в обычных условиях эксплуатации, но и при коррозионном воздействии различных агрессивных сред [4, 6]. Существенное влияние на прочностные показатели также оказывает присутствие в системе свободного оксида CaO, который вводится вместе с золашлаком. На рентгенограммах продуктов гидратации БДВ проявляются межплоскостные линии, соответствующие гидроалюмосиликатам кальция и

цеолитовым фазам типа щелочных алюмосиликатов.

Согласно литературным источникам [7, 8], отличительной особенностью исходного минерального состава щелочных цементов является отсутствие высокоосновных минералов  $\text{C}_3\text{S}$ ,  $\text{C}_3\text{A}$  и  $\text{C}_4\text{AF}$ . Это является важным преимуществом синтезируемого БДВ ввиду того, что высокоосновные гидратные минералы в большей степени, чем низкоосновные, подвержены коррозионному воздействию вследствие их более высокой растворимости. Прочность при сжатии цементного камня высокоосновных гидратных фаз в 2,5–3 раза ниже, чем низкоосновных тоберморитовых фаз, вследствие уменьшения у первых доли более сильных ковалентных связей типа Si–O–Si и увеличение доли более слабых ионных типа Ca–O–Si [9, 10].

Образцы, синтезированные на основе сталеплавильного шлака и смесей сталеплавильно-

го шлака, золошлака и опоковидной породы, подвергались распиловке и полировке. При этом были получены декоративные поверхности, имитирующие природные отделочные материалы. Однако процесс создания таких поверхностей достаточно трудоемок. Кроме того, наиболее прочные образцы с трудом поддаются распиливанию. Поэтому создание декоративной поверхности производилось путем нанесения декоративного слоя БДВ на изделие.

В эксперименте варьировались следующие параметры: применение гидрофобизирующей пленки для обеспечения хорошего отслаивания изделия от формирующей поверхности; использование различных материалов для формирования поверхностного слоя; использование различных методов нанесения декоративного поверхностного слоя на изделие. Было установлено, что расформование изделий при твердении над водой без потери декоративных свойств офактуренной поверхности можно производить уже через 3 суток, и в дальнейшем образцы твердеют без форм. При этом оптические показатели декоративных поверхностей оставались неизменными, изменялись только прочностные характеристики изделия.

Нанесение гидрофобизирующей добавки на формирующую поверхность перед укладкой на нее декоративного слоя изделия БДВ создает возможность образования тонкой прозрачной стеклоподобной пленки, придающей эстетический вид изделию. Кроме того, применение гидрофобизирующей добавки создает удобство расформовки без сколов, трещин, расслоений и других повреждений. Это связано с тем, что гидрофобная пленка на формирующей поверхности создает тончайший слой, препятствующий кристаллизации гидратных новообразований и проникновению кристаллических продуктов гидратации в поры формирующей поверхности. Использование различных материалов для формирования поверхностного слоя было вызвано необходимостью замены более дорогостоящего, хрупкого и трудоемкого в эксплуатации материала-стекла на более практичный - эмаль. Были получены хорошие результаты формирования декоративных поверхностей на эмалированных поверхностях. При этом коэффициенты отражения полученных поверхностей на эмали (КО=79%) незначительно отличались от значений для поверхностей, полученных на стекле (КО=82%). Однако, при создании декоративных поверхностей с определенной цветовой гаммой, можно получать поверхности на основе БДВ с меньшим коэффициентом отражения, например для состава №1.5, отвечающие высоким эстетико-потребительским свойствам. На этом же составе БДВ были созданы плитки искусственного мрамора. Поверх-

ность плиток на БДВ плотная и гладкая. Визуально отмечается, что нанесение декоративного слоя различными методами также способствует замене более трудоемкого формирования поверхностей и расширяет возможности получения красивых декоративных покрытий изделий.

Таким образом, проведенными экспериментальными исследованиями была показана принципиальная возможность получения БДВ на основе сталеплавильного шлака и золошлака ГРЭС, которые обладают высокими прочностными показателями и эстетико-потребительскими свойствами. Для получения оптимальных прочностных показателей необходимо производить формирование изделий мокрым способом при вводе до 20% золошлака ГРЭС и применении жидкого стекла с силикатным модулем  $n=2,25$ .

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Уфимцев В.М., Капустин Ф.Л., Пьячев В.А. Проблемы использования техногенного сырья в производстве цемента // Цемент и его применение. - 2009. - №6. - С. 86-90.
2. Гузь В.А., Высоцкий Е.В., Жарко В.И. Шлаки и их использование в строительной отрасли // Цемент и его применение. - 2009. - №4. - С. 41-45.
3. Горшков В.С., Александров С.Е. и др. Комплексная переработка и использование металлургических шлаков в строительстве. - М.: Стройиздат, 1985. - 272 с.
4. Глуховский В.Д., Пахомов В.А. Шлакощелочные цементы и бетоны. - Киев: Будивельник, 1978. - 184 с.
5. Глуховский В.Д. Щелочные вяжущие системы // Цемент. - 1990. - №6. - С. 3-7.
6. Кривенко П.В. Физико-химические основы долговечности шлакощелочного камня // Цемент. - 1990. - №6. - С. 10-15.
7. Кривенко П.В. Синтез специальных свойств вяжущих системы  $Me_2O-MeO-Me_2O_3-SiO_2-H_2O$  // Цемент. - 1990. - №11. - С. 5-7.
8. Петропавловский О.Н. Структурообразование и синтез прочности шлакощелочных вяжущих на основе шлаков сталеплавильного производства // Цемент. - 1990. - №11. - С. 5-7.
9. Карнаухов Ю.П., Шарова В.В. Особенности формирования структуры и свойств шлакощелочных вяжущих на жидком стекле из микрокремнезема // Строительные материалы. - 1995. - №9. - С. 26-28.
10. Рузина В.В. Золошлакощелочные вяжущие на основе жидкого стекла и примесесодержащего микрокремнезема // Строительные материалы. - 2011. - №11. - С.25-28.

Байдин О. В., канд. техн. наук, докторант  
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова  
Царева А. В., аспирант,  
Иванов А., д-р техн. наук,  
Бондаренко В. М., акад. РААСН, д-р техн. наук, проф.

Московская государственная академия коммунального хозяйства и строительства

#### К РАСЧЕТУ СОПРОТИВЛЕНИЯ ДЕФОРМИРОВАНИЮ ПОВРЕЖДЕННОГО КОРРОЗИЕЙ ЖЕЛЕЗОБЕТОНА

oleg.v31@yandex.ru

В работе рассматривается силовое сопротивление деформированию поврежденного коррозией железобетона с построением соответствующей расчетной модели.

**Ключевые слова:** коррозионные повреждения, уровень напряженного состояния, сопротивление деформированию.

Продвижение коррозионных повреждений в бетон эксплуатируемых железобетонных конструкций зависит от номинации бетона и концентрации агрессивного компонента среды, качества бетона и уровня напряженного состояния [1]. По мере роста напряжений в сжатой зоне сечений в начале, до 0,45 предела прочности бетона, происходит уплотнение бетона и уменьшение его проницаемости, что сдерживает продвижение фронта повреждений, а далее с ростом напряжений структура бетона меняется, сначала появляются микротрещины, затем трещины и поры объединяются, проницаемость растет, процесс повреждений бетона интенсифицируется, глубина коррозионного фронта уве-

$$\frac{d(\Delta\delta)}{dt} = -\alpha(\Delta\delta)^m, \text{ где } \Delta\delta = \frac{\delta_{sp} - \delta}{\delta_{sp}} \text{ при } m \geq 1, \quad (1)$$

где  $\delta$  – глубина фронта продвижения коррозионных повреждений к моменту наблюдения  $t$ ;  $\Delta\delta$  – относительный дефицит величины повреждений в момент времени  $t$  к его величине при стабилизации  $\delta_{sp}$ ;  $\alpha$ ,  $m$  и  $\delta_{sp}$  – эмпирические параметры, зависящие от уровня напряжений

личивается. Однако, у эксплуатируемых конструкций существенно, что процесс коррозионных воздействий затухает во времени и повреждения стабилизируются (нагружение конструкций считается законченным до начала коррозионных воздействий, а в дальнейшем нагрузка и внешние коррозионные факторы принимаются неизменными во времени).

Кинетика продвижения фронта коррозионных повреждений бетона применительно к равномерно сжатым образцам проанализирована в [4], где введено аналитическое соотношение связи глубины повреждения, скорости и времени:

$$\eta = \frac{\sigma}{R} \quad (\sigma - \text{действующие напряжения, } R - \text{предел прочности}).$$

Решение (1) для  $m \geq 1$  имеет вид:

$$\delta(t, t_0) = f_m(\alpha, m, t) \delta_{sp}(t_0); \quad (2)$$

когда при  $m = 1$ :  $f_1 = 1 - \Delta\delta(t_0, t_0) e^{-\alpha(t-t_0)}$ ; (3)

$$\text{при } m = 2, 3, 4, \dots: \quad f_m = 1 - \left\{ \Delta\delta(t_0, t_0) \right\}^{(m-1)} + \alpha \left[ (-m) + 1 \right] (t - t_0)^{\frac{1}{(m-1)}} \}. \quad (4)$$

В соответствии с описанными выше структурными изменениями бетона, зависимости параметров  $\alpha, m, \delta_{sp}$  от уровня напряжений приводятся на рис. 1 [4].

Здесь при  $\eta = 0$  будет  $m = m_0$ ;  $\alpha = \alpha_0$ ;  $\delta_{sp} = \delta_{sp,0}$ ;

при  $\eta = 0,45$  будет  $m = m_{\max}$ ;  $\alpha = \alpha_{\min}$ ;  $\delta_{sp} = \delta_{sp,\min}$ .

Причем, при  $\eta = 0,9$  будет  $m_{0,9} = 1$ , а значения  $m_0, \alpha_0, \delta_{sp,0}, m_{\max}, \alpha_{\min}, \delta_{sp,\min}, \alpha_{0,9}, \delta_{sp,0,9}$

Аппроксимация представленных на рис. 1 графиков осуществима кривыми второго порядка:

$$m = \sum_0^{i=2} q_m \eta^i; \quad \alpha = \sum_0^{i=2} q_\alpha \eta^i; \quad \delta_{sp} = \sum_0^{i=2} q_{\delta_{sp}} \eta^i. \quad (5)$$

$$(6)$$

$$(7)$$

должны быть установлены экспериментально для различных сочетаний агрессора и бетона.

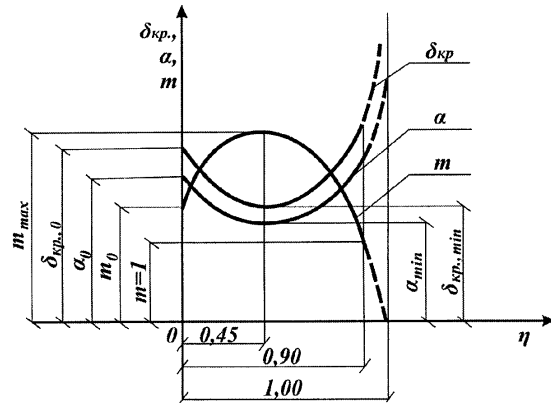


Рис. 1. Схема зависимостей эмпирических параметров  $\alpha, m, \delta_{кр}$  от уровня напряжений  $\eta$

Решения (5) при (6) дают:

– для  $m$ :

$$q_{m_0} = m_0 : q_{m_1} = \frac{1}{0,41} [(m_0 - m_{0,9}) + 2(m_{max} - m_0)]; q_{m_1} = \frac{1}{0,45} [(m_{max} - m_0) - 0,45^2 q_{m_0}]; \quad (8)$$

– для  $\alpha$ :

$$q_{\alpha_0} = \alpha_0 : q_{\alpha_1} = \frac{1}{0,9} [(\alpha_{0,9} - \alpha_0) - 2(\alpha_{min} - \alpha_0)]; q_{\alpha_1} = \frac{1}{0,45} [(\alpha_{min} - \alpha_0) - 0,45^2 q_{\alpha_0}]; \quad (9)$$

– для  $\delta_{кр}$ :

$$q_{\delta_{кр,0}} = \delta_{кр,0} : q_{\delta_{кр,1}} = \frac{1}{0,9} [(\delta_{0,9} - \delta_0) - 2(\delta_{кр,min} - \delta_{кр,0})]; q_{\delta_{кр,1}} = \frac{1}{0,45} [(\delta_{кр,min} - \delta_0) - 0,45^2 q_{\delta_{кр,0}}]. \quad (10)$$

Применительно к бетону сжатой зоны изгибаемого железобетонного элемента, напряжения в которой не неизменны по высоте, возмож-

но (до проведения специальных экспериментов) вычислить некие средние напряжения (рис. 2).

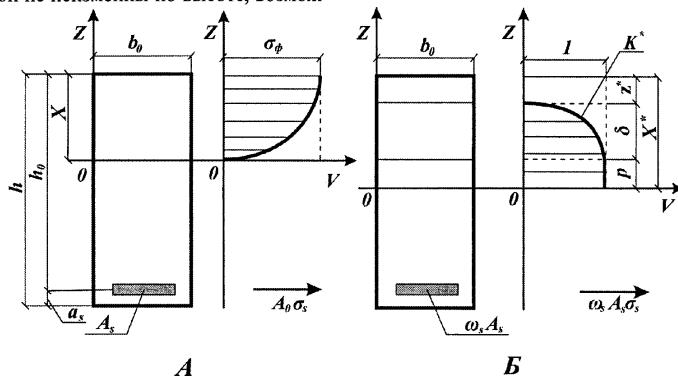


Рис. 2. Напряженное состояние сечений: вариант А. Нагруженное поперечное сечение до коррозионных повреждений; вариант Б. Нагруженное поперечное сечение после коррозионных повреждений:

$h$  – общая высота сечения;  $h_0$  – рабочая высота сечения;  $a_s$  – защитный слой бетона для арматуры;  $b_0$  – ширина сечения;  $X^*$  – высота сжатой зоны;  $\delta$  – глубина коррозионных повреждений;  $z^*$  – толщина полностью разрушенного бетона сжатой зоны;  $p$  – толщина неповрежденного слоя бетона;  $A_s$  – площадь сечения растянутой арматуры;  $\omega_s$  – коэффициент сохранения силового сопротивления арматуры;  $K^*$  – функция сохранения механических свойств (кривая)

В качестве рабочего алгоритма вычисления расчетных нормальных напряжений сжатия, не-

обходимых для оценки  $m(\eta)$ , может быть применена схема [3] – рис. 2.

$$\sigma = \sigma_{b,\phi} \left( \frac{z}{X} \right)^{n_\sigma}, \text{ где } \sigma_{b,\phi} = \frac{M}{M_{pp}} R; n_\sigma = 1 - \frac{M}{M_{pp}}, \quad (11)$$

где:

$\sigma_{b,\phi}$  – фибровые напряжения сжатия;  $X$  – высота сжатой зоны;  $M$  – действующий в сечении изгибающий момент;  $M_{pp}$  – предельный изгибающий момент.

Следует отметить, что все эти факторы (обозначенные в формуле (11)) учитываются в стадии до коррозионных повреждений.

Формула (11) для  $\sigma$  отражает любой уровень напряженного состояния в линейной и нелинейной трактовке, в частности, при  $M = 0$  будет  $n_\sigma = 1$  и эпюра  $\sigma$  очерчивается треугольником, при  $M = M_{pp}$ ,  $n_\sigma = 0$  и эпюра  $\sigma$  очерчивается прямоугольником.

Далее, для сжатия среднее напряжение вычисляется (рис. 2) по следующей формуле:

$$\sigma_{cp} = \int_p^{\delta} \frac{\sigma dz}{\delta - p} = \frac{(X^{(1+n_\sigma)} - p^{(1+n_\sigma)})}{(1+n_\sigma)(\delta - p)X^{n_\sigma}} \frac{M}{M_{pp}} R, \quad (12)$$

которое, в частности, при  $p = 0$  будет равно:

$$E_{cp,t}(t, t_0) = \left[ \frac{1}{E_{sc}(t)} + C(t, t_0) - \int_{t_0}^t \frac{\sigma(\tau) dC(t, \tau)}{\sigma(t) dt} d\tau \right]^{-1}, \quad (15)$$

а при  $\sigma = const$ :

$$E_{cp,t}(t, t_0) = \left[ \frac{1}{E_{sc}(t)} + C(t, t_0) \right]^{-1} = \frac{E_{sc}(t_0)}{1 + E_{sc}(t_0)C(t, t_0)}, \quad (16)$$

заметим, что (16) применяется в СНиП.

Здесь:

$\bar{S}^0$  – приведенная к полным относительным деформациям функция нелинейности;  $E_{sc}(t)$  и  $C(t, t_0)$  – модуль мгновенной деформации и простая ползучесть, записи которых включают влияние возраста.

Таким образом, временный модуль деформации (15), который зависит от напряжений, времени и режима, меняется по высоте сечения, вдоль пролета во времени.

При этом неизбежно, что в каждом сечении меняется положение центра тяжести приведенного сечения и, следовательно, положение осей отсчета жесткостей [6] и значений самих жесткостей, а также возмущает само перемещение центров тяжести (последние особенно значимы

$$\sigma_{cp} = \frac{X}{(1+n_\sigma)\delta} \frac{M}{M_{pp}} R = \left( 2 - \frac{M}{M_{pp}} \right) \delta \frac{M}{M_{pp}} R, \quad (13)$$

при этом, поскольку  $\sigma_{cp}$  влияет на  $\delta$ , которое в свою очередь зависит от  $m(\sigma), \alpha(\sigma), \delta_{кр}(\sigma)$ , возможны последовательные уточнения.

Уравнения силового сопротивления бетона в полных относительных деформациях и напряжениях при неубывающем режиме нагружения имеют вид [2, 6]:

$$\varepsilon(t) = \frac{\sigma(t)}{E_{cp}(\sigma, t, t_0)} = \frac{\sigma(t) \bar{S}^0(\sigma)}{E_{cp,t}(\sigma, t, t_0)}, \quad (14)$$

где временный линейный модуль деформации согласно [3] равен:

для сжатых конструкций, что меняет вдоль пролета расчетные эксцентриситеты).

Одновременно, в случае воздействия агрессивной коррозионной среды, глубина продвижения фронта которого  $\delta$  (2) также зависит от  $\sigma_{cp}$  (12), меняющегося вдоль пролета, а сами повреждения теряют интенсивность по мере углубления (рис. 2). Таким образом, помимо указанных выше факторов проявляется фактор коррозионных повреждений [6], снижающий временный модуль деформации  $E_{cp,t}$  и, следовательно, всю фигуру силового сопротивления сечений

$$E_{cp,t}^*(t, t_0) = K^* \cdot E_{cp,t}(t, t_0), \quad (17)$$

который и вводится в алгоритм расчета жесткостей.

Согласно [5], функция сохранения механических характеристик бетонов при их коррози-

онных повреждениях имеет вид (рис. 2, вариант Б):

$$K^*(z) = \sum_0^{i+2} a_i z^i, \text{ где } a_0 = 1 - \left(\frac{p}{\delta}\right)^2; a_1 = \frac{2p}{\delta^2}; a_2 = -\frac{1}{\delta^2}. \quad (18)$$

Таким образом, построена расчетная модель и представлена последовательность вычислений силового сопротивления деформированию.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Байдин, О.В. Тенденции физических основ коррозии бетона / О.В. Байдин // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. – 2011. – № 3. – С. 27 – 28. – ISSN 2071-7318.
2. Байдин, О.В. Силовое сопротивление образованию трещин поврежденного коррозией железобетона / О.В. Байдин // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2012. – № 1. – С. 11 – 14. – ISSN 2071-7318.
3. Бондаренко, В.М. Некоторые вопросы нелинейной теории железобетона / В.М. Бондаренко. – Харьков: Изд-во Харьковского университета, 1968. – 234 с.
4. Бондаренко, В.М. Феноменология кинетики повреждений бетона железобетонных конструкций, эксплуатирующихся в агрессивной среде / В.М. Бондаренко // Бетон и железобетон. – 2008. – № 2. – С. 25 – 28. – ISSN 0005-9889.
5. Бондаренко, В.М. Некоторые фундаментальные вопросы развития теории железобетона / В.М. Бондаренко // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. – 2010. – № 2. – С. 5 – 11. – ISSN 0039-2383.
6. Царева, А.В. Некоторые вопросы диссипации силового сопротивления деформированию эксплуатируемого железобетона / А.В. Царева, О.В. Байдин, А. Иванов, В.М. Бондаренко // Строительная механика и расчет сооружений. – 2012. – № 6. – ISSN 0039-2383.

ренко. – Харьков: Изд-во Харьковского университета, 1968. – 234 с.

4. Бондаренко, В.М. Феноменология кинетики повреждений бетона железобетонных конструкций, эксплуатирующихся в агрессивной среде / В.М. Бондаренко // Бетон и железобетон. – 2008. – № 2. – С. 25 – 28. – ISSN 0005-9889.

5. Бондаренко, В.М. Некоторые фундаментальные вопросы развития теории железобетона / В.М. Бондаренко // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. – 2010. – № 2. – С. 5 – 11. – ISSN 0039-2383.

6. Царева, А.В. Некоторые вопросы диссипации силового сопротивления деформированию эксплуатируемого железобетона / А.В. Царева, О.В. Байдин, А. Иванов, В.М. Бондаренко // Строительная механика и расчет сооружений. – 2012. – № 6. – ISSN 0039-2383.

Нужный С. Н., аспирант

Старооскольский технологический институт (филиал) «МИСиС»

#### ШАРНИРНАЯ РАМНАЯ КОНСТРУКЦИЯ С X-ОБРАЗНЫМИ ОПОРАМИ

serg.nuzhniy@yandex.ru

В статье представлено новое конструктивное решение легких рамных конструкций – шарнирная рамная конструкция с X-образными опорами и методика её расчета.

**Ключевые слова:** новое конструктивное решение, легкая рамная конструкция, X-образные опоры, условие неразрывности деформаций.

Легкие рамные конструкции применяются при проектировании и строительстве отапливаемых зданий предприятий машиностроения, приборостроения, легкой, пищевой, мясомолочной, радиоэлектронной, деревообрабатывающей промышленности, сельскохозяйственных зданий, зданий технического обслуживания автотранспорта и сельскохозяйственных машин, зданий компрессорных, производственно-отопительных котельных, других зданий различного назначения: физкультурно-оздоровительных комплексов, предприятий общественного питания быстрого обслуживания, выставочных и рыночных павильонов, кафе и др. Технические возможности ЛМК позволяют применять их практически во всех районах страны, включая труднодоступные районы. Подобные конструкции являются наиболее рациональными, так как одновременно выполняют технологическую функцию и функцию несущей конструкции. В них максимально используется несущая способность балочных конструкций, но они имеют ограниченный диапазон перекрываемого пролета.

Идея использования, в легких рамных конструкциях, X-образных опор [1] позволяет расширить диапазон перекрываемого пролета, разгрузить ригель и повысить устойчивость рамы за счет наружного подкоса.

Новые конструктивные решения легких рамных конструкций с X-образными опорами до настоящего времени изучены слабо и вопросы их прочности, деформативности являются актуальными.

В этой связи целью настоящей работы является разработка конструктивных решений и методики расчета новых рамных конструкций с X-образными опорами, направленная на повышение их несущей способности с одновременным снижением материалоемкости.

Поставленная цель достигается тем, что в известной рамной конструкции включающей ригель рамы, стойку рамы и опорный подкос, который в данной конструкции является внутренним переходящим в наружный подкос и образующий со стойкой X-образную опору, тем самым позволяет уменьшить материалоемкость,

одновременно увеличить перекрываемый пролет и повысить устойчивость стойки.

Вся совокупность конструктивных элементов, описанных выше образует новое устройство рамных конструкций позволяющих перераспределить усилия в них, уменьшить материалоемкость, увеличить перекрываемый пролет и повысить устойчивость стойки, что обеспечивается использованием внутреннего подкоса, переходящего в наружный подкос.

На рис.1 схематично изображена шарнирная рамная конструкция с X-образными опорами.

Предлагаемая новая конструкция рамы состоит из ригеля 1 опирающегося на стойку 2, внутренний подкос 3 и наружный подкос 4.

Данная шарнирная рамная конструкция работает следующим образом: полезная и атмосферная нагрузки воспринимается ригелем 1 и передается на стойку 2, внутренний подкос 3 и наружный подкос 4.

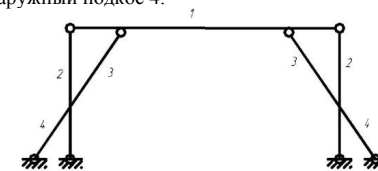


Рис. 1. Шарнирная рамная конструкция с X-образными опорами

На рисунке 2 показано схема нагружения каркаса рамно-балочного типа с X-образными опорами.

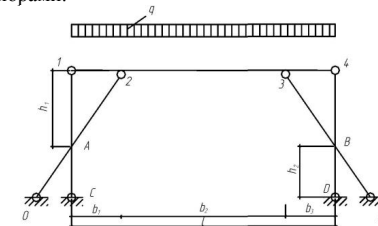


Рис.2. Схема нагружения каркаса рамно-балочного типа с X-образными опорами

Расчленим схему каркаса на три конечных элемента: на балочную систему с податливыми опорами (рис. 3) и на две X-образные опоры (рис. 4).

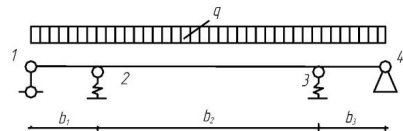


Рис.3. Балочная система с податливыми опорами

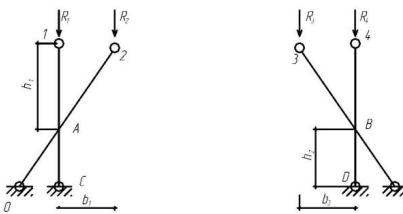


Рис.4. Правая и левая X-образные опоры

Балочную систему с податливыми опорами разобьем на три конечных элемента 1-2, 2-3, 3-4, расчетная модель балочной системы представлена на рисунке 5.

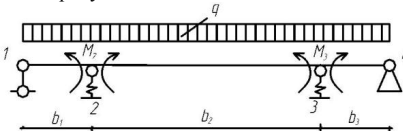


Рис. 5. Расчетная модель балочной системы с опиранием на X-образные опоры

В местах сочленения конечных элементов 1-2, 2-3, 3-4, составляя условие неразрывности деформаций, получим следующие уравнение:

$$A_1 \vec{M} + \vec{W}^{(q)} = B_1 \vec{y}, \quad (1)$$

$$\text{где } A_1 = \frac{1}{6EJ_d} \begin{vmatrix} 2(b_1 + b_2) & b_2 \\ b_2 & 2(b_2 + b_3) \end{vmatrix}; \quad (2)$$

$$B_1 = \frac{1}{6EJ_d} \begin{vmatrix} (\frac{1}{b_1} + \frac{1}{b_2}) & -\frac{1}{b_2} \\ -\frac{1}{b_2} & (\frac{1}{b_2} + \frac{1}{b_3}) \end{vmatrix}; \quad (3)$$

$$\vec{y} = \|y_1 \quad y_2\|^T; \quad (4)$$

$$\vec{M} = \|M_2 \quad M_3\|^T, \quad (5)$$

где  $y_1, y_2$  – перемещения балочной системы в точках 2 и 3.

$$\vec{W}^{(q)} = \frac{q}{24EJ_d} \begin{vmatrix} b_1^3 + b_2^3 \\ b_2^3 + b_3^3 \end{vmatrix}; \quad (6)$$

$$\vec{y} = C \vec{M} + y^q; \quad (7)$$

$$C = \begin{vmatrix} -\Pi_2(\frac{1}{b_1} + \frac{1}{b_2}) & -\frac{\Pi_2}{b_2} \\ -\frac{\Pi_2}{b_2} & \Pi_3(\frac{1}{b_2} + \frac{1}{b_3}) \end{vmatrix}; \quad (8)$$

$$\vec{y}^{(q)} = \begin{vmatrix} \frac{\Pi_2 q (b_1 + b_2)}{2} \\ \frac{\Pi_3 q (b_2 + b_3)}{2} \end{vmatrix}; \quad (9)$$

$\Pi_2, \Pi_3$  – податливость опор 2 и 3:

$$\Pi_2 = \frac{b_1^3}{EJ_{on}} + \frac{h_1}{EF_{on}}; \quad (10)$$

$$\Pi_3 = \frac{b_3^3}{EJ_{on}} + \frac{h_3}{EF_{on}}; \quad (11)$$

$M_2, M_3$  – изгибающие моменты балочной системы в точках 2 и 3;  $q$  – действующая нагрузка на балочную систему;  $EJ_{on}, EJ_b$  – изгибающая жесткость опоры и балочной системы;  $EF_{on}$  – жесткость на растяжение.

$$R_1 = \frac{qb_1}{2}; \quad (12)$$

$$R_2 = \frac{M_3 - M_2}{b_2} - \frac{M_2}{b_1}; \quad (13)$$

$$R_3 = \frac{M_2 - M_3}{b_2} - \frac{M_3}{b_1}; \quad (14)$$

$$R_4 = \frac{qb_2}{2}; \quad (15)$$

Усилие  $N_{1A}$  в стержне 1A равно:  $N_{1A} = R_1$  (16)

Усилие в стержне 2A равно:

$$N_{2A} = R_2 \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{b_1^2}{h_1^2}}}. \quad (17)$$

Из условия равновесия в узлах A и B, найдем усилия в стержнях OA, AC, BD, BK

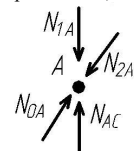


Рис. 6. Действие сил в узле А

$$N_{0A} = N_{2A}, N_{AC} = N_{1A} \quad (18)$$

Из условия симметрии усилия в узле B находятся, аналогично усилиям в узле А.

Предложенный алгоритм расчет каркаса рамно-балочного типа с X-образными опорами позволяет определить силовые и деформационные факторы в нем.

Данная конструкция рамы может использоваться, как при проектировании новых рамных систем, так и при усилении аварийных рам.

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Патент на полезную модель № 92038. Шарнирная рамная конструкция с X-образными опорами. // Нужный С.Н., Лунев Л.А. – 2009131877/22; заявл. от 25.08.2009; опубл. 10.03.2010.

*Першина И. Л., ст. преп., соискатель  
Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова*

**СИСТЕМАТИЗАЦИЯ КОНЦЕПЦИЙ ФИЛОСОФИИ АРХИТЕКТУРНОЙ ФОРМЫ**

*irina.pershina@mail.ru*

*Сформулированы принципы систематизации концепций философии архитектурной формы, начиная с рассмотрения видов знаний о форме, знаний о морфологии формы, которое включает рассмотрение видов морфологических описаний архитектурной формы. Рассмотрены многообразные приемы получения морфологических моделей архитектурных форм, например – гномоны и правила их применения. Затронута тема формально-морфологических построений форм.*

**Ключевые слова:** *Морфологические модели архитектурных форм, формально-морфологические построения архитектурных форм, язык метаописания архитектурных форм, символика и феноменология восприятия архитектурных форм.*

Дисперсное армирование может относительно принципов систематизации концепций архитектурной деятельности, для ее построения предлагается различать непосредственное, мотивирующее и рефлектирующее знание. Непосредственное знание выражает нормативность в нерелегированном виде. В мотивированном знании это нормативное содержание уже подвергается некоторой рефлексии и острашению, выражаемой обычно в виде формулы: "если – то" или "причина – следствие". Описание деятельности в таком случае организовано как теоретический принцип или методическое указание к применению, поиску или выбору тех или иных форм. В предельно рефлектированном знании форма рассматривается уже как нечто условное и обусловленное мышлением, культурой или деятельностью. Это знание о форме как норме в системе деятельности [6].

Непосредственное, нерелегированное знание о морфологии архитектурной формы есть некий образец, модель, вещь – данная не столько для созерцания, сколько для практического копирования. Чаще всего мы имеем графическое описание такой морфологической модели, которое можно скопировать, снять с помощью кальки или множительного аппарата. Это может быть чертеж в пособии, учебнике, журнале. Это может быть шаблон, лекальный чертеж или то, что в иконописи входило в "подлинник" – прорись графического рисунка. Воспроизведение такого шаблона чаще всего достигается простым механическим действием. В архитектуре существует множество способов снятия таких механических копий с помощью калек, восковок, на просвет, путем обводки шаблона и пр.

Морфологическое описание может иметь вербальный или вербально-числовой характер. Тогда указывается, какие действия нужно осуществить, чтобы получить искомую графическую модель, рисунок или чертеж. Скажем, разбивка плана сооружения прямо на земле пред-

полагает такие операции как нахождение центра, проведение через него линий, окружностей, отмеривание определенных отрезков линий, откладывание их и т. п., подобно тому как задается выполнение почти всякого геометрического чертежа.

Характерным примером такого рода морфологических описаний могут быть чертежи декоративных деталей, например, ионических или коринфских капителей, схем планировки зданий разных типов, элементов классического ордера. Вот как, например, такой вид описания дается Витрувием: "Фасад дорийского храма, с той его стороны, где помещаются колонны, надлежит разделить, если это четырехколонник, на двадцать семь частей, а если шестиколонник – на сорок две части. Одна из этих частей будет модулем, по гречески "эмбатес". Когда этот модуль установлен, то на его основании производят вычисление всех частей постройки. Толщина колонн будет два модуля, высота вместе с капителью – четырнадцать" [2, с. 83]. Перед нами типичный рецепт ремесленного наставления по изготовлению определенной вещи, изделия, определяющий в данном случае строение архитектурной формы. Витрувий здесь не дает ни символической, ни феноменологической интерпретации данной колонны, ни мотивирования этих числовых соотношений. Предлагаемая форма дается нормативно как раз и навсегда установленный стандарт. Конечно, зодчие и раньше, и позже отступали от этих размеров, варьируя их в соответствии с обстоятельствами, имеющимися конструкциями, материалом, требуемыми размерами помещений и даже в соответствии с собственным вкусом, но все это ни в коей мере не меняет значения того морфологического описания формы, которое дал в данном случае Витрувий, а до него и после него многие другие авторы наставлений, трактатов и книг.

Можно было бы специально рассмотреть многообразные приемы, выработанные ремес-

ленной архитектурной практикой для получения морфологических моделей архитектурных форм, например – гномоны и правила их применения.

Рефлексивное знание о морфологии оперирует обобщенными представлениями, типологиями и классификациями.

Простейший пример рефлексивных морфологических описаний можно видеть в тех случаях, когда построение той или иной формы или чертежа осуществляется с помощью предварительных или промежуточных геометрических построений. Так, например, достаточно вероятно, что при росписи ваз использовались геометрические схемы, в которые вписывались человеческие фигуры. Сохранившиеся до нашего времени разбросанные чертежи египетских каменщиков не оставляют сомнений в том, что в древности широко применялись промежуточные геометрические построения. Можно предположить, что в ряде случаев эти геометрические построения являлись более ранними видами орнаментальных украшений, которые были позднее вытеснены фигуративными рисунками, однако сохранились в качестве подосновы, канвы этих рисунков. В любом случае рефлексивное знание оперирует двумя системами построения формы: нормами построения некоторой подосновы (она и выступает как абстрактная схема, сетка, позднее – геометрическая решетка) и нормами построения фигуративных форм. В таком случае геометрическая канва начинает выступать в виде внутреннего "закона" построена окончательного рисунка, уже невидимого в нем непосредственно и не сохраняющегося в готовом продукте. Знание о знаковостроении этих промежуточных морфологических построек оказывается рефлексивным, поскольку в нем выражается невидимый "способ" деятельности мастера, непосредственно в готовой вещи не заметный.

В исследовании Ж. Зейтуна [4] рассматриваются варианты основ построения архитектурно-планировочных чертежей – различные виды решеток. Эти решетки могут быть описаны языками геометрии и топологии, в которых формулируются инвариантные закономерности их построения. Образуется своего рода иерархия абстрактных описаний формально-морфологических построений, которые, если знать их смысл, как бы просматриваются, просвечивают в окончательной архитектурной форме, но непосредственно в ней не даны и часто не выражены даже в алгоритме, предписывающем действия построения формы. Тем не менее само наличие этих знаний и описаний позволяет нам говорить об их включенности в содержание

формы, считать "глубинными" пластами или слоями формы.

К числу такого рода глубинных форм относятся и пропорции или точнее – пропорциональные системы, с помощью которых ведется либо построение форм, либо их последующая гармонизация.

Эти глубинные формы имеют немало общего с тем, что иногда называют "внутренней формой". Примеры внутренних форм дает нам этимология.

В архитектуре этимология чаще встречается в виде указания на архаические прототипы формы, хотя и декоративные формы могут истолковываться как этимологические рудименты: приставной декоративный ордер можно понимать как след колоннады, превращенной в стену, что относится, естественно, не столько к морфологии, сколько к символике.

Наконец, особое место в системе рефлексивных морфологических знаний занимают описания форм, которые были развиты в пропедевтических курсах архитектурных школ XX в.: Баухаузе и Вхутемасе. Примером такого языка может служить язык описания элементов архитектурно-пространственных форм, предложенный группой рационалистов во главе с Н. Ладовским и изложенный впоследствии в книге В. Кринского, И. Ламцова и М. Туркуса "Элементы архитектурно-пространственной композиции" [5].

Не все в этом языке может быть безоговорочно отнесено к морфологии – в некоторых местах здесь речь идет о символике и феноменологии восприятия архитектурных форм. Но классификация метрических порядков, плотностей и фактур, ритмических рядов и многое другое может быть отнесено к метаязыку описания морфологии архитектурной формы, так же к метаязыку могут быть отнесены описания планировочных решеток, пропорциональных схем и т. п.

Здесь может возникнуть подозрение, что эти языки описания неправомерно относить к метаязыкам, поскольку они сохраняют свое морфологическое присутствие в готовой форме. Эти свойства не исчезают подобно вспомогательным решеткам или пропорциональным построениям. Чтобы снять эти сомнения, нужно подчеркнуть, что речь идет не о том, доступны или недоступны те или иные качества формы чувственному восприятию, а о том – существует или не существует язык их специального описания, независимый от языка описания конкретной формы. Языки пропедевтических курсов Ладовского, Клее, Кандинского, в которых даются описания видов линий, поверхностей, про-

странственных соотношений плоскостей, масс и т. п. – выполняют функции абстрагированного метаязыка по отношению к тому, что непосредственно выявлено в архитектурной или художественной форме [8]. И даже если бы описания конкретной формы в точности совпадали с описаниями композиционных элементов, все равно мы вынуждены были бы разделять эти описания и эти языки.

Языки метаописаний, рефлексивного анализа формы как правило сводят ее к некоторому, возможно наименьшему количеству исходных элементов, различные варианты совмещения которых дают в итоге то, что и является морфологическим субстратом художественной формы. Элементы морфологической формы могут быть сколько угодно простыми, почти математическими понятиями: плоскость, линия, равновесие, пропорции и т. п. Обычно эти элементы морфологического описания и считаются элементами архитектурной и художественной формы. Мы настаиваем на том, что это не так. По отношению к архитектурной форме (понимаемый как художественная форма) элементом является все морфологическое описание формы, вся ее морфология, равно как символика и феноменология. Но сами морфологические описания в свою очередь могут строиться из элементов того или иного конструктивного языка их морфологического метаописания. Решетки, пропорции или элементы, выявленные в пропедевтических курсах, и образуют элементы такого рода конструктивного описания морфологии.

Аналитические описания Ж. Зейтуна не являются пропедевтическими, хотя и могут быть использованы в пропедевтических целях. Элементы, выявленные в пропедевтических курсах, могут при желании быть использованы для исследования форм и композиций вне всякой связи с пропедевтикой. Однако рефлексивный смысл этих метаописаний, не всегда жестко зависящий от их употребления, все же может принести в морфологическое истолкование формы либо пропедевтический, либо исследовательский оттенок. Эти оттенки в точном смысле слова не являются морфологическими и уводят нас в другие области смыслообразования. Тем не менее не учитывать их в систематизации концепций архитектурной формы мы не можем.

Одним из источников геометрического абстракционизма является смещение морфологии художественной формы с самой формой, чему немало способствовали пропедевтические курсы.

В поисках символической основы современная теория архитектуры пытается использовать конструкцию, функцию, реже – эмблемати-

ку. В истории архитектуры эта основа едва ли имела конструктивный или функциональный характер. Скорее всего, символическим основанием архитектурной формы оказывались некий синкретический миф, к которому стигмались иные значения. Впоследствии эти значения сами приобрели вторичный исторический или географический смысл, не уничтожавший его первоначальной мифологической сердцевины, но обогащавший совокупное значение формы, связывая ее с особенностями места и времени постройки, обстоятельствами строительства и т. п.

Описание непосредственных символических значений архитектурной формы – задача исторического исследования.

В современной теории архитектуры интерес проявляется не к первичным, а к вторичным значениям архитектурных форм. И это совершенно закономерно, так как утрата первичных символических значений может быть восполнена только через мышление, которое способно дать только вторичные значения. В связи с этим сегодня распространены мотивированные и рефлексивные символические значения архитектурных форм, и они-то как раз совпадают с содержательной стороной большинства архитектурно-теоретических концепций последних веков.

Символические значения архитектуры, ранее бывшие содержанием мифологии культуры, в Новое время вырабатываются ее специализированной частью – теорией архитектуры. Это наблюдение, имеет весьма ощутимые последствия для анализа не только архитектурной формы, но и для общей оценки статуса архитектуры и ее теории в современной культуре.

В качестве символического содержания архитектурной формы в Новое время начинают выступать уже не мифологические значения, нормативно заданные культурой в целом, но те или иные знания, доктрины и концепции, которые рождаются то как продукт обобщения исторического опыта, то как результат наблюдения над природой и отождествления законов природы с законами архитектуры, то как проект некоторой социальной и культурной утопии [3].

Простейшие символические значения строятся на основе изобразительных ассоциаций и метафор. Архитектурные сооружения изобразительно уподобляются образам природы, архитектуры или техники. Таковы историзирующие и эклектические концепции XIX в., в которых архитектурная форма выступала в качестве носительницы исторических, культурных смыслов. Натуралистических, как у Булле и Леке, или абстрактно-морализующих, как у Дюрана и Леду, но чаще всего — как историко-культурных. С

этой линией связана вся традиция Ренессанса и малых ренессансов XIX в., "ривайвализм" – возрождения классики, итальянского Ренессанса, псевдоготики, восточной архитектуры или любых национальных традиций в качестве декоративных архитектурных форм.

Морфологическая основа этих заимствований поставляется археологией, но символический смысл заимствуемых пластических форм черпается в области исторического знания. По сути дела историко-архитектурная декорация – это чаще всего просветительская утопия, декоративное выражение просветительских идеалов, прежде всего познавательных и потому оказавшихся не слишком долговечными. Содержание реальной жизни с ее помощью скорее скрывалось, в связи с чем последующие поиски архитектурного содержания (можно сказать – символического), предпринимались в сфере индустриально-технологических, функциональных, идеологических и политических структур.

Символизм связывает некую видимую форму с невидимым, но значимым содержанием, какой бы природы оно ни было: мифологической, политической и пр. Рациональные концепции предписывают такой путь образования формы, при которых видимая форма соотносилась бы с неким стоящим за ней содержанием [7].

Когда обсуждаются частные детали, эта связь может оказаться мало заметной. Например, когда Виолле-ле-Дюк объясняет способы артикуляции архитектурных объемов характером солнечного освещения для той или иной географической широты и особенностями их зрительного восприятия через интерпретацию теней — мы остаемся в сфере частных и конкретных соображений [1]. Точно также, когда рассматриваются принципы построения ордерных форм на основе рационального истолкования выступов свешивающихся профилей как средства защиты от дождя, все остается на своих местах. Такова внутренняя логика рассуждения. Можно, конечно, было бы сказать, что ветер ломает эту логику, ибо капли дождя не падают строго по отвесу, но и этот аргумент может быть в свою очередь принят во внимание для логического вывода архитектурных форм из климатологических или иных практических допущений. Важно не это, а то, что форма, какой бы она ни была и какими бы аргументами ни подтверждалась, обосновывается именно с помощью рациональных доводов на основе внешних условий и выражает не столько эти внешние условия, сколько самый принцип рационального построения архитектурных форм.

Сознание априорно полагает, что всякая вещь, если это вещь – должна иметь форму. Чтобы понять отношения формы и содержания, нужно погрузиться в предметную историю деятельности, ее орудийные средства, исторически изменяющиеся цели и условия, в многообразие языков описания предметов деятельности и их взаимоотношения. В истории этих отношений можно различить изменяющиеся и инвариантные структуры. Рефлексия состоит в сопоставлении двух видов описания одного и того же предмета: словесного и изобразительного. Схема сопоставления и его следствия для мышления: если мы обладаем двумя описаниями одного и того же предмета, появляется возможность сопоставить и противопоставить их друг другу. К форме обычно относят такие описания предмета, которые могут быть конструктивно использованы при его изготовлении. Стало быть, понятие формы коренится прежде всего не в научной, не в познавательной, а в ремесленной, производственной деятельности, в технике. В архитектуре использование иконического языка в качестве формы вызывается двумя его свойствами: способностью варьировать принципиальные схемы расположения частей конструкции и способностью моделировать точные параметры сооружения.

Конструктивное преобразование предполагает свободу и даже возможность разрушения и перестройки формы. Конструктивные преобразования должны сохранять основной смысл предмета. Двойственность категорий указывает на принципиальную дополнительность типов описания, соответствующую дополнительности субъективных и объективных моментов в знании. Изменения функционального содержания формы, т.е. конструирование новой функции для какого-либо содержания с фиксированной формой, влечёт за собой изменение смысловых акцентов в развитии категории "форма".

Выделяют три ступени качественно различного понимания категории "форма": античной, классической и современной философской мысли, - что образывало систему возможных способов истолкования формы, для практической и познавательной деятельности. В истории архитектурной мысли есть некое теоретическое ядро со своими структурами и инвариантами, еще не выявленное методологической рефлексией. А значит, есть разница между "теорией архитектуры" и той или иной творческой концепцией архитектора, между взглядами архитектора на архитектуру и архитектурную форму и теоретической конструкцией этих понятий в рамках теоретической системы. Важно определить соотношение исторических вариан-

тов трактовки архитектурной формы и в то же время выделить организацию многообразия этих идей в систему. При этом совмещаются принципы типологической классификации с теоретическими конструкциями, внешние и внутренние, экстенсивные и интенсивные моменты. Предлагаемая система – только предварительная схематизация смысла, некая канва, из которой, однако, можно сделать и предварительные выводы, в частности, вывод о значимости проблем анализа и синтеза для всякой концепции архитектурной формы.

Морфологическое описание имеет вербальный и вербально-числовой характер. Рефлексивное знание о морфологии оперирует обобщенными представлениями, типологиями и классификациями. Рефлексивное знание оперирует двумя системами построения формы: нормами построения подосновы и нормами построения фигуративных форм.

Символическое значение формы дается мифологической нормой ее истолкования. Придание символического значения архитектурной форме характерно для традиционной мифологической культуры. Символические значения современной архитектуры еще окончательно не выявлены и скрыты либо ее морфологическими описаниями, либо ее феноменологией, хотя именно они и составляют все же основу содержания архитектурно-художественных форм. Символика архитектурных форм затемнена их собственной многозначностью. В современной теории архитектуры интерес проявляется не к первичным, а ко вторичным значениям архитектурных форм. В связи с этим сегодня распространены мотивированные и рефлексивные символические значения архитектурных форм, и они-то как раз совпадают с содержательной стороной большинства архитектурно-теоретических концепций последних веков. Простейшие символические значения строятся на основе изобразительных ассоциаций и метафор.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Виолле-ле-Дюк Э. Беседы об архитектуре. –т.1. , 1938 г.Издательство: М.: Всесоюзной Академии архитектуры, 810 с.
2. Витрувий М.П. Десять книг об архитектуре. –М., Издательство: Архитектура-С 2006 г., 328 с.
3. Дженкс Ч. Язык архитектуры постмодернизма. –М., 1985, 136 с.
4. Зейтун Ж. Организация внутренней структуры проектируемых архитектурных систем. –М., 1984, 160 с.
5. Кринский В., Ламцов И., Туркус М. Элементы архитектурно-пространственной композиции. –М., Стройиздат, 1968., 168 с.
6. Кураев В.И. Диалектика содержания и формы в развитии научного знания. // Вопросы философии. - М.: Высшая Школа, 1983, № 6. - С. 27-37.
7. Мантатов В.В. Образ, знак, условность. – М., Высшая школа, 1980, 158 с.
8. Рабинович В.И. Архитектурная композиция как «внутренняя форма» // Проблемы формообразования в архитектуре. –М., 1985



Клюев С. В., канд. техн. наук, докторант,  
Лесовик В. С., д-р техн. наук, проф.  
Клюев С. В., м.н.с.

Бондоренко Д. О., студент

Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова

## К ВОПРОСУ ПРИМЕНЕНИЯ НЕСКОЛЬКИХ ВИДОВ ФИБР ДЛЯ ДИСПЕРСНО-АРМИРОВАННЫХ БЕТОНОВ\*

Klyuyev@yandex.ru

В статье рассмотрены вопросы применения стальной и полипропиленовой фибры для дисперсного армирования мелкозернистых бетонов. В качестве вяжущего использовался тонкомолотый цемент и вяжущее низкой водопотребности. Установлено, что применение композиционных вяжущих и высокоплотной упаковки зерен заполнителя значительно повышают прочностные показатели. Оптимальный подбор заполнителя позволил получить на техногенных песках КМА фибробетон с пределом прочности при сжатии – 84,8 МПа, при изгибе 19,3 МПа.

**Ключевые слова:** мелкозернистый бетон, техногенный песок, фибробетон.

Дисперсное армирование может осуществляться как одним видом фибры, так и смесью разных фибр, имеющих разные параметры и значительно отличающиеся по составу (например, в данной статье будет рассмотрен вопрос комбинированного армирования стальной и пропиленовой фиброй мелкозернистого бетона). Применение дисперсного армирования для железобетонных конструкций, в которых часть стержневой арматуры заменяется на фибровую или исключает ее полностью, представляет практический интерес. Производство дисперсно-армированных композитов и конструкций на их основе зависит в значительной мере от вида используемых для них армирующих материалов (фибр) [1, 2].

При создании дисперсно-армированных бетонов необходимо учитывать вид используемых бетонных матриц. Для изготовления дисперсно-армированных конструкций используются обычный тяжелый бетон с ограниченной величиной зерен крупного заполнителя, цементно-песчаный раствор, а также цементный или гипсовый камень. В ряде случаев целесообразно использование легких бетонов. Вид бетона определяет характер рационального для него вида дисперсного армирования и оптимальные значения геометрических параметров дисперсной арматуры [4].

Существует 2 принципиально различных вида матриц, упрочненных фибрами: непрерывное армирование, т.е. длинными фибрами, которые внедрены в матрицу такими технологиями, как накальная обмотка или наплавление слоев фибрового волокна; и отдельными короткими фибрами, длиной менее 50 мм, которые вводятся в матрицу распылением или смешиванием. Армирование матрицы можно дополнительно классифицировать по распределению фибры в

матрице. Непрерывным по форме фибрам можно задавать нужную ориентацию, что контролируется производственным процессом (ориентацией намотки или направлением наплавления волокон) и структурой слоя фибры. В случае распределенных фибр в матрице более однородно и короткие фибры склонны принимать случайную ориентацию. Тем не менее, даже в этих системах распределение фибр редко полностью однородно, и случайная ориентация фибр далека от идеала.

При решении вопросов дисперсного армирования бетонных материалов необходимо учитывать, что не все искусственные волокна способны противостоять воздействиям среды гидратирующихся цементов. Например, стеклянные волокна обычного состава подвергаются интенсивной коррозии в твердеющем бетоне на портландцементе и практически не вступают в химическое взаимодействие с продуктами гидратации гипсовых вяжущих. Напротив, стальные волокна заметно корродируют в композициях на основе гипса, причем те же волокна надежно защищаются от процессов коррозии в гидратирующейся среде цементных вяжущих. Эти обстоятельства должны учитываться при назначении оптимальных составов композиции "бетон-волокно".

Исследования показывают, что дисперсное армирование обеспечивает повышение прочности сечений сжатых, растянутых и изгибаемых элементов конструкций, увеличивает их трещиностойкость, ударную вязкость, термическое сопротивление и другие физико-механические показатели. Имеются примеры успешного применения дисперсно-армированных бетонов в конструкциях различного назначения: стеновых панелях, плитах покрытий, днищах резервуаров, сваях, трубах, лотках коммуникационных кана-

лов, полах промышленных зданий, дорожных и аэродромных покрытиях, несъемной опалубке для возведения монолитных конструкций и др. Дисперсное армирование приводит в ряде случаев к снижению материалоемкости конструкций, стоимости и трудоемкости изготовления по сравнению с традиционными решениями. Это достигается в значительной мере за счет частичного или полного отказа от необходимости применения в конструкциях традиционных арматурных сеток и каркасов, а также в результате перевода во многих случаях комплекса производства арматурных работ в процессе изготовления армированной бетонной смеси непосредственно в бетоносмеситель [4].

Основной задачей при получении мелкозернистых бетонов, в том числе дисперсно-армированных, является снижение расхода клинкерной составляющей, так как из-за отсутствия крупного заполнителя идет перерасход цемента. Наиболее существенными факторами снижения содержания цемента в дисперсно-армированных мелкозернистых бетонах являются, уменьшение водопотребности бетонной смеси и повышение активности вяжущего. Поэтому с этой точки зрения перспективным направлением повышения эффективности таких бетонов считается применение композиционных вяжущих.

В ходе исследования были разработаны вяжущие следующих составов: вяжущее тонкомолотый цемент (ТМЦ-70) получали путем домолоа до удельной поверхности  $S_{уд}=500 \text{ м}^2/\text{кг}$  портландцемента ЦЕМ I 42,5 Н по ГОСТ 31108–2003.

Вяжущее низкой водопотребности (ВНВ-70) получали путем совместного помолоа до удельной поверхности  $500 \text{ м}^2/\text{кг}$  портландцемента ЦЕМ I 42,5 Н, отсева дробления кварцито-песчанника и пластифицирующей добавки СП-1 в оптимальной дозировке.

Для оценки возможности применения оптимального вида фибры при производстве высококачественного мелкозернистого сталефибробетона были разработаны составы, в которых в качестве заполнителя был применен отсев дробления кварцито-песчанника. Для оптимизации структуры матрицы в состав бетона был введен таволжанский песок.

С целью получения высококачественных сталефибробетонов в бетонную матрицу было введено три вида фибры: фибра стальная, волнообразная, длина 30 мм, диаметр 0,8 мм; фибра полипропиленовая, длиной 6 мм.

С целью получения более высокопрочных фибробетонов были проведены экспериментальные исследования (табл. 1).

Таблица 1

### Физико-механические характеристики мелкозернистого фибробетона

Вид вяжущего	Вяжущее, кг	Расход материалов, кг/м <sup>3</sup>				Полипропиленовая фибра, кг	Предел прочности при сжатии, МПа	Предел прочности на растяжение при изгибе, МПа
		Отсев дробления КВП, кг	Таволжанский песок, кг	Вода, л	Стальная волнообразная фибра, кг			
Цем I 42,5Н	510	1180	555	170	-	-	50,2	13,7
Цем I 42,5Н*ВПУ	510	1185	555	172	-	-	56,5	14,2
Цем I 42,5Н	510	1180	555	172	72	-	57,4	16,8
Цем I 42,5Н*ВПУ	510	1185	555	174	72	-	65,2	17,6
ТМЦ-70	510	1180	555	160	72	-	63,4	17,4
ТМЦ-70*ВПУ	510	1185	555	162	72	-	69,7	18,2
ВНВ-70	510	1180	555	150	72	-	76,2	19,1
ВНВ-70*ВПУ	510	1185	555	152	72	-	84,8	19,8
ВНВ-70*ВПУ	510	1185	555	152	32	3	82,8	19,1

\*ВПУ – высокоплотная упаковка зерен мелкозернистого фибробетона

Разработанный алгоритм расчета многофункциональной системы «клинкер-заполнитель-заполнитель-органическая добавка-вода» позволил варьировать параметрами

бетонной смеси с целью повышения эксплуатационных характеристик композита. Изучив и проанализировав полученные экспериментальные данные за счет использования высокоплот-

ной упаковки зерен, можно сделать вывод, что эти характеристики увеличиваются на 20 – 30%.

Эффект от применения высокоплотной упаковки зерен техногенного заполнителя, обогащенного таволжанским природным песком, достигается за счет более компактного расположения всех компонентов, включая стальную фибру и оказывает на бетонную смесь комплексное воздействие. Так, кроме контактов «цементное тесто–заполнитель», появляются контакты «фибра–вяжущее», прочность которых в значительной степени зависит от физико-химического взаимодействия минералов, входящих в состав заполнителей и частиц вяжущего.

Применение же композиционных вяжущих, таких, как ТМЦ-70 и ВНВ-70, позволяет, в свою очередь, повысить характеристики бетона по сравнению с аналогичными составами на основе цемента, что объясняется более плотной структурой цементного камня самих композиционных вяжущих и, следовательно, бетонов на их основе, а также меньшей пористостью.

Таким образом, высокоплотная упаковка компонентов смеси на основе композиционных вяжущих оказывает направленное воздействие на структурообразование сталефибробетона, позволяя повысить прочностные и деформативные характеристики. Рациональный подбор заполнителя и применение стальной волновой фибры дало возможность получить на техногенных песках КМА фибробетон с пределом прочности при сжатии – 84,8 МПа, при изгибе – 19,8 МПа. При комбинированном армировании стальной и полипропиленовой фибрами на техногенных песках КМА разработали фибробетон с пределом прочности при сжатии – 82,8 МПа, при изгибе – 19,1 МПа. Однако, при прочностных характеристиках того же порядка разработанная смесь фибробетона на основе комбинированного армирования по стоимости ниже на 25% по сравнению с составом на стальной фибре и том же композиционном вяжущем, за счет снижения количества стальной фибры.

*\*Работа выполнена в рамках реализации ФЦП "Научные и научно-педагогические кадры инновационной России" на 2009-2013 годы, грант № 14.В37.21.1487, тема: «Разработка научных и практических основ создания композиционных вяжущих на основе техногенного сырья с целью производства фибробетона для ремонтных работ», и гранта президента Российской Федерации МК-2715.2012.8 по теме: «Разработка научных и практических основ повышения эффективности мелкозернистого фибробетона на основе техногенного песка и композиционного вяжущего для промышленного и гражданского строительства».*

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Клюев, А.В. Отходы горнодобывающих предприятий как сырье для производства мелкозернистого бетона армированного фибрами / А.В. Клюев, С.В. Клюев, Р.В. Лесовик, О.Н. Михайлова // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2010. – № 4. – С. 81 – 84.
2. Клюев, С.В. Экспериментальные исследования фибробетонных конструкций / С.В. Клюев // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. – 2011. – № 4 – С. 71 – 74.
3. Рабинович, Ф.Н. Дисперсно армированные бетоны / Ф.Н. Рабинович. – М.: Стройиздат, 1989. – 174 с.

## МЕХАНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И МАШИНОСТРОЕНИЕ

Романенко В. С., аспирант,  
Богданов В. С., д-р техн. наук, проф.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСИЛИЯ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ В ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ВАЛКОВОЙ МЕЛЬНИЦЕ С УЧЕТОМ ПРОЧНОСТИ МАТЕРИАЛА

v.s\_bogdanov@mail.ru

В статье представлен расчет усилия измельчения в горизонтальной валковой мельнице. Получена математическая зависимость величины усилия измельчения от свойств измельчаемого материала, от начального размера частиц измельчаемого материала, от линейной степени однократного разрушения и от величины деформации измельчаемого слоя материала.

**Ключевые слова:** сила, линейная степень однократного разрушения, работа, объемная степень измельчения, деформация измельчаемого слоя.

В строительной промышленности измельчению подвергают материалы, имеющие различные твердость, абразивность и крепость [1]. При их измельчении, т.е. в процессе разделения твердого куска материала на отдельные части, внешние механические силы преодолевают внутренние силы сцепления между отдельными частицами вещества и при этом образуются новые поверхности. Процессы измельчения материалов основываются на известных из теории упругости деформациях – сжатии, растяжении, изгибе и сдвиге – с переходом напряжений за предел прочности материалов.

Одной из важнейших характеристик определяющих эффективность работы горизонтальной валковой мельницы, является усилие измельчения материала, т.е. усилие с которым валки воздействуют на измельчаемый материал. Усилие дробления зависит от свойств измельчаемого материала.

Формулу определения усилия измельчения, необходимого для разрушения материала, можно вывести из равенства работ найденных двумя способами.

Первый способ вытекает из теории Риттингера. Он предполагает, что работа, затрачиваемая на измельчение, пропорциональна размеру вновь образованной поверхности в измельчаемом материале. Его решение сводится к следующему [2]:

Тело кубической формы с ребром  $D$  разрушается любым способом до кубов с ребром  $d$ . Число полученных кубиков, очевидно, пропорционально кубу степени измельчения, т.е.  $z = \frac{D^3}{d^3}$ .

Поверхность куба с ребром  $D$ :

$$S_1 = 6D^2. \quad (1)$$

Общая поверхность полученных кубов с ребром  $d$ :

$$S_2 = 6d^2 \left( \frac{D^3}{d^3} \right). \quad (2)$$

Вновь образованная поверхность:

$$S = S_2 - S_1 = 6D^2(i-1). \quad (3)$$

Далее принимается, что на образование единицы новой поверхности при измельчении данного материала затрачивается постоянная работа  $A_y$ , которая определяется опытным путем и может быть названа удельной работой. Тогда вся работа, затрачиваемая на измельчение рассматриваемого тела, очевидно, будет равна:

$$A = A_y S = 6A_y D^2(i-1). \quad (4)$$

Теория Риттингера имеет ряд недостатков. Предположение о прямой пропорциональности работы измельчения вновь образованной поверхности можно считать справедливым только в случае измельчения тела резанием или распиливанием, когда объем обрабатываемого материала практически не влияет на затрату энергии. Если измельчение производится раздавливанием, раскалыванием, ударом или комбинированным способом, это предположение несправедливо, так как в этих случаях не учитывается энергия, затрачиваемая на деформацию тела без разрушения. В теории Риттингера также не учитывается путь действия силы, вызывающей разрушение тела – это ее главный недостаток.

С современной точки зрения на основе известных законов технической механики мож-

но более точно оценить установившуюся величину удельного расхода энергии в области тонкого измельчения.

При переходе из области крупного измельчения в область тонкого частицы однородных материалов сохраняют свой технологический состав и основные физико-механические свойства. Вывод о том, что с уменьшением размера частиц растет их прочность, к этим материалам неприменим. При измельчении неоднородных материалов, т.е. материалов, состоящих из склеенных или спаянных частиц разных веществ, с уменьшением размера частиц их физико-механические свойства изменяются. Это изменение может идти как в сторону повышения, так и в сторону понижения прочностных свойств материала частиц, что еще не означает увеличения удельного расхода энергии при переходе в область тонкого измельчения.

Большинство горных пород при сжатии не дают остаточных деформаций. Кривая сжатия таких пород плавно поднимается вверх и, когда в материале напряжение достигнет разрушающего, круто обрывается и падает вниз. Такие тела практически абсолютно упругие, и для них можно применить известное выражение работы деформации:

$$A = \frac{\sigma^2 V}{2E}. \quad (5)$$

Если в это выражение вместо текущего напряжения подставить разрушающее или предел прочности  $\sigma_p$ , то оно позволит определить работу однократного разрушения тела объемом  $v$ :

$$A_0 = \frac{\sigma_p^2 v}{2E}. \quad (6)$$

Допустим, что данное тело имеет постоянную объемную степень однократного разрушения  $a_0$ , т.е. при однократном разрушении оно делится на  $a_0$  частиц. Пусть начальный размер тела  $D$ , а размер конечных частиц  $d$ . Размер промежуточных частиц обозначим  $d_1, d_2$  и т. д.

Перед первым приемом разрушения тело имело объем  $D^3$  и поверхность  $6D^2$ . После первого разрушения получено  $a_0$  частиц размером  $d_1$  и объемом  $d_1^3$  каждая. Поверхность каждой частицы  $6d_1^2$  а общая поверхность всех частиц  $a_0 6 d_1^2$ .

При этом затрачивается работа:

$$A_1 = \frac{\sigma_p^2 D^3}{2E}. \quad (7)$$

После второго приема разрушения из каждой частицы размером  $d_1$  получается снова  $a_0$  частиц, но уже размером  $d_2$ . Общее число полученных частиц  $a_0 a_0 = a_0^2$  объем каждой частицы  $d_2^3$  и ее поверхность  $6d_2^2$ . Общая поверхность всех частиц  $a_0 6 d_2^2$ . При этом затрачивается работа:

$$A_2 = \frac{\sigma_p^2 a_0 d_1^3}{2E} = \frac{\sigma_p^2 D^3}{2E}, \quad (8)$$

где  $a_0 d_1^3 = D^3$ .

После третьего приема разрушения из каждой частицы размером  $d^2$  получается опять  $a_0$  частиц, но теперь размером  $d_3$ . Общее число полученных частиц  $a_0 a_0 a_0 = a_0^3$ . Объем каждой частицы  $d_3^3$  и поверхность  $6d_3^2$ . Общая поверхность всех частиц  $a_0 6 d_3^2$ , а затраченная при этом работа:

$$A_3 = \frac{\sigma_p^2 a_0^2 d_2^3}{2E} = \frac{\sigma_p^2 D^3}{2E}. \quad (9)$$

Из полученных результатов можно заключить, что при  $n$ -м приеме разрушения из каждой частицы размером  $d_{n-1}$  получается  $a_0$  новых частиц, но размером  $d$ . Общее число полученных частиц  $a_0 a_0 \dots a_0 = a_0^n$ , объем одной частицы  $d^3$  и поверхность  $6d^2$ . Общая поверхность всех частиц  $a_0^n 6d^2$  и затраченная при этом работа:

$$A_n = \frac{\sigma_p^2 a_0^{n-1} d_{n-1}^3}{2E} = \frac{\sigma_p^2 D^3}{2E}. \quad (10)$$

Для упрощения дальнейших выводов примем во внимание, что

$$d_1 = \frac{D}{\sqrt[3]{a_0}}; d_2 = \frac{d_1}{\sqrt[3]{a_0}} = \frac{D}{\sqrt[3]{a_0^2}}; d_3 = \frac{d_2}{\sqrt[3]{a_0}} = \frac{D}{\sqrt[3]{a_0^3}};$$

$$d_{n-1} = \frac{d_{n-2}}{\sqrt[3]{a_0}} = \frac{D}{\sqrt[3]{a_0^{n-1}}}; d = \frac{d_{n-1}}{\sqrt[3]{a_0}} = \frac{D}{\sqrt[3]{a_0^n}}, \quad (11)$$

и  $\sqrt[3]{a_0} = i$  — линейная степень однократного разрушения.

Можно обобщить полученные данные, показывающие расход энергии на единицу вновь образованной поверхности в зависимости от приема разрушения.

При первом приеме разрушения вновь образованная поверхность:

$$S_1 = 6(a_0 d_1^2 - D^2) = 6D^2(i_0 - 1). \quad (12)$$

Удельная работа:

$$A_{y1} = \frac{\sigma_p^2 D^3}{2E 6D^2(i_0 - 1)}. \quad (13)$$

При втором приеме разрушения вновь образованная поверхность:

$$S_2 = 6a_0(a_0 d_2^2 - d_1^2) = 6D^2 i_0(i_0 - 1). \quad (14)$$

Удельная работа:

$$A_{y2} = \frac{\sigma_p^2 D^3}{2E 6D^2 i_0(i_0 - 1)}. \quad (15)$$

При третьем приеме разрушения вновь образованная поверхность:

$$S_3 = 6a_0^2(a_0 d_3^2 - d_2^2) = 6D^2 i_0^2(i_0 - 1). \quad (16)$$

Удельная работа:

$$A_{y3} = \frac{\sigma_p^2 D^3}{2E 6D^2 i_0^2(i_0 - 1)}. \quad (17)$$

При  $n$ -ом приеме разрушения вновь образованная поверхность:

$$S_n = 6a_0^{n-1}(a_0 d^n - d_{n-1}^2) = 6D^2 i_0^{n-1}(i_0 - 1). \quad (18)$$

Удельная работа:

$$A_{yn} = \frac{\sigma_p^2 D^3}{2E 6D^2 i_0^{n-1}(i_0 - 1)}. \quad (19)$$

Видно, что во всех выражениях для удельной работы числитель дроби остается постоянным, а знаменатель непрерывно растет, так как увеличивается показатель степени величины  $i_0$ , которая всегда больше единицы. Таким образом, при переходе к последующему приему разрушения удельный расход энергии снижается, а не остается постоянным, как это допускается в теории Риттингера.

Этот вывод показывает, что вновь образованная поверхность, являясь весьма важной характеристикой зернистого материала, не может служить мерой расхода энергии на измельчение. Иначе говоря, между вновь образованной поверхностью и затраченной на ее образование энергией нет прямой зависимости, которая предполагается в теории Риттингера. Это и является ее основным недостатком. Путь действия разрушающей силы учтен в удельной работе  $A_y$ , определяемой опытным путем.

Величина  $n$ , т. е. число приемов разрушения, необходимых для получения из тела размером  $D$  частиц размером  $d$ , при степени однократного разрушения  $a_0$  определяется следующим образом: после  $n$ -кратного разрушения тела получается  $a_0^n$  частиц размером  $d$ . Для получения таких частиц объемная степень измельчения должна быть:

$$\frac{D^3}{d^3} = i^3 = a_0^n,$$

откуда

$$3 \lg i = n \lg a_0$$

или

$$n = \frac{3 \lg i}{\lg a_0}. \quad (20)$$

Поскольку, как было установлено выше, при каждом приеме разрушения теоретически затрачивается одна и та же работа, а для разрушения тела размером  $D$  до частиц размером  $d$  требуется  $n$  приемов, то, очевидно, общая работа на эту операцию равна:

$$A = \left( \frac{\sigma_p^2 D^3}{2E} \right) \left( \frac{3 \lg i}{\lg a_0} \right). \quad (21)$$

Формула (21) предполагает, что измельчаемое тело однородное, абсолютно упругое и делится на части по строго определенному геометрическому закону, она показывает, что, расход энергии с уменьшением  $a_0$ , т.е. степени однократного разрушения, растет. Однако, так как тело при разрушении делится минимум на две части, в этом крайнем случае расход энергии на единицу измельченного материала будет максимальным.

Таким образом, при  $a = 2$ :

$$A_{\max} = 5 \left( \frac{\sigma_p^2 D^3}{E} \right) \lg i. \quad (22)$$

Расход энергии при тонком измельчении теоретически должен быть в 3-4 раза больше, чем при крупном, мелком и среднем, а фактически он больше в 15-20 раз. Такое расхождение объясняется не только «упрочнением» частиц по мере уменьшения их размера, но главным образом тормозящим действием переизмельченного материала. В машинах крупного, среднего и мелкого дробления процесс измельчения завершается в 1-3 приема, а в машинах тонкого измельчения в 100-120 приемов разрушения. Перед машинами крупного, среднего и мелкого измельчения почти всегда устанавливают грохот для отделения из сырья кусков, не требующих дробления. В машинах же тонкого измельчения уже готовый продукт остается продолжительное время в зоне измельчения, тормозя процесс.

При измельчении в горизонтальной валковой мельнице, когда  $i = 12$  за один цикл, расход энергии будет равен:

$$A_{i=12} = 5,396 \frac{\sigma_p^2 D^3}{E}. \quad (23)$$

Второй способ вытекает из теории Кирпичева-Кикка, они дали несколько отличное решение рассматриваемой теории измельчения. Указанные авторы предполагали, что энергия, требуемая для производства аналогичных изменений в очертании геометрически подобных тел одинакового технологического состава, изменяется пропорционально объемам или массам этих тел.

Теория Кирпичева-Кикка в ее первоначальном виде была также недостаточной для решения практических задач. Это побудило Стедлера, одного из активных сторонников теории Кирпичева-Кикка, предпринять попытку развить эту теорию, придав ей математическую форму, приемлемую для инженерных решений. Его выводы сводятся к следующему:

Если под действием внешних сил в теле возникают напряжения, превышающие предел прочности, оно разрушается, но при этом полученные куски могут оказаться крупнее тех, которые требуются. Тогда их подвергнут повторному разрушению, пока не будут получены частицы размером  $d$ .

В дальнейших рассуждениях принимается, что объемная степень измельчения при однократном разрушении данного материала  $r$  остается постоянной независимо от размера кусков. Тогда средний объем полученных кусков будет равен:

при первом разрушении куба

$$d_1^3 = V_1 = \frac{D^3}{r}; \quad (24)$$

при втором разрушении куба

$$d_2^3 = V_2 = \frac{D^3}{r^2}; \quad (25)$$

при  $n$ -ом разрушении

$$d^n = V_n = \frac{D^3}{r^n}; \quad (26)$$

или

$$r^n = \frac{D^3}{d^3} = i^3 = a, \quad (27)$$

где  $a$  – объемная степень измельчения.

Отсюда число приемов разрушения, необходимое для получения из куба размером  $D$  кубиков размером  $d$ , равно:

$$n = \frac{\lg a}{\lg r} = \frac{3(\lg D - \lg d)}{\lg r}. \quad (28)$$

Работа измельчения тела по Стедлеру равна произведению степени измельчения на разрушающую силу и на путь действия этой силы:

$$A = aFl = i^3 Fl, \quad (29)$$

где  $F$  – разрушающая сила;  $l$  – путь действия разрушающей силы, или величина деформации тела, при которой оно разрушается.

Применительно к горизонтальной валковой мельнице работа измельчения по Стедлеру будет иметь вид:

$$A = i^3 F \Delta s, \quad (30)$$

где  $F$  – разрушающая сила;  $\Delta s$  – величина деформации тела, при которой оно разрушается,

то есть в горизонтальной валковой мельнице – это изменение толщины слоя измельчаемого материала.

Приравняв работы, найденные двумя способами, можно вывести формулу определения разрушающей силы в зависимости от прочности материала:

$$5 \left( \frac{\sigma_p^2 D^3}{E} \right) \lg i = i^3 F \Delta s; \quad (31)$$

$$F = \frac{5 \sigma_p^2 D^3 \lg i}{i^3 E \Delta s}. \quad (32)$$

В горизонтальной валковой мельнице, когда  $i = 12$  за один цикл, формула разрушающей силы примет вид:

$$F = 0,003 \frac{\sigma_p^2 D^3}{E \Delta s}. \quad (33)$$

Найденная формула необходима для определения усилия в пружинах защитного устройства. Усилие в пружинах должно удовлетворять следующему неравенству:

$$F_{пр} \geq F. \quad (34)$$

Усилие в пружинах должно быть больше или равно усилию разрушения.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дешко, Ю.И. и др. Измельчение материалов в цементной промышленности / Ю.И. Дешко, Г.С. Крыхтин, М.Б. Креймер//. – М.: Стройиздат. – 1966. – 232 с.
2. Сиденко, П.М. Измельчение в химической промышленности. Изд. 2-е перераб. / П.М.Сиденко – М.: «Химия», 1977. – 368 с.

Горшков П. С., аспирант,  
Воронов В. П., канд. физ.-мат. наук, проф.,  
Несмеянов Н. П., канд. техн. наук, проф.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

### МЕТОДИКА РАСЧЕТА ПРОДОЛЬНОЙ СКОРОСТИ ЦИРКУЛЯЦИИ СЫПУЧЕГО МАТЕРИАЛА В СПИРАЛЬНО-ЛОПАСТНОМ СМЕСИТЕЛЕ

Gorshkov\_p@mail.ru

В статье рассматриваются скоростные характеристики движения частиц сыпучего материала в осевом направлении внутри барабана спирально-лопастного смесителя.

**Ключевые слова:** спирально-лопастной смеситель, частота вращения, сыпучий материал, циркуляция, скорость.

Согласно работе [1] в спирально-лопастном смесителе для получения сухих строительных смесей (ССС) увеличение степени однородности готовой продукции осуществляется за счет движения исходных компонентов смеси как в горизонтальном, так и в вертикальном направлениях внутри барабана.

С учетом полученных аналитических зависимостей [1] для вычисления значений радиальной скорости перемещения сыпучих материалов, рассмотрим процесс движения частиц материала в осевом направлении.

Предположим, что на массу сыпучего материала  $m_2$ , движущегося в зоне 2 (Рис. 1) действуют следующие силы: сила динамического сопротивления движению, которая в силу малости величины скорости движения материала пропорциональна скорости движения вдоль оси  $Oz$ ,  $v_z$  с коэффициентом пропорциональности  $\alpha_0$  и сила тяжести. На основании сказанного выше уравнение динамики движения сыпучего материала вдоль положительного направления оси  $Oz$  будет иметь следующий вид:

$$m_2 \cdot \frac{dv_z}{dt} = -\alpha_0 \cdot m_2 \cdot v_z - m_2 \cdot g \quad (1)$$

где  $g$  – ускорение свободного падения, (м/с<sup>2</sup>).

если учесть что:

$$\frac{dv_z}{dt} = \frac{dv_z}{dz} \cdot \frac{dz}{dt} = v_z \cdot \frac{dv_z}{dz} \quad (2)$$

то уравнение (1) принимает следующий вид:

$$v_z \cdot \frac{dv_z}{dz} = -\alpha_0 \cdot v_z - g \quad (3)$$

$$\int \frac{v_z \cdot dv_z}{\alpha_0 \cdot v_z + g} = \frac{1}{\alpha_0^2} \cdot \int \frac{\alpha_0 \cdot v_z + g - g}{\alpha_0 \cdot v_z + g} \cdot d \alpha_0 v_z = \frac{1}{\alpha_0} \cdot v_z - \frac{g}{\alpha_0^2} \cdot \ln \alpha_0 \cdot v_z + g \quad (6)$$

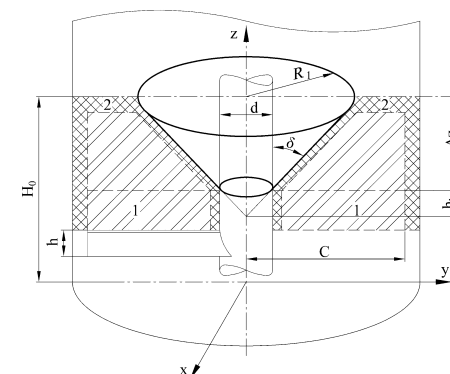


Рис. 1. Расчетная схема зон движения материала при установившемся режиме вращения.  
1 – зона движения сыпучего материала в основном объеме корпуса смесителя;  
2 – зона движения материала вблизи стенок и вертикального вала

С математической точки зрения уравнение (3) представляет собой дифференциальное уравнение первого порядка с разделяющимися переменными. Разделение переменных в уравнении (3) приводит к результату:

$$\frac{v_z \cdot dv_z}{\alpha_0 \cdot v_z + g} = -dz \quad (4)$$

Интегрирование соотношения (4) позволяет получить следующее выражение:

$$\int \frac{v_z \cdot dv_z}{\alpha_0 \cdot v_z + g} = -z + Z_0 \quad (5)$$

где  $Z_0$  – постоянная интегрирования.

Вычислим значение интеграла, стоящего в левой части соотношения (5):

Учет соотношения (6) позволяет выражению (5) придать следующий вид:

$$\frac{1}{\alpha_0} \cdot v_z - \frac{g}{\alpha_0^2} \cdot \ln \alpha_0 \cdot v_z + g = -z + z_0 \quad (7)$$

Постоянную интегрирования  $z_0$  определяем на основании следующего граничного условия:

$$\omega = v_z \left( r = \frac{R-l}{2} \right) = \frac{\sqrt{\lambda^2 + 1} - \lambda \cdot \omega \cdot R - l}{4} \quad (9)$$

Применение (8) к соотношению (7) позволяет получить следующие результаты:

$$z_0 = \frac{w}{\alpha_0} - \frac{g}{\alpha_0^2} \cdot \ln \alpha_0 \cdot w + g \quad (10)$$

Подстановка (10) в (7) позволяет получить следующие результаты:

$$\frac{1}{\alpha_0} \cdot v_z - w + \frac{g}{\alpha_0^2} \cdot \ln \left( \frac{\alpha_0 \cdot w + g}{\alpha_0 \cdot v_z + g} \right) = -z \quad (11)$$

$$\frac{1}{\alpha_0} \cdot v_z - w + \frac{g}{\alpha_0^2} \cdot \left[ \ln \left( 1 + \frac{\alpha_0 \cdot w}{g} \right) - \ln \left( 1 + \frac{\alpha_0 \cdot v_z}{g} \right) \right] = -z \quad (12)$$

и воспользоваться тем фактом, что:

$$\frac{\alpha_0 \cdot w}{g} \sim \frac{\alpha_0 \cdot v_z}{g} \ll 1 \quad (13)$$

а на основании (13) можно с точностью до величины второго порядка малости записать:

$$\ln \left( 1 + \frac{\alpha_0 \cdot w}{g} \right) \sim \frac{\alpha_0 \cdot w}{g} - \frac{\alpha_0^2 \cdot w^2}{2 \cdot g^2} \quad (14)$$

$$\ln \left( 1 + \frac{\alpha_0 \cdot v_z}{g} \right) \sim \frac{\alpha_0 \cdot v_z}{g} - \frac{\alpha_0^2 \cdot v_z^2}{2 \cdot g^2} \quad (15)$$

Подстановка (14) и (15) в (12) позволяет последнее соотношение привести к следующему виду:

$$\frac{v_z^2 - w^2}{2 \cdot g^2} = -z \quad (16)$$

На основании (16) получаем следующее выражение:

$$v_z = \pm \sqrt{w^2 - 2 \cdot g \cdot z} \quad (17)$$

В полученном соотношении (17) знак “+” соответствует движению сыпучего материала в положительном направлении оси  $Oz$ , (вдоль стенок смесителя). На рисунке 2 данное направление обозначено в виде символа “•”. Отрицательное значение корня в (17) соответствует движению сыпучего материала в отрицательном

$$\text{при } z = 0, \quad v_z = w \quad (8)$$

здесь  $w$  - значение скорости движения сыпучего материала, для значения  $r$  равно, следовательно:

Полученное соотношение представляет собой закон изменения  $z$ - составляющей скорости движения сыпучего материала на положительное направление оси  $Oz$ . Согласно (11) данная зависимость носит довольно сложный вид, кроме того в ее состав входит неопределенная величина  $\alpha_0$ . Однако данный недостаток можно устранить, если зависимость (11) переписать в следующем виде:

направлении оси  $Oz$  (вдоль вала лопастного смесителя). На рисунке 2 это направление обозначено в виде символа “×”.

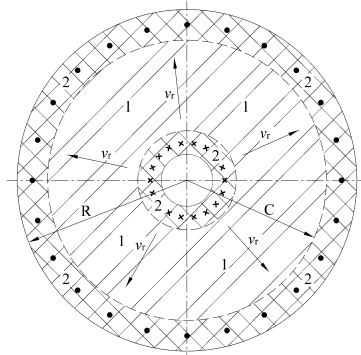


Рис. 2. Графическая интерпретация векторов скорости частиц сыпучего материала  
1 – зона движения сыпучего материала в основном объеме корпуса смесителя;  
2 – зона движения материала вблизи стенок и вертикального вала

На основании выражения (17) можно получить соотношение, которое определяет величину приращения  $Dz$  в результате перехода сыпучего материала в псевдооживленное состояние, под действием вращения лопастей смесителя. Для

этого необходимо воспользоваться следующими граничными условиями:

$$\text{при } z = H_0 + Dz, \quad v_z = 0 \quad (18)$$

Применение (18) к соотношению (17) позволяет установить следующий результат:

$$w^2 = 2 \cdot g \cdot H_0 + \Delta z \quad (19)$$

На основании (19) и с учетом (9) находим, что:

$$\Delta z = \frac{w^2 \cdot R - l^2 \cdot \sqrt{\lambda^2 + 1} - \lambda^2}{8 \cdot g} - H_0 \quad (20)$$

Полученное соотношение (20) устанавливает изменение первоначального уровня сыпучего материала в корпусе смесителя в зависимости от его конструктивных ( $R, l$ ) и технологических параметров ( $\lambda, \omega, H_0$ ).

Далее если исходить из предположения о пропорциональности частоты вращения материала  $\omega$ , частоте вращения  $\omega_0$  лопастей смесителя:

$$\omega = \alpha_1 \cdot \omega_0 \quad (21)$$

то с учетом (21) и (20) находим, что:

$$\alpha_1 = \frac{\omega}{\omega_0} = \frac{2 \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot \Delta z + H_0}}{\omega_0 \cdot R - l \cdot \sqrt{\lambda^2 + 1} - \lambda} \quad (22)$$

Таким образом, на основании полученного соотношения (22) в лабораторных условиях по изменению уровня загрузки сыпучего материала в смесителе можно найти изменение частоты вращения сыпучего материала.

Если ввести следующее обозначение:

$$\omega_* = \frac{2 \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H_0}}{R - l \cdot \sqrt{\lambda^2 + 1} - \lambda} \quad (23)$$

тогда формулу (20) можно переписать в следующем виде:

$$\Delta z = \left[ \left( \frac{\omega}{\omega_*} \right)^2 - 1 \right] \cdot H_0 \quad (24)$$

Поэтому, согласно (24) при частоте вращения сыпучего материала  $\omega < \omega_*$ ,  $Dz < 0$  и, следовательно, при таких частотах вращения сыпучего материала в корпусе лопастного смесителя первоначальный уровень загрузки смесителя понижается, а при  $\omega > \omega_*$ ,  $Dz > 0$  и, следовательно, первоначальный уровень сыпучего материала повышается. Поэтому можно сделать вывод о том, что значение частоты  $\omega_*$  можно

считать критической на том основании, что переход движущегося сыпучего материала в лопастном смесителе в псевдооживленное состояние происходит только при частотах вращения сыпучего материала больше чем значение  $\omega_*$ , определяемое выражением (23).

Таким образом, в результате теоретических исследований установлено, что в спирально-лопастном смесителе компоненты смеси перемещаются по сложной траектории, что позволяет сократить время перемешивания материала.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Воронов, В.П. Спирально-лопастной противоточный смеситель для производства сухих строительных смесей / В.П. Воронов, Н.П. Несмеянов, П.С. Горшков // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова – Белгород: БГТУ им. В.Г. Шухова, 2012. - №1. – С. 66.

**Бажанова О. И., инженер,  
Богданов В. С., д-р техн. наук, проф.,  
Шаттала В. Г., д-р техн. наук, проф.**

**Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова**

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНО-ВЛАЖНОСТНОГО РЕЖИМА  
ЦЕМЕНТНОЙ МЕЛЬНИЦЫ**

olga\_ryn@mail.ru

В аналитическом виде приведены выражения для определения мощности тепловых потоков, поступающих в мельницу, параметров аспирационного воздуха на выходе из мельницы, определения мощности теплопотерь, влагосодержания и расхода аспирационного воздуха.

**Ключевые слова:** газоматериальные потоки, аспирационный воздух, температурно-влажностный режим, влагосодержание, теплопотери.

Из-за низкого коэффициента полезного действия шаровых барабанных мельниц 85 – 90% расходуемой ими мощности преобразуется в теплоту [1]. В результате этого температура цемента может подняться до 180°C, что приводит к снижению эффективности потока из-за интенсивной агрегации частиц и их налипания на рабочие поверхности, а также к дегидратации двухводного гипса, которая начинается с температуры 115 °С. Таким образом, перегрев цемента приводит не только к снижению производительности мельниц, но и к ухудшению качества цемента. Охлаждение мельниц путем их аспирации и с помощью распыления дополнительного количества влаги может сопровождаться повышенным пылеуносом и загрублением зернового состава готового продукта, а также конденсацией водяных паров, приводящей к запариванию мельниц и выходу их из строя. Для обеспечения оптимального температурного режима работы мельниц и предотвращения отмеченных выше негативных явлений необходим анализ происходящих в мельницах тепломассообменных процессов на основе их математической модели. В первом приближении моделирование тепло-

физических свойств цементных мельниц можно выполнить на основе уравнений материального и теплового баланса.

Проходящие через мельницу газоматериальные потоки будем характеризовать их массовыми расходами, кг/с, а тепловые потоки – их мощностью, кВт.

Предположим, что в мельницу подается трехкомпонентная шихта (клинкер, гипс, шлак) в количестве  $G$ , кг/с. Содержание (массовые доли) компонентов  $b_k, b_r, b_{ш}$ , их температуры  $t_k, t_r, t_{ш}$  °С и влажности  $w_k, w_r, w_{ш}$  – заданы. В мельницу засасывается воздух в количестве  $G_{в1}$ , кг/с с заданной температурой  $t_{в1}$  и относительной влажностью  $\phi_1$ . В мельнице распыляется некоторое количество охлаждающей воды с расходом  $G_{ов}$ , кг/с и температурой  $t_{ов}$ , °С. Мельницу заполняет готовый продукт в количестве  $G_{ц}$ , кг/с с температурой  $t_{ц}$ , °С и аспирационный воздух в количестве  $G_a$ , кг/с с той же температурой  $t_{ц}$ , °С, влагосодержанием  $d_a$ , кг/кг.

Запишем уравнение материального баланса для:

-сухого материала:

$$G(b_k(1-w_k) + b_r(1-w_r) + b_{ш}(1-w_{ш})) = G_{ц}(1-w_{ц}), \quad (1)$$

где  $w_{ц} \approx 0,3\%$  - остаточная влажность цемента;

-сухого воздуха:

$$\frac{G_{в1}}{1+d_{в1}} = \frac{G_a}{1+d_a}, \quad (2)$$

-влаги:

$$G(b_k w_k + b_r w_r + b_{ш} w_{ш}) + \frac{G_{в1} d_{в1}}{1+d_{в1}} + G_{ов} = \frac{d_a G_a}{1+d_a}, \quad (3)$$

где  $d_{в1}$  – влагосодержание воздуха, поступающего в мельницу;

$d_a$  – влагосодержание аспирационного воздуха, покидающего мельницу.

Из уравнений (1)-(3) выразим производительность мельницы по готовому продукту:

$$d_{в1} = 0,621 \frac{\phi_1 P_{шт}(t_{в1})}{P_r - \phi_1 P_{шт}(t_{в1})}, \quad (4)$$

$$G_{в1} = \frac{G(b_k(1-w_k) + b_r(1-w_r) + b_{ш}(1-w_{ш}))}{1-w_{ц}}, \quad (5)$$

а также параметры аспирационного воздуха на выходе из мельницы:

$$d_a = \frac{(1+d_{в1})G_{в1} + (1+d_{в1})G_{ов} + d_{в1}G_{в1}}{G_{в1}}, \quad (6)$$

$$G_a = \frac{1+d_a}{1+d_{в1}} G_{в1}, \quad (7)$$

где  $G_{в1} = G(b_k w_k + b_r w_r + b_{ш} w_{ш})$  – масса влаги, вносимой в мельницу вместе с шихтой за 1 с.

Температуру цемента и аспирационного воздуха на выходе из мельницы можно найти из уравнения теплового баланса, отражающего ра-

венство прихода и расхода теплоты для мельницы в целом.

Приведем выражения для мощности тепловых потоков, поступающих в мельницу:

1. Теплота, поступающая в мельницу вместе с сухой частью шихты:

$$q_{с1} = G(b_k(1-w_k)C_k t_k + b_r(1-w_r)C_r t_r + b_{ш}(1-w_{ш})C_{ш} t_{ш}). \quad (8)$$

Теплота, вносимая вместе с влагой шихты и охлаждающей водой, учитывается ниже в п.3 – расходной части теплового баланса.

2. Теплота, поступающая вместе с всасываемым в мельницу влажным воздухом:

$$q_{в1} = \frac{G_{в1}}{1+d_{в1}} (C_{в} t_{в1} + (r + C_{пар} t_{в1}) d_{в1}), \quad (9)$$

где  $C_{в} = 1,009$  кДж / (кг·°С) – удельная теплоемкость сухого воздуха;  $C_{пар} = 1,8$  кДж / (кг·°С) – удельная теплоемкость водяного пара;  $r = 2256$  кДж/кг – удельная теплота парообразования.

3. Теплота, выделяющаяся в результате работы мелющих тел, считается (с некоторым запасом) [1,2], что 80% потребляемой мельницей мощности переходит в теплоту:

$$q_{мг} = 0,8 N_{погр} = 58 D_n^{2,5} L_n \phi(0,9 - \phi) \psi, \quad (10)$$

где  $D_n = (0,94 \div 0,95) D$  – полезный диаметр барабана мельницы,  $L_n$  – полезная длина барабана,  $\phi$  – степень заполнения мельницы мелющими телами,  $\psi$  – относительная скорость вращения мельницы.

Уносится вместе с приточной частью аспирационного воздуха (без учета пара, образовавшегося внутри мельницы). Температуру аспирационного воздуха, покидающего мельницу, считаем равной температуре цемента  $t_{ц}$ :

$$q_{в2} = \frac{G_{в1}}{1+d_{в1}} (C_{в} t_{ц} + d_{в1}(r + C_{пар} t_{ц})). \quad (12)$$

Теплота, вносимая в мельницу и выделяющаяся внутри нее, расходуетя следующим образом:

1. Уносится вместе с цементом и находящейся в нем остаточной влагой:

$$q_{ц} = G_{ц} ((1-w_{ц})C_{ц} t_{ц} + 100w_{ц} C_{вл}), \quad (11)$$

где  $C_{вл} = 4,19$  кДж / (кг·°С) – удельная теплоемкость воды.

$$q_{вн2} = G(b_k w_k (C_{вл}(100-t_k) + r + C_{пар}(t_{ц} - 100)) + b_r w_r (C_{вл}(100-t_r) + r + C_{пар}(t_{ц} - 100)) + b_{ш} w_{ш} (C_{вл}(100-t_{ш}) + r + C_{пар}(t_{ц} - 100)) + G_{ов} (C_{вл}(100-t_{ов}) + r + C_{пар}(t_{ц} - 100))). \quad (13)$$

4. Рассеивается через поверхность мельницы в окружающую воздушную среду:

$$q_m = \alpha_{ц} F_{ц} (t_{ср} - t_{в1}) + \alpha_{д} F_{д} (t_{д1} - t_{о}) + \alpha_{д} F_{д} (t_{ср} - t_{в1}), \quad (14)$$

где  $F_{ц} = \pi D L$  – площадь цилиндрической части мельницы;  $F_{д} = \pi(D^2 - D_{ц}^2)/4$  – площади днищ (торцов) мельницы,  $D_{ц}$  – диаметр цапф;  $\alpha_{ц}$ ,  $\alpha_{д}$  – коэффициенты теплоотдачи от цилиндрической части мельницы и от ее днищ;

$t_{ср}$  – средняя температура цилиндрической поверхности мельницы;  $t_{д1}$  – средняя температура входного днища;  $t_{в1}$  – температура окружающего воздуха.

Определение мощности теплопотерь через поверхность мельницы по формуле (14) пред-

ставляет собой сложную задачу, так как воздушные течения, обтекающие нагретый вращающийся барабан, чрезвычайно сложны и мало изучены, распределение температуры поверхности барабана также носит сложный характер, поэтому коэффициенты теплоотдачи  $\alpha_n$  и  $\alpha_d$  до настоящего времени теоретически не обоснованы, а существуют лишь их эмпирические оценки.

Так, в первом приближении, коэффициент теплоотдачи гладкой поверхности движущемуся со скоростью  $U$ , м/с потоку воздуха определяется формулой [3]:

$$\alpha = 5,6 + 4U, \text{ Вт / (м}^2 \cdot \text{°C)}. \quad (15)$$

$$q_{c1} + q_{в11} + q_{в1} + q_{мг} = q_{ц} + q_{в2} + q_{в12} + q_{м} \quad (18)$$

Решая уравнение (18) относительно температуры цемента, получим:

$$t_{ц} = \frac{N}{I}, \text{°C} \quad (19)$$

где

$$N = A_1 + B_1 t_{к} + C_1 G_{в1} + D_1 G_{ов}, \text{ кВт} \quad (20)$$

$$I = A_2 + C_2 G_{в1} + C_{пар} G_{ов}, \text{ кВт / °C}$$

$$A_1 = N_{потр} + G[b_r(1-w_r)C_r t_r + b_{ш}(1-w_{ш})C_{ш} t_{ш} - (b_{к} w_{к} + b_r w_r + b_{ш} w_{ш})(100(C_{в1} - C_{пар}) + r) + (b_r w_r t_r + b_{ш} w_{ш} t_{ш})C_{в1}] - 100G_{ц} w_{ц} C_{в1} + 0,007 F t_{в1}, \quad (21)$$

$$B_1 = G_{вк} [(1-w_{к})C_{к} + w_{к} C_{в1}],$$

$$C_1 = \frac{(C_{в} + d_{в1} C_{пар}) t_{в1}}{1 + d_{в1}},$$

$$D_1 = C_{в1}(100 - t_{он}) + 100C_{пар} - r,$$

$$A_2 = G_{ц}(1-w_{ц})C_{ц} + U_{в1} C_{пар} + 0,007 F,$$

$$C_2 = C_1 / t_{в1}.$$

С учетом формул (20) выражение для температуры цемента (19) принимает вид:

$$t_{ц} = \frac{A_1 + B_1 t_{к} + C_1 G_{в1} + D_1 G_{ов}}{A_2 + C_2 G_{в1} + C_{пар} G_{ов}}. \quad (22)$$

Выражение (22) представляет собой уравнение, связывающее между собой все основные режимные параметры цементной мельницы,

$$G_{ов} = \frac{A_1 + B_1 t_{к} - A_2 t_{ц} + (C_1 - C_2 t_{ц}) G_{в1}}{C_{пар} t_{ц} - D_1}. \quad (23)$$

Требуемого охлаждения внутримельничного объема и цемента можно добиться при различных соотношениях интенсивности аспирации  $G_{в1}$  и расхода охлаждающей воды  $G_{ов}$ . Однако величины этих параметров не могут задаваться произвольно без учета существующих ограничений. Нормальной считается интенсивность аспирации 0,2 кг/кг цемента. Увеличение интен-

сивности аспирации в окружающее пространство определяется по следующей эмпирической формуле:

$$q_{м} = 600F, \text{ ккал/ч}, \quad (16)$$

где  $F$  – полная поверхность барабана мельницы.

Объединяя подходы, представленные формулами (14) и (16) и учитывая соотношение (15) в настоящей работе для расчета мощности теплопотерь через поверхность мельницы предлагается соотношение:

$$q_{м} = 0,007 F (t_{ц} - t_{в1}), \text{ кВт}. \quad (17)$$

Уравнение теплового баланса мельницы имеет вид:

$$q_{c1} + q_{в11} + q_{в1} + q_{мг} = q_{ц} + q_{в2} + q_{в12} + q_{м} \quad (18)$$

Решая уравнение (18) относительно температуры цемента, получим:

$$t_{ц} = \frac{N}{I}, \text{°C} \quad (19)$$

где

$$N = A_1 + B_1 t_{к} + C_1 G_{в1} + D_1 G_{ов}, \text{ кВт} \quad (20)$$

$$I = A_2 + C_2 G_{в1} + C_{пар} G_{ов}, \text{ кВт / °C}$$

$$A_1 = N_{потр} + G[b_r(1-w_r)C_r t_r + b_{ш}(1-w_{ш})C_{ш} t_{ш} - (b_{к} w_{к} + b_r w_r + b_{ш} w_{ш})(100(C_{в1} - C_{пар}) + r) + (b_r w_r t_r + b_{ш} w_{ш} t_{ш})C_{в1}] - 100G_{ц} w_{ц} C_{в1} + 0,007 F t_{в1}, \quad (21)$$

$$B_1 = G_{вк} [(1-w_{к})C_{к} + w_{к} C_{в1}],$$

$$C_1 = \frac{(C_{в} + d_{в1} C_{пар}) t_{в1}}{1 + d_{в1}},$$

$$D_1 = C_{в1}(100 - t_{он}) + 100C_{пар} - r,$$

$$A_2 = G_{ц}(1-w_{ц})C_{ц} + U_{в1} C_{пар} + 0,007 F,$$

$$C_2 = C_1 / t_{в1}.$$

каждый из которых может быть выражен через остальные. Например, зависимость расхода охлаждающей воды от требуемой температуры цемента, температуры клинкера, расхода аспирационного воздуха и других параметров, имеет вид:

$$G_{ов} = \frac{A_1 + B_1 t_{к} - A_2 t_{ц} + (C_1 - C_2 t_{ц}) G_{в1}}{C_{пар} t_{ц} - D_1}. \quad (23)$$

сивности аспирации сопровождается возрастанием пылеуноса, поэтому среднерасходная скорость аспирационного воздуха в мельнице ограничивается найденным опытным путем значением  $U_a < 0,7$  м/с, что для мельницы размером 4x13,5 м соответствует ограничению  $G_{в1} < 6,7$  кг/с. С другой стороны, снижение расхода аспирационного воздуха потребует увеличения ко-

личества охлаждающей воды, что приведет к росту влагосодержания аспирационного воздуха, которое для устойчивой работы пылеулавливающих аппаратов по опыту их эксплуатации не должны превышать значения  $d_a = 0,26$  кг/кг сухого воздуха. Такому влагосодержанию соответствует точка росы, равная  $t_p \approx 70$  °C. Чтобы температура аспирационного воздуха при прохождении аспирационного тракта в результате подсосов и охлаждения не опустилась ниже  $t_p$ , он должен иметь достаточный перегрев. В

$$F = 3,14 \cdot 4 \cdot 13,5 + 2 \cdot 3,14(16-16/16)/4 = 193,1 \text{ м}^2.$$

Производительность мельницы  $G = 84$  т/ч = 23,3 кг/с. Состав шихты:  $b_k = 0,8$ ,  $b_r = 0,05$ ,  $b_{ш} = 0,15$ . Влажность шихты:  $w_k = 0$ ,  $w_r = 0,1$ ,  $w_{ш} = 0,05$ . Остаточная влажность цемента  $w_{ц} = 0,03$ . Температура компонентов шихты: температура клинкера задается при расчете,  $t_r = t_{ш} = 25$  °C. Параметры всасываемого в мельницу воздуха:  $t_{в1} = 25$  °C,  $\phi_1 = 40$  % = 0,4. Температура охлаждающей воды  $t_{ов} = 20$  °C. Атмосферное (барометрическое) давление  $P_6 = 760$  мм.рт.ст. = 101325 Па. Удельные теплоемкости компонентов шихты:  $C_k = 0,84$ ,  $C_r = 1,13$ ,  $C_{ш} = 0,75$ ,  $C_{ц} = 0,8$  кДж/(кг·°C).

3. Уравнения для определения параметров аспирационного воздуха на выходе из мельницы (6) и (7) принимают вид:

$$G_{в1} = 0,29 \text{ кг/с}$$

$$d_a = \frac{0,294 + 1,008 \cdot G_{ов}}{G_{в1}} + 0,08 = 0,008, \text{ кг/кг с. в.} \quad (24)$$

4. Подставив в формулы (20) и (21) значения заданных параметров, найдем вспомогательные величины:

$$A_1 = 2320,7; \quad B_1 = 15,7; \quad C_1 = 25,38$$

$$t_{ц} = \frac{2320,7 + 15,7 \cdot t_{к} + 25,38 \cdot G_{в1} - 1740,8 \cdot G_{ов}}{20,28 + 1,02 \cdot G_{в1} + 1,8 G_{ов}}, \quad (25)$$

$$G_{ов} = \frac{2320,7 + 15,7 t_{к} - 20,28 t_{ц} + (25,38 - 1,02 t_{ц}) G_{в1}}{1,8 t_{ц} + 1740,8}. \quad (26)$$

6. Предположим, что температура клинкера равна  $t_k = 80$  °C. Тогда, в отсутствии аспирации ( $G_{в1} = 0$ ) и дополнительного охлаждения ( $G_{ов} = 0$ ), по формуле (25) получим  $t_{ц} = 176,4$  °C, что недопустимо.

Если использовать аспирацию нормальной интенсивности (0,2 кг/кг цемента или  $G_{в1} = 4,66$  кг/с), то без впрыскивания воды ( $G_{ов} = 0$ ) температура цемента понизится лишь до  $t_{ц} = 47,6$  °C.

соответствии с технологическими нормами принимается  $t_{ц} = 120$  °C.

Формулы (5) - (7), (19) - (23) определяют температурно-влажностный режим цементной мельницы в наиболее общем виде. Частные случаи расчета рассмотрим на конкретном примере мельницы размером 4x13,5 м, работающей в открытом цикле. Потребляемая мощность равна  $N_{пот} = 2920$  кВт, площадь поверхности корпуса мельницы равна:

Расчет температурно-влажностного режима мельницы выполним в следующей последовательности:

1. Давление насыщенного водяного пара для температуры всасываемого в мельницу воздуха  $t_{в1}$  находим по формуле  $P_{ин} = 10^{(657,5 + 10,2450 \cdot (236 + t)) / (236 + 25)}$ , Па. По формуле (4) находим влагосодержание всасываемого воздуха:

$$P_{ин} = 10^{(657,5 + 10,245 \cdot 25) / (236 + 25)}, \text{ Па},$$

$$d_{в1} = \frac{0,621 \cdot 0,4 \cdot 3166}{101325 - 0,4 \cdot 3166} = 0,008 \text{ кг/кг с. в.}$$

2. По формуле (5) находим производительность мельницы по сухому цементу:

$$G_{ц} = \frac{23,3(0,8 + 0,05 \cdot 0,9 + 0,15 \cdot 0,95)}{0,997} = 23,08 \text{ кг/с.}$$

5. Подставив найденные значения коэффициентов в формулы (22) и (23), получим:

$$D_1 = -1740,8; \quad A_2 = 20,28; \quad C_2 = 1,02$$

5. Подставив найденные значения коэффициентов в формулы (22) и (23), получим:

Для достижения нормативной температуры цемента  $t_{ц} = 120$  °C необходим расход аспирационного воздуха:

$$G_{в1} = \frac{2320,7 + 15,7 t_{к} - 20,28 t_{ц}}{1,02 t_{ц} - 25,38} = 11,78 \text{ кг/с,}$$

что в 2,5 раза превышает рекомендуемый расход. Скорость аспирационного воздуха в мельнице достигнет  $U_a = 1,24$  м/с, что приведет к

чрезмерному пылеуносу. В связи с этим необходимо использование охлаждающей воды в количестве, которое найдем по формуле (26):

$$G_{\text{ов}} = 0,35 \text{ кг/с} = 1271 \text{ кг/ч.}$$

При этом влагосодержание и расход аспирационного воздуха достигнут согласно формулам (24) следующих значений:  $d_a = 0,146 \text{ кг/кг}$  сухого воздуха,  $G_a = 5,3 \text{ кг/с}$ . Точку росы аспирационного воздуха на выходе из мельницы найдем по формуле:

$$t_a > t_p = \frac{236 \lg \frac{P_a d_a}{(0,621 + d_a) \varphi_p} - 657,5}{10,245 - \lg \frac{P_a d_a}{(0,621 + d_a) \varphi_p}} = 59^\circ \text{C.}$$

Поскольку средняя температура аспирационного воздуха в мельнице

$$t_a^{\text{ср}} = \frac{t_{\text{в1}} + t_{\text{в2}}}{2} = 72,5^\circ \text{C}$$

выше точки росы, то конденсации водяных паров в мельнице не будет.

7. Предположим далее, что температура клинкера, поступающего в мельницу, равна  $t_k = 150^\circ \text{C}$ . Интенсивность аспирации и температуру цемента оставим на прежнем уровне  $G_{\text{в1}} = 4,66 \text{ кг/с}$ ,  $t_{\text{в1}} = 120^\circ \text{C}$ .

Тогда расход охлаждающей воды согласно формулы (26) достигнет значения  $G_{\text{ов}} = 0,915 \text{ кг/с} = 3293,1 \text{ кг/ч}$ .

Влагосодержание и расход аспирационного воздуха найдем по формулам (24):  $d_a = 0,27$ ,  $G_a = 5,87 \text{ кг/с}$ . Точка росы аспирационного воздуха при данном влагосодержании и его средней температуре  $t_a^{\text{ср}} = 72,5^\circ \text{C}$  равна  $t_p = 71^\circ \text{C}$ , т.е. всего лишь на  $1,5^\circ \text{C}$  ниже  $t_a^{\text{ср}}$ . При таком температурно-влажностном режиме в мельнице возможна конденсация влаги, т.е. не вся распыляемая в мельнице вода будет испаряться. В результате этого может произойти запаривание мельницы и ее аварийная остановка.

Для предотвращения этой ситуации увеличим интенсивность аспирации до уровня  $G_{\text{в1}} = 6,67 \text{ кг/с}$  ( $U_a = 0,7 \text{ м/с}$ ). Тогда расход охлаждающей воды понизится до значения  $G_{\text{ов}} = 0,815 \text{ кг/с}$ , влагосодержание уменьшится до  $d_a = 0,175 \text{ кг/кг}$ , а точка росы понизится до  $t_p = 63,6^\circ \text{C}$ , что исключает возможность конденсации. В результате, надежность работы мельницы, безусловно, повысится.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дуда, В. Цемент. / В. Дуда // – М.: Стройиздат, 1981. – 493с.
2. Булавин, И.А. Тепловые процессы в технологии силикатных материалов. / Под. Ред. И.А. Булавина. // – М.: Стройиздат, 1982. - 343с.
3. Богословский, В.Н. Строительная теплофизика. / В.Н. Богословский // – М.: Высшая школа, 1992. - 415 с.
4. Богданов, В.С. Механическое оборудование предприятий стройматериалов / В.С. Богданов, Н.П. Несмеянов, В.З. Пироцкий, А.И. Морозов // – Белгород: Изд-во БелГТАСМ, 1998. – 180 с.
5. Пироцкий, В.З. Цементные мельницы: технологическая оптимизация. / В.З. Пироцкий // – С.-Пб.: Изд-во Центра профессионального обновления, 1999.– 145 с.

Шрубченко И. В., д-р техн. наук, проф.,  
Черняев А. С., аспирант,  
Мурыгина Л. В., аспирант

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

## НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ РЕКОНСТРУКЦИИ БАНДАЖЕЙ ВРАЩАЮЩИХСЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ БАРАБАНОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОБИЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

shrubens@yandex.ru

Предложено бандаж плавающего типа реконструировать во вварной тип с применением мобильных технологий. Представлены результаты моделирования напряженно-деформированного состояния для различных вариантов выполняемых форм фасонной канавки.

**Ключевые слова:** бандаж, фасонная канавка, концентратор напряжения, напряженно-деформированное состояние, мобильные технологии.

В настоящее время в различных отраслях промышленности для физико-химической обработки материалов широко применяют вращающиеся технологические барабаны. Такие агрегаты могут выполняться диаметром от 2500 до 7000 мм и длиной до 230 м. Для обеспечения жесткости корпуса и возможности вращения в соответствии с технологическим регламентом, их оснащают бандажами, которые могут выполняться двух типов: «П» – плавающий и «В» –

вварной (рис. 1). Опыт эксплуатации на многих предприятиях показал более высокую надежность и технологичность бандажей типа «В», поэтому во многих случаях ими постепенно и оснащают опоры ТБ, не смотря на их более высокую стоимость. Демонтированные бандажи типа «П», нормативный срок эксплуатации которых еще не истек, складируют и подвергают хранению.

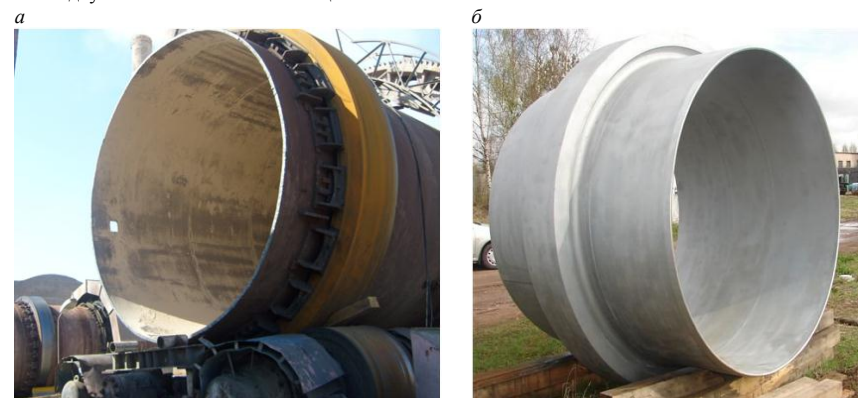


Рис. 1. Бандажи вращающихся технологических барабанов:  
а – плавающего типа – «П», б – вварные – «В»

В Белгородском государственном технологическом университете им. В.Г.Шухова разработана технология, позволяющая реконструировать бандаж типа «П» в тип «В». Основной особенностью такого бандажа является выполнения на его торцевых поверхностях закрылков для последующей сварки с корпусом ТБ и специальной фасонной канавки, которая должна обеспечивать условия равномерного распределения

напряжений, возникающих от действия массы ТБ при эксплуатации. Для оптимизации формы канавки было выполнено моделирование конструкции бандажа в CAD/CAE – системе Solid Works с встроенным пакетом конечно-элементного анализа Solid Works Simulation. В качестве исходной использована модель, включающая бандаж и два элемента корпуса ТБ, соединенные сваркой (рис. 2).



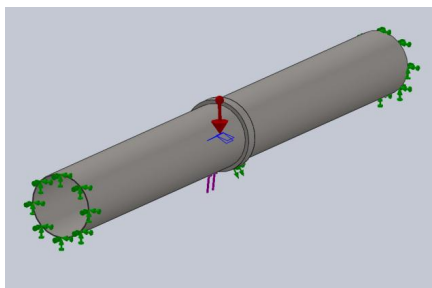


Рис. 2. Исходная модель бандажа с примененными граничными условиями

В качестве статических граничных условий назначались действие сил на гранях, в зонах контакта бандажа с опорными роликами, которые имитируют действие силы тяжести ТБ. Размер таких граней вычисляем по формулам [2]:

$$a = 1,52 \sqrt{\frac{p \cdot R_1 \cdot R_2}{E \cdot (R_1 + R_2)}}, \quad p = \frac{F}{S},$$

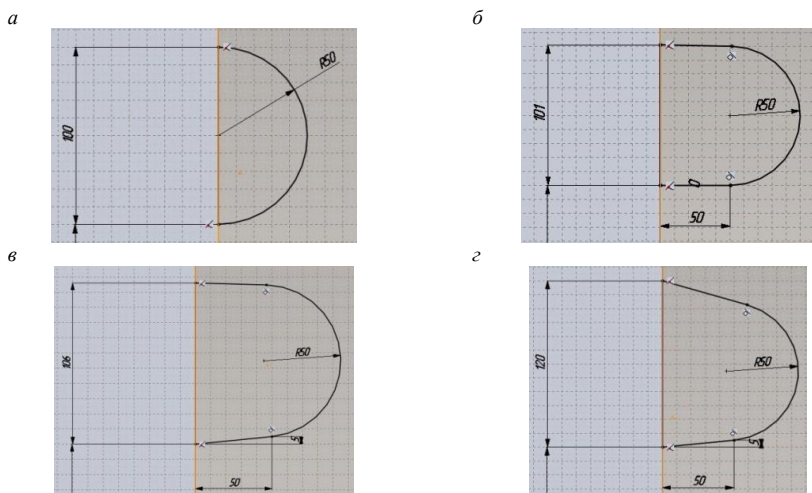


Рис. 3. Варианты формы канавки для торцевой поверхности бандажа:

а – в форме полукруга; б – удлиненной формы в виде полукруга; в – удлиненной формы в виде полукруга с наклонной нижней гранью; г – удлиненной формы в виде полукруга с наклонными нижней и верхней гранями

Результаты моделирования представлены на рис. 4, где показано напряженно-деформированное состояние бандажа в зоне соединения корпуса ТБ с бандажом и распределение возникающих напряжений. Их анализ показывает, что оптимальным является вариант канавки, представленный на рис. 3 г. Такую форму канавки необходимо обеспечить механической обработкой, бандажа, демонтированного с ТБ [3]. Кольцевые фасонные проточки следует рас-

где  $a$  – половина ширины грани, мм;  $S = 2000 \cdot a$  – площадь грани, мм<sup>2</sup>;  $F = 280000$  Н – действующая на грань сила (ее значение определяем, исходя из массы бандажа:  $m = 56000$  кг;  $R_1 = 3050$  мм – радиус бандажа;  $R_2 = 1700$  мм – радиус ролика;  $E = 206000$  Н/мм<sup>2</sup> – модуль упругости материала Сталь 35. Подставив значения, получим,  $a = 1,2$  мм.

В качестве кинематических граничных условий назначалась фиксированная геометрия на торцах корпуса ТБ. При предварительных расчетах моделированию подвергались четыре варианта конфигурации канавок (рис. 3). Для упрощения условий решения задачи, исследование проводилось в радиальном сечении и дополнительно назначалась фиксированная геометрия на гранях в направлении, перпендикулярном секущей плоскости. В двух других направлениях, возможные перемещения не ограничивались, что и позволяет им проявить себя.

полагать на расстоянии равном толщине кольцевых обечайек и выполнять глубиной  $(0,09 \dots 0,1)L$ , где  $L$  – длина бандажа и радиусом закругления  $0,125S$ , где  $S$  – толщина бандажа. При этом наружная грань проточки должна быть расположена под углом  $14^\circ$ , а внутренняя – под углом  $5,7^\circ$ . При уменьшении глубины проточки менее  $0,09$  от длины бандажа уменьшается зона перехода от кольцевой обечайки к основному телу бандажа, что в свою очередь влечет за собой

увеличение концентрации напряжений. При глубине более  $0,1$  толщины бандажа зона перехода увеличивается, однако, снижаются прочностные свойства самого бандажа, в результате ослабления его сечения проточкой большей глубины. Радиус закругления проточки должен выполняться равным  $0,125$  толщины бандажа. Такая величина выбрана с учетом удобства проведения последующих работ по сварке бандажа с кольцевыми обечайками. При уменьшении величины радиуса закругления менее  $0,125$  толщины бандажа, размеры проточки уменьшаются, что усложняет процесс проведения работ. Уменьшение радиуса закругления приводит также и к увеличению концентрации напряжений. При радиусе закругления более  $0,125$  толщины бандажа размеры проточки увеличиваются, что может благоприятно сказываться на удобстве проведения работ. Однако, конструкция бандажа в этом случае значительно ослабляется, что может отрицательно сказываться на его надежности. Наклон внутренней грани кольцевой фасонной проточки на угол, равный  $5,7^\circ$  обеспечивает плавный переход от кольцевой обечайки к телу бандажа, что положительно сказывается на равномерности распределения напряжений, воз-

никающих при работе бандажа. Изменение величины угла влечет за собой изменение характера распределения напряжений и их существенной концентрации на отдельных участках. Угол расположения наружной грани проточки, равный  $14^\circ$  выбран из конструктивных соображений, так как он обеспечивает удобство последующего монтажа и сварки. Так как бандаж вращающейся печи соединяется с кольцевыми обечайками при помощи сварки, то при последующей эксплуатации, благодаря наличию выполненных таким образом канавок, внутренние напряжения, возникающие в местах их соединения, будут более равномерно распределяться по длине соединения, что обеспечит существенное повышение его надежности. Выполняя, таким образом фасонные кольцевые проточки на торцевых поверхностях, возможна реконструкция бандажей плавающего (насадного) типа во вварные, что приведет к значительной экономии средств на замену бандажей и существенно повлияет на повышение надежности их работы. Наиболее технологичным является вариант обработки с использованием мобильных технологий. Для механической обработки бандаж устанавливается на специальный стенд (рис. 5).

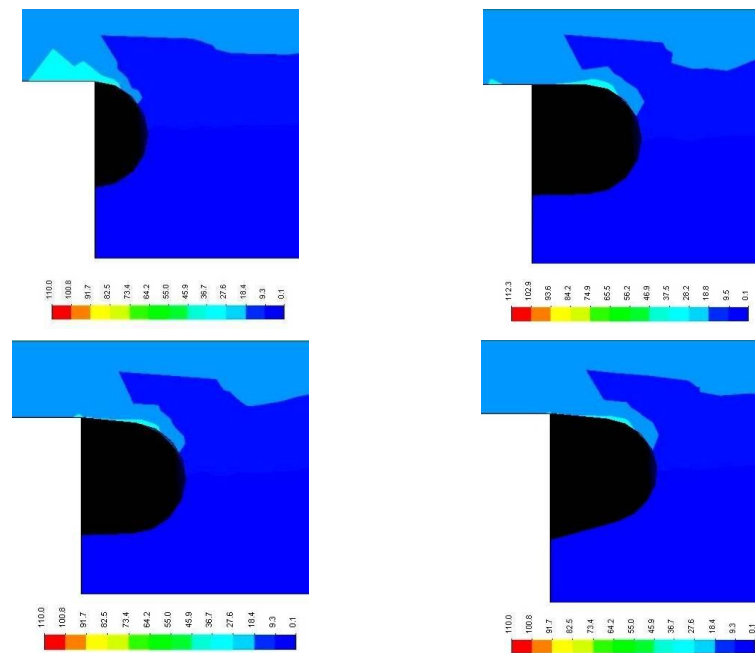


Рис. 4. Напряженно-деформированное состояние в радиальном сечении модели для различных вариантов форм канавки

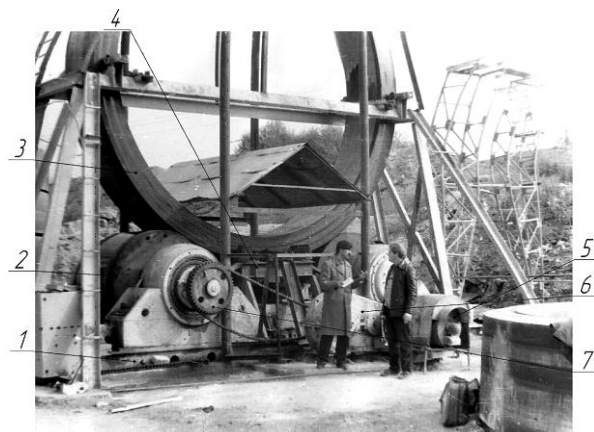


Рис. 5. Специальный стенд для обработки бандажей

Он представляет собой смонтированную на бетонированной площадке опору вращающегося ТБ, состоящую из рамы 1 с двумя опорными роликами, на поверхности качения которых устанавливаются бандаж 3 для последующей обработки. Чтобы исключить возможные осевые смещения бандаж при его вращении, положение опорных роликов тщательно выверяется и регулируется, и дополнительно устанавливаются систему осевых упоров 4. Привод вращения осуществляется двигателем постоянного тока 5 через двухступенчатый понижающий редуктор 6 и цепную передачу 7 – непосредственно на опорный ролик. Для проведения обработки стенд оснащается специальным переносным станком. И, таким образом, бандаж может быть обработан непосредственно на месте эксплуатации без транспортирования его на специализированные предприятия.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шрубченко, И.В. О необходимости обработки поверхностей бандажей технологических барабанов при их сборке / И.В. Шрубченко // Тяжелое машиностроение. – 2006. - № 10. – С. 27 – 29.
2. Банит, Ф.Г. Эксплуатация, ремонт и монтаж оборудования промышленности строительных материалов / Ф.Г. Банит, Г.С. Крижановский, Б.И. Якубович. – М.: Изд-во литературы по строительству, 1971. – 236 с.
3. Пат. 114763 Российская Федерация, МПК F 27 В 7/20. Бандаж вращающейся печи / Черняев А.С., Шрубченко И.В., Мурыгина Л.В., Архипова Н.А., Рыбалко В.Ю.; заявитель и патентообладатель Белгород. гос. технол. ун-т. им. В.Г. Шухова – №2011140909/22; заявл. 07.10.11; опубл. 10.04.12, Бюл. №10. – 2 с.

Богданов В. С., д-р техн. наук, проф.,  
Гаврунов А. Ю., аспирант  
Шаптала В. Г., д-р техн. наук, проф.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

#### КИНЕМАТИКА ДВИЖЕНИЯ ЗАГРУЗКИ В ВИБРОВАРАЩАТЕЛЬНОЙ МЕЛЬНИЦЕ

gavrunov@gmail.com

В статье описаны геометрические характеристики наклонной помольной камеры вибровращательной мельницы. Приводятся соотношения, описывающие кинематику движения мелущей загрузки в помольной камере, определение центра тяжести загрузки. Дается расчет полезной мощности привода вращения.

**Ключевые слова:** вибрационное измельчение, кинематика движения загрузки, наклонная помольная камера.

Разработана новая конструкция вибровращательной мельницы, представляющая собой вращающуюся шаровую мельницу с наклонным вибрирующим барабаном. Совмещение двух традиционных методов измельчения в одном агрегате позволяет снизить энергозатраты на тонкое и сверхтонкое измельчение различных материалов, которые широко используются в производстве строительных материалов, горно-перерабатывающей, химической и других отраслях промышленности [1,2].

Основой рационального проектирования вибровращательных мельниц являются соотношения, связывающие их технологические характеристики с конструктивными и режимными параметрами агрегатов. Для вывода этих зависимостей необходим анализ механико-геометрических свойств основного узла вибровращательной мельницы – ее помольной камеры.

Помольная камера вибровращательной мельницы представляет собой наклонный цилиндр, который получается в результате пересечения круглой цилиндрической поверхности с диаметром  $D$ , образующей с горизонтальной плоскостью угол  $\alpha$ , двумя вертикальными плоскостями, расстояние между которыми равно  $H$  (рис. 1).

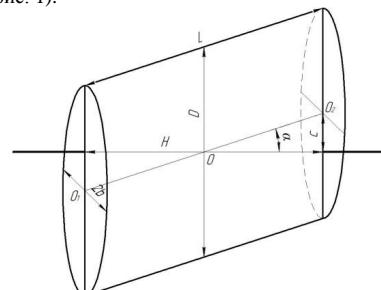


Рис.1. Схема помольной камеры

Ширина камеры  $H$  связана с ее образующей  $L$  соотношением:

$$H = L \cos \alpha \quad (1)$$

Торцы помольной камеры имеют форму эллипсов, большая и малая оси которых определяются формулами:

$$2a = \frac{D}{\cos \alpha}; \quad 2b = D \quad (2)$$

Точка  $O$  – середина отрезка  $O_1O_2=L$ , соединяющего центры торцов, а плоскость, проходящая через отрезок  $O_1O_2$  и большую оси торцов, – ее плоскость симметрии. Ось вращения камеры проходит через симметрии перпендикулярно торцам.

При таком расположении оси вращения, центр тяжести пустой камеры совпадающий с ее центром симметрии, находится на оси вращения, что обеспечивает равновесное состояние, балансировку пустой камеры при любом угле ее поворота.

Точки закрепления плоскостей, удерживающих камеру, находятся на больших осях торцов со смещением  $C$  от их центров. Из условия:

$$C = \frac{H}{2} \operatorname{tg} \alpha < \frac{D}{2 \cos \alpha} \quad (3)$$

следует ограничение на угол наклона помольной камеры  $\alpha$ :

$$\alpha < \arcsin \frac{D}{H} \quad (4)$$

Нижнее ограничение на величину угла  $\alpha$  следует из условия свободного перетекания загрузки помольной камеры – смеси мелущих тел или шаров и измельчаемого материала:

$$\alpha > \alpha_{\text{е.о.}} \quad (5)$$

где  $\alpha_{\text{е.о.}}$  – угол естественного откоса загрузки, определяемый опытным путем.

Объем и площадь полной поверхности камеры определяется соотношениями:

$$V = \frac{1}{4} \pi D^2 L \quad (6)$$

$$S = \pi D \left( L + \frac{D}{2 \cos \alpha} \right) \quad (7)$$

из которых следует, что при постоянных размерах камеры  $D$  и  $L$  ее объем не зависит от угла  $\alpha$ ,

и площадь ее поверхности, следовательно, и масса с увеличением угла  $\alpha$  возрастают.

При загрузке камеры мелющими телами и измельчаемым материалом ее центр тяжести смещается с оси вращения и при вращении камеры совершает сложное продольно-поперечное движение по замкнутой пространственной траектории. Мощность привода вращения камеры в основном определяется работой, которую необходимо затратить на подъем и осевые перемещения загрузки.

Рассмотрим метод определения величины вертикальных и горизонтальных перемещений загрузки помольной камеры. Для решения этой задачи достаточно определить координаты центра тяжести загрузки при вертикальном и горизонтальном положении плоскости симметрии камеры.

При вертикальном положении плоскости симметрии (рис. 2) координаты центра тяжести однородной загрузки ( $\rho = \text{const}$ ) определяется соотношениями:

$$X_{\text{ц.т.}} = 0 \quad (8)$$

$$Y_{\text{ц.т.}} = \frac{\iiint_G y \, dx \, dy \, dz}{V_3} \quad (9)$$

$$Z_{\text{ц.т.}} = \frac{\iiint_G z \, dx \, dy \, dz}{V_3} \quad (10)$$

где  $G$  – пространственная область, занимаемая загрузкой,  $V_3$  – объем загрузки:

$$V_3 = \iiint dx \, dy \, dz \quad (11)$$

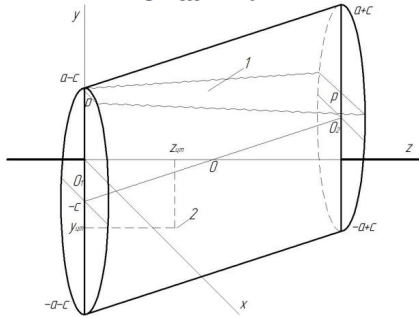


Рис.2. Схема загрузки помольной камеры при вертикальном положении плоскости симметрии: 1 – свободная поверхность загрузки; 2 – центр тяжести загрузки

В отличие от [3] в данном случае интегралы (9-11) вычисляются точно без искусственного разбиения области, занимаемой загрузкой, на «объемные участки», что повышает точность определения положения центра тяжести. Если уровень однородной поверхности загрузки относительно оси вращения удовлетворяет усло-

вию  $a + b \leq p \leq a - c$ , то объем загрузки определяется формулой:

$$V_3 = V \left( \frac{1}{2} + \frac{a}{6nc} \left( \left( 2 + \left( \frac{p+c}{a} \right)^2 \right) \sqrt{1 - \left( \frac{p+c}{a} \right)^2} - \left( 2 + \left( \frac{p-c}{a} \right)^2 \right) \sqrt{1 - \left( \frac{p-c}{a} \right)^2} \right) + \frac{a}{2pc} \left( \frac{p+c}{a} \arcsin \frac{p+c}{a} - \frac{p-c}{a} \arcsin \frac{p-c}{a} \right) \right) \quad (12)$$

где  $V = \frac{1}{4} \pi D^2 L = \pi abH$  – объем помольной камеры.

Соотношения для определения координат центра тяжести имеют вид:

$$Y_{\text{ц.т.}} = \frac{a^3 b H}{V_3 c} \left( \left( -\frac{p}{3a} + \frac{13(p+c)}{4ba} - \frac{p}{6a} \left( \frac{p+c}{a} \right)^2 + \frac{1}{24} \left( \frac{p+c}{a} \right)^3 \right) \sqrt{1 - \left( \frac{p+c}{a} \right)^2} - \left( -\frac{p}{3a} + \frac{13(p-c)}{4a} - \frac{p}{6a} \left( \frac{p-c}{a} \right)^2 + \frac{1}{24} \left( \frac{p-c}{a} \right)^3 \right) \sqrt{1 - \left( \frac{p-c}{a} \right)^2} + \left( \frac{1}{16} - \frac{p}{2a} \frac{p+c}{a} + \frac{1}{4} \left( \frac{p+c}{a} \right)^2 \right) \arcsin \frac{p+c}{a} - \left( \frac{1}{16} - \frac{p}{2a} \frac{p-c}{a} + \frac{1}{4} \left( \frac{p-c}{a} \right)^2 \right) \arcsin \frac{p-c}{a} \right) \quad (13)$$

$$Z_{\text{ц.т.}} = \frac{abH^2}{4V_3} \left( \pi + \frac{2a^2}{c^2} \left( \frac{13p+c}{4b} \frac{p+c}{a} + \frac{1}{24} \left( \frac{p+c}{a} \right)^3 \right) \sqrt{1 - \left( \frac{p+c}{a} \right)^2} - \left( \frac{13p+19c}{4ba} + \frac{(p-c)^2(p+7c)}{24a^3} \right) \sqrt{1 - \left( \frac{p-c}{a} \right)^2} + \frac{2a^2}{c^2} \left( \left( \frac{1}{16} + \frac{1}{4} \left( \frac{p+c}{a} \right)^2 \right) \arcsin \frac{p+c}{a} - \left( \frac{1}{16} + \frac{p^2+2pc-3c^2}{4a^2} \right) \arcsin \frac{p-c}{a} \right) \right) \quad (14)$$

Из формул (12-14) следует, что объем загрузки, степень заполнения и координаты центра тяжести загрузки полностью определяются уровнем свободной поверхности загрузки  $p$  и геометрией камеры.

При повороте камеры на пол-оборота пространственная ориентация ее торцов меняется местами, загрузка сместится вдоль оси, а ее центр тяжести займет положение симметричному рассмотренному выше положению (рис.2). Отсюда следует величина осевого смещения центра тяжести загрузки:

$$l_z = H - 2z_{\text{ц.т.}} \quad (15)$$

Определенная формулой (13) вертикальная координата центра тяжести загрузки является Максимального значения  $u_{\text{ц.т.}}$  достигает при горизонтальном положении плоскости симметрии

помольной камеры, которое устанавливается при повороте камеры на четверть оборота. В этом положении из-за центральной симметрии слоя загрузки  $x_{\text{ц.т.}}=0$ ,  $z_{\text{ц.т.}}=H/2$ , а  $u_{\text{ц.т.}}$  можно найти рассматривая сечение слоя загрузки плоскостью, перпендикулярной  $O_1O_2$  (рис.3).

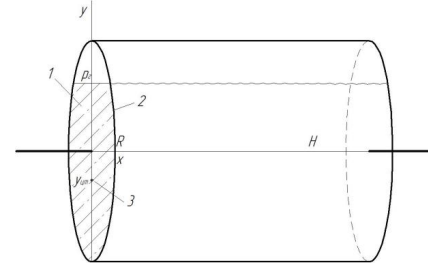


Рис.3. Схема загрузки помольной камеры при горизонтальном положении плоскости симметрии: 1 – загрузка; 2 – сечение слоя загрузки плоскостью, перпендикулярной образующей камеры; 3 – центр тяжести загрузки

Положение центра тяжести сечения слоя загрузки определяется по формуле:

$$y_{\text{ц.т.}}^r = \frac{\iint_D y \, dx \, dy}{S_D} \quad (16)$$

где  $D$  – область сечения,  $S_D$  – площадь сечения:

$$S_D = \iint_D dx \, dy \quad (17)$$

Вычислив интегралы (16) и (17), получим:

$$y_{\text{ц.т.}}^r = -\frac{2}{3} R \frac{\left( 1 - \left( \frac{p_r}{R} \right)^2 \right) \sqrt{1 - \left( \frac{p_r}{R} \right)^2}}{\frac{\pi}{2} + \frac{p_r}{R} \sqrt{1 - \left( \frac{p_r}{R} \right)^2} + \arcsin \frac{p_r}{R}} \quad (18)$$

где  $R=D/2$ ,  $p_r$  – уровень свободной поверхности загрузки при горизонтальном положении плоскости симметрии камеры.

Для определения величины  $p_r$  выразим объем загрузки, который остается неизменным, через площадь сечения загрузки при горизонтальном положении помольной камеры:

$$V = S_D L = LR^2 \left( \frac{\pi}{2} + \frac{p_r}{R} \sqrt{1 - \left( \frac{p_r}{R} \right)^2} + \arcsin \frac{p_r}{R} \right) \quad (19)$$

Решив численно уравнение (19) относительно  $p_r/R$  и подставив найденное значение в (18) найдем  $y_{\text{ц.т.}}^r$ . Величина вертикального перемещения, подъема центра тяжести загрузки равна:

$$l_y = y_{\text{ц.т.}}^r - y_{\text{ц.т.}} \quad (20)$$

Продольно поперечное движение мелющих тел, вызванное вращением наклонной камеры, приводит не только к интенсификации типичного помола для шаровых барабанных мельниц, но также существенно повышает эффективность вибрационного измельчения. Поэтому мощ-

ность, потраченная на перемещение загрузки помольной камеры является полезной.

Оценим величину этой мощности. За один оборот помольной камеры, т.е. за время  $T=60/n$ , где  $n$  – число оборотов камеры в минуту, осуществляется два подъема загрузки на высоту  $l_y$  и два продольных перемещения длиной  $l_z$ . Затраченная при этом работа равна:

$$V = 2(V_3 \rho g l_y + V_3 \rho g f l_z) \quad (21)$$

где  $V_3$  – объем загрузки,  $m^3$ ;  $\rho$  – плотность загрузки,  $kg/m^3$ ;  $g=9,81$  – ускорение свободного падения,  $m/c^2$ ;  $f$  – коэффициент трения.

Потребляемая мельницей полезная мощность привода вращения помольной камеры равна:

$$N_{\text{пол.}} = \frac{A}{T} = \frac{n V_3 \rho g}{30} (l_y + f l_z) \quad (22)$$

Для определения полной мощности вращательного привода необходимо дополнительно учесть потери на трение, потери в электродвигателе и другие потери.

Приведенные в этой статье соотношения могут быть использованы при расчете и проектировании вибровращательных мельниц.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Богданов В.С., Ильин А.С., Семикопенко И.А. Процессы в производстве строительных материалов и изделий. – Белгород: «Везелица», 2007. – 512 с.
2. Богданов В.С. Шаровые барабанные мельницы. – Белгород: Изд-во БелГТАСМ, 2002. – 258 с.
3. Багдасарян М.К. К определению полезной мощности усовершенствованной конструкции барабанной мельницы. //Горное оборудование и электромеханика, №11, 2010. – с.45-48

# ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЯМИ

Шипицын А. В. канд. экон. наук, доц.  
Белгородский университет кооперации, экономики и права

## ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ПРОЦЕССА РИСК-МЕНЕДЖМЕНТА

market\_div@mail.ru

*В статье описываются основные стадии процесса риск-менеджмента в бизнес организации. Для каждой стадии указываются цели, данные на входе и выходе, используемые инструменты обработки данных и принятия решений.*

**Ключевые слова:** риск-менеджмент, организация риск-менеджмента, подпроцессы риск-менеджмента, этапы риск-менеджмента.

В этой статье мы сосредоточимся на практической стороне управления рисками бизнеса или проекта. В литературе существует множество мнений о том, что такое риск. Обычно риск определяют, как негативное событие или вызванный негативным событием размер убытка. Другое определение, риск – это неопределенность или вызванная неопределенностью вариация денежного результата [5]. Мы понимаем под **риском** события, которые препятствуют достижению целей бизнеса. Под **возможностью** мы понимаем события, которые ускоряют достижение целей бизнеса [2]. Риск или возможность характеризуются вероятностью их реализации и влиянием на цели бизнеса.

**Риск-менеджмент** – это систематический процесс управления и контроля риском, внедренный в систему управления и пронизывающий все бизнес-процессы, направленный на достижение целей бизнеса, защиту инвестиций акционеров и активов организации [2].

Риск-менеджмент должен являться основой системы внутреннего контроля компании [3]. Эффективный риск-менеджмент невозможен без участия в нем каждого работника компании в той или иной степени. Основные выгоды риск-менеджмента заключаются в улучшении работы бизнеса, повышении организационной эффективности.

Процесс управления риском последовательно разбивается на шесть стадий (подпроцессы): 1) Анализ бизнеса, 2) Идентификация рисков, 3) Оценка индивидуальных рисков, 4) Агрегированная оценка рисков, 5) Риск-планирование, 6) Управление рисками. Каждая последующая стадия использует результаты, полученные на предыдущих стадиях. Любую стадию можно рассматривать как самостоятельный процесс, преобразующий входящую ин-

формацию с помощью своих инструментов в результирующую информацию на выходе.

**Анализ бизнеса – стадия 1.** Анализ бизнеса ставит целью получить актуальную и достоверную информацию о бизнесе (проекте) и его окружении, а также о деталях процессов, специфических для бизнеса (проекта). В анализе должны участвовать все подразделения организации без исключения.

Входными данными процесса анализа бизнеса служат: цели бизнеса, бизнес-план, карта бизнес-процессов, организационная структура бизнеса, цепочка создания стоимости, инструменты системы внутреннего контроля, имеющийся план риск-менеджмента, прогнозные финансовые отчеты, план маркетинга и другие необходимые документы и информация. Выходными данными процесса будут полученные и оформленные при анализе результаты. Ограничениями процесса анализа являются сложившаяся культура риск-менеджмента, выделенные ресурсы (время, расходы), рамки методов и организации процесса анализа, проблемы несогласованности исходных данных (нечеткие цели, некорректный бизнес-план и т.д.).

Наиболее распространенными инструментами анализа бизнеса являются:

**Анализ финансовых коэффициентов** состоит в расчете и анализе коэффициентов прибыльности, деловой активности, ликвидности, задолженности, доходности инвестиций.

**Диагностика риск-менеджмента** состоит в выяснении, насколько эффективен существующий риск-менеджмент и насколько он проник в процессы управления. Ключевыми вопросами диагностики являются: Насколько высшее руководство поддерживает риск-менеджмент? Насколько работники осведомлены о пользе риск-менеджмента? Существует ли организационная культура, приветствующая мышление

сквозь призму принятия рисков и инноваций? Проник ли риск-менеджмент во все управленческие процессы и постоянно ли он применяется? Существует ли связь риск-менеджмента с достижением целей бизнеса? Проводится ли регулярный мониторинг рисков на конструктивной основе без критики?

**SWOT-анализ** (Strength – Weaknesses – Opportunities – Threats, на русском: Сила – Слабости – Возможности – Угрозы) позволяет оценить стратегические перспективы бизнеса и выявить его сильные и слабые стороны, а также привлечь внимание возможности и угрозы. В процессе SWOT-анализа информация логически упорядочивается, и это облегчает ее понимание, презентацию, обсуждение и принятие решений. SWOT-анализ охватывает бизнес, рынок, продуктовую программу и внешнюю среду функционирования бизнеса.

**PEST-анализ** (Political – Economic – Social – Technological, на русском: Политические – Экономические – Социальные – Технологические факторы) рассматривает основные факторы внешней среды, влияющие на бизнес или отдельный рынок. Эффективное управление предполагает постоянный мониторинг факторов внешней среды и подготовку ответных действий при обнаружении изменений.

**Идентификация рисков – стадия 2.** На этой стадии происходит выявление рисков и возможностей, и занесение их в регистр учета рисков. Входными данными процесса служат:

1. Предположения о будущем развитии бизнеса или проекта. Например, это предположения о поведении конкурентов, о размере рынка, о грядущих изменениях рынка, о доступности ресурсов, о ценах, о деятельности поставщиков и т.д. Наиболее важные характеристики предположений – это чувствительность бизнеса (проекта) к предположению и стабильность предположения. Чувствительность оценивает, насколько данное предположение влияет на достижение целей бизнеса. Стабильность предположения выражается в вероятности его осуществления. Предположения с высокими чувствительностью и нестабильностью рассматриваются как потенциальные риски.

2. Ожидаемые неопределенные события бизнеса или проекта. Это события, которые мы знаем, что они должны произойти, но мы не знаем их количественных характеристик. Например, мы можем знать, что будем бурить скважину, но не можем знать, на какой глубине мы найдем воду, и какого качества.

3. Накопленный опыт прошлых проектов.

4. Нерешенные задачи – это те вопросы или проблемы, которые не могут быть разрешены на

сегодняшний день. Со временем нерешенные задачи переходят в статус решенных задач, неопределенных событий или рисков.

5. Результаты, полученные на стадии анализа бизнеса.

На выходе процесса получаем регистр учета рисков. Инструментами процесса служат:

**Классификатор рисков** – систематизированный перечень рисков. Это может быть универсальный перечень, а также перечень знакомых рисков в подобных проектах.

**Анализ расхождений** – таблица, в которой перечислены нерешенные задачи относительно вида деятельности бизнеса или проекта, и менеджеры должны по пятибалльной шкале оценить текущее состояние решения задачи и реально достижимое состояние.

**База данных риска** – база данных, облегчающая сбор информации о рисках и ее контроль на регулярной основе.

**Регистр учета рисков** – документ, в котором собрана информация о выявленных рисках бизнеса или проекта. Содержание граф регистра: уникальный номер-идентификатор риска, предметная область риска, описание риска, текущий статус риска, вероятность возникновения риска, влияние риска на цели бизнеса, временной интервал возникновения риска, категория ответных действий на риск, "владелец" риска (подразделение или контрагент, несущие последствия риска), ответственный менеджер, исполнитель, ответное действие на риск, ожидаемая стоимость (средние убытки, умноженные на вероятность риска).

Идентификация рисков начинается с проверки целей бизнеса (проекта) на их согласованность и понятность для всех участников процесса. Затем исследуют результаты анализа бизнеса и на основе всей доступной информации, ищут риски и новые возможности. После этого важно добиться согласованности в описании рисков и новых возможностей, взаимосвязях между ними и влиянии рисков и возможностей на бизнес. Полученные данные документируют в регистре учета рисков. Идентификация рисков и возможностей – это обязательно групповой процесс, использующий эффективные методики: мозговой штурм, технику Делфи, технику номинальной группы, вопросники, видеоконференции, словом все возможности коммуникации и групповой работы. Центральной задачей является тотальное исследование рисков в совокупности, а не изолированное рассмотрение отдельных рисков.

**Оценка индивидуальных рисков – стадия 3.** На стадии оценки рисков выясняется вероятность реализации идентифицированных

рисков и возможностей и их влияние в случае реализации. Оценка вероятности и влияния рассматривается до совершения каких-либо ответных действий на риск. Влияние рассматривается с точки зрения целей бизнеса. Важно выяснить взаимосвязи рисков и возможностей и их совместное влияние и вероятности [4].

Входной информацией служат: созданный на предыдущей стадии регистр учета рисков, прогнозный отчет о прибылях и убытках, прогнозный балансовый отчет, матрица "вероятность-влияние" рисков. На выходе мы будем иметь регистр учета рисков, дополненный информацией о вероятностях и влиянии рисков и возможностей. Инструменты процесса:

**Теория вероятности.** Обычно используются распределения: равномерные, треугольные, нормальные, биноминальные, пуассона.

**Матрица "вероятность-влияние" рисков** представляет собой таблицу, облегчающую анализ и классификацию рисков для конкретного бизнеса или проекта. Матрица имеет три градации риска (высокий, средний, низкий) и позволяет классифицировать риски по независимым параметрам вероятности, степени влияния и времени.

**Причинно-следственный анализ** позволяет раскрыть взаимосвязь эффекта и вызывающих его причин. Полезным визуальным представлением этого анализа служит диаграмма Ишикавы. На диаграмме стрелками показаны причинно-следственные связи. Эффект (например, рост расходов выше ожидаемых) создается под влиянием нескольких категорий рисков (погодные условия, поставщики и т.д.). В свою очередь в каждой категории присутствуют собственными рисками (причины первого уровня), которые реализуются под влиянием своих индивидуальных факторов (причины второго уровня).

**Агрегированная оценка рисков – стадия 4.** Задача этой стадии лежит в осмыслении взаимосвязей между отдельными рисками и возможностями, и в оценке их совокупного влияния на бизнес или проект. На этой стадии очень часто возникает необходимость пересмотреть результаты предыдущих стадий и вернуться назад для пересмотра и корректировок.

Входная информация – регистр учета рисков. На выходе процесса мы получим результаты проведенного анализа в зависимости от используемых инструментов и пересмотренный регистр учета рисков. Инструментами процесса служат: деревья вероятностей, ожидаемая стоимость, функции полезности, деревья решений, критерии оценки инвестиций, анализ чувствительности, анализ сценариев, моделирование методом Монте-карло, экспертное оценивание.

Эти инструменты могут использоваться по отдельности или в комбинации.

**Деревья вероятностей** позволяют визуально представить цепочку событий, где реализация будущих событий зависит от вероятности исходов предшествующих событий.

**Ожидаемая стоимость** – это средневзвешенная стоимость возможных сценариев, взвешенных по вероятности.

**Деревья решений** позволяют представить процесс принятия решений в наглядной форме. По построению они подобны деревьям вероятности за исключением того, что в узлах дерева находятся точки принятия решений. Каждая цепочка решений создает суммарную величину некоторого параметра, например стоимости или времени. Выбрав критерий принятия решения, можно оценить каждую цепочку и выбрать среди них оптимальную, тем самым определив оптимальные решения.

**Критерии оценки инвестиционных проектов** используются для анализа и принятия решений относительно отдельных проектов или портфеля проектов. Они позволяют сравнивать проекты и отбирать из них наилучшие. Наиболее распространенными критериями являются PP – период окупаемости проекта, NPV – чистая приведенная стоимость проекта, IRR – внутренняя норма доходности проекта, IP – индекс прибыльности проекта.

**Анализ чувствительности** заключается в оценке влияния изменений некоторой переменной (например, выручки, затрат и т.д.) на цели бизнеса или проекта. Изменения переменной берут в некотором диапазоне, например от -20% до +20%, с шагом, например, в 5%, и рассчитывают процентные изменения целевых показателей, например, прибыли или чистой приведенной стоимости. Последовательно выбирая разные переменные, можно получить картину чувствительности бизнеса или проекта к разным переменным и выделить из них те, которые требуют повышенного внимания.

**Анализ сценариев** состоит в расчете и анализе прогнозных финансовых отчетов при разных сценариях развития событий. Он позволяет понять границы, между которыми могут находиться целевые показатели бизнеса или проекта. Обычно рассматривают пессимистичный сценарий, наиболее вероятный сценарий, оптимистичный сценарий. Пессимистичный сценарий предполагает, что все исходные переменные, от которых зависит проект, принимают самые неблагоприятные значения в границах их вероятных значений. Оптимистичный сценарий, наоборот, рассматривает самые благоприятные значения исходных переменных.

**Моделирование методом Монте-Карло** позволяет получить распределения целевых показателей бизнеса или проекта. Суть метода проста. Мы задаем компьютеру перечень исходных переменных и границы, в которых эти переменные могут изменяться (распределения вероятности этих переменных). Задаем также схему расчета целевых показателей бизнеса или проекта, на входе которой будет заданный перечень переменных. Компьютер случайным образом (согласно распределениям переменных) выдает значения каждой переменной, рассчитывает целевые показатели и сохраняет результаты. Последнюю операцию компьютер проводит достаточно большое число раз, например 5000. После всех расчетов компьютер имеет 5000 значений целевых показателей и рассчитывает характеристики их распределений.

**Экспертные оценки** и методы их обработки наиболее полезны в случаях, когда использование других методов не представляется возможным. Например, когда ретроспективные данные бесполезны, потому что сегодняшняя ситуация глобально изменилась, когда слишком дорого собирать данные, когда имеются пробелы в данных, когда мы сталкиваемся с совершенно новой для нас проблемной областью.

**Риск-планирование – стадия 5.** На этой стадии мы используем всю информацию, полученную на предыдущих стадиях, и разрабатываем план ответных мероприятий на выявленные риски и возможности для эффективного достижения целей бизнеса или проекта. Планирование должно рассматривать все без исключения выявленные риски и возможности, для каждого из них планируется конкретное мероприятие с указанием даты исполнения, мероприятия ранжируются по степени важности, исследуется возможность возникновения вторичных рисков, вызванных ответными действиями.

Входной информацией процесса является регистр учета рисков, информация о страховании, выясненная для бизнеса или проекта степень абсорбции рисков. На выходе мы будем иметь план ответных мероприятий. Для каждого риска и возможности должны быть указаны: описание риска, его временное и стоимостное влияние, планируемые ответные действия, дата исполнения, ответственные лица, ожидаемые расходы на ответные действия, вторичные риски. План мероприятий должен содержать описание взаимосвязей между рисками.

Наиболее известными инструментами процесса являются: 1) заранее подготовленные типовые планы ответных действий на индивидуальные повторяющиеся риски, 2) заранее подготовленные типовые схемы принятия решений

относительно выбора ответных действий для индивидуальных рисков.

Процесс планирования начинается с разработки ответных мероприятий для каждого риска (возможности), при этом может возникнуть потребность в дополнительном исследовании рисков. Далее оцениваются расходы ответных мероприятий и сравниваются с денежной величиной влияния риска (возможности), определяется "владелец" риска (организация, несущая риск), ответственный риск-менеджер, ответственный исполнитель мероприятий, назначается дата выполнения, рассматривается опасность вторичных рисков, вызванных мероприятиями. После этого выбираются ранние предупреждающие индикаторы, которые покажут успех или неудачу плановых мероприятий, и определяется степень абсорбции рисков бизнесом или проектом.

**Абсорбция риска** (или предпочтение риска, принятие риска, безразличие к риску) обозначает количество риска, которое конкретный бизнес или проект готов вынести и принять последствия без каких-либо ответных действий [1].

Стратегии ответных действий на риск объединяются в четыре класса: уменьшение риска, уклонение от риска, передача риска, принятие риска.

**Уменьшение риска** предполагает действия, направленные на уменьшение влияния риска. Известным примером этого класса является диверсификация, когда инвестиции распределяются между разными активами и это уменьшает вариацию доходности. Другой пример - хеджирование рисков. Существует два общих пути снижения рисков: 1) уменьшение вероятности их возникновения, 2) уменьшение величины потерь при реализации рисков.

**Уклонение от риска** состоит в уклонении от деятельности, несущей риски (и возможности) и движении по альтернативному пути развития. При выборе такого решения необходимо оценить: правильны ли наши представления о балансе риска / возможности? как выбор альтернативного пути повлияет на достижение целей бизнеса? действительно ли стоимостное влияние рисков превышает затраты на уклонение от риска?

**Передача риска** заключается в перенаправлении влияния риска на другую организацию с помощью контрактов и соглашений. Передача риска не затрагивает его силу влияния или вероятность, она заключается в передаче ответственности. Иногда передача рисков может значительно усилить влияние рисков, например, когда организация, принявшая риски, не способна с ними справиться. Распространенная передача рисков – страхование.

**Принятие риска** выбирается, когда это экономически более выгодно, или когда нет другого выхода. Бывают случаи, когда со временем ситуация меняется и появляются новые альтернативы, поэтому нужно следить за таким риском и его контекстом. При принятии риска необходимо четко представлять размеры последствий для бизнеса или проекта.

**Управление рисками – стадия 6.** На этой стадии происходит практическое управление рисками, оно включает: 1) Ответные действия по сигналам предупреждающих индикаторов, указывающих на необходимость вмешательства, 2) Регистрацию изменений характеристик рисков и возможностей в регистре учета рисков, 3) Контроль работы риск-исполнителей и риск-менеджеров, 4) Ведение отчетности об успехах и неудачах риск-мероприятий.

Основной целью процесса практического управления рисками является мониторинг исполнения плановых риск-мероприятий и выявление необходимости дополнительного вмешательства.

Входной информацией процесса служат: регистр учета рисков, план ответных мероприятий, заполненная база данных. На выходе процесса мы получим корректировки регистра учета рисков и отчеты об эффективности ответных мероприятий. В отчете должна содержаться информация о текущем состоянии риска или возможности, о прогрессе мероприятий в отношении рисков и возможностей.

Для обеспечения успешности процесса необходимо разработать и использовать предупреждающие индикаторы необходимости вме-

шательства. Часто используются ключевые индикаторы процессов, например: текучесть кадров, невыходы на работу, поломки оборудования, ликвидность, продажи, потеря покупателей, жалобы покупателей, задержка оплаты, уровень запасов, несостоятельность поставщиков, размах колебаний рыночной цены акций. Следует постоянно обновлять регистр учета рисков, удалять уже случившиеся или исчезнувшие риски и добавлять вновь идентифицированные риски, обновлять информацию о вероятности и влиянии рисков, об исполнении ответных мероприятий и понесенных расходах, о возникших вторичных рисках. Следует вести регулярные отчеты об успехах и неудачах риск-мероприятий и требовать ответственного отношения исполнителей и риск-менеджеров к возложенным на них обязанностям.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Banks E., Dunn R. Practical Risk Management – An Executive Guide to Avoiding Surprises and Losses: John Wiley & Sons Ltd, 2003.
2. Chapman Robert J. Simple Tools and Techniques for Enterprise Risk Management: John Wiley & Sons Ltd, 2006.
3. Crouhy M., Galai D., Mark R. The Essentials of Risk Management: McGraw-Hill, 2006.
4. Vose D. Risk Analysis, a Quantitative Guide: John Wiley & Sons Ltd, 2008.
5. Энциклопедия финансового риск-менеджмента /Под ред. А.А. Лобанова и А.В. Чугунова. – М.: Альпина Паблицер, 2003.

*Слабинская И. А., д-р экон. наук, проф.  
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова  
Ровенских В. А., канд. экон. наук, доц.  
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова  
(Губкинский филиал)*

#### ОТРАЖЕНИЕ ЗАТРАТ НА МОДЕРНИЗАЦИЮ ОСНОВНЫХ СРЕДСТВ В БУХГАЛТЕРСКОМ УЧЕТЕ

slabinskaja@intbel.ru

*В статье рассматриваются особенности документального оформления и отражения в бухгалтерском и налоговом учете операций по модернизации основных средств, согласно правилам Положений по бухгалтерскому учету и Налогового кодекса РФ.*

**Ключевые слова:** Налоговый кодекс (НК), налогообложение, основные средства, амортизация, документооборот, ПБУ, финансовая отчетность.

В настоящее время законодательно закреплено, что для проведения модернизации объекта основных средств в организации должен быть издан приказ, в котором необходимо указать причины модернизации, сроки ее проведения, а также фамилию, имя и отчество лиц, ответственных за проведение модернизации. Данный документ необходим и в целях налогового учета для обоснования экономической целесообразности данных расходов согласно ст. 252 НК РФ. Решение по переводу основного средства на модернизацию в течение длительного срока (более 12 месяцев) принимается на уровне руководства организации.

Инструкцией по применению плана счетов бухгалтерского учета финансово-хозяйственной деятельности организаций, утвержденной Приказом Минфина России от 31.10.2000 № 94н, предусмотрено, что изменение первоначальной стоимости основных средств при достройке, дооборудовании и модернизации (реконструкции) отражается по дебету счета 01 «Основные средства» в корреспонденции со счетом 08 «Вложения во внеоборотные активы».

На счете 08 «Вложения во внеоборотные активы» накапливаются затраты в модернизируемые объекты основных средств, которые затем либо увеличат их первоначальную стоимость, либо, если они не улучшают первоначальные показатели функционирования, будут отнесены за счет собственных средств организации, т. е. такие затраты подлежат отнесению на счет 84 «Нераспределенная прибыль (непокрытый убыток)».

Накопление затрат на счете 08 может производиться в корреспонденции со счетами учета следующих разделов плана счетов: «Производственные запасы», «Затраты на производство», «Расчеты».

В соответствии с п. 3 ст. 256 НК РФ из состава амортизируемого имущества исключаются основные средства, находящиеся по решению

руководства организации на реконструкции и модернизации продолжительностью свыше 12 месяцев.

Если объект основных средств при проведении модернизации не используется в деятельности организации, направленной на получение дохода, амортизация по нему для целей налогового учета не начисляется.

В соответствии с абз. 2 п. 2 ст. 259 НК РФ начисление амортизации по объекту основных средств возобновляется с 1-го числа месяца, следующего за месяцем, в котором модернизируемый объект был введен в эксплуатацию, а в случае, если модернизация осуществлялась без остановки производства, - с 1-го числа месяца, следующего за месяцем, в котором она была окончена.

Материально-производственные запасы, полученные при проведении работ по модернизации основного средства (снятые с объекта основного средства), принимаются к учету в составе прочих доходов как активы, полученные безвозмездно. При этом остаточная стоимость основного средства не уменьшается на стоимость демонтированных частей.

Сдача подразделениями на склад материалов, полученных от разборки основных средств, оформляется накладными на внутреннее перемещение материалов (п. 57 Методических указаний № 119н).

Следует отметить, что Федеральным органом государственной власти не утверждена унифицированная форма для передачи основного средства на модернизацию. Поэтому, если модернизация производится собственным подразделением организации, можно воспользоваться унифицированной формой № ОС-2 «Накладная на внутреннее перемещение объектов основных средств». Если же основное средство модернизируется сторонней организацией, то передача основного средства подрядчику

должна оформляться актом приема-передачи, составляемым по установленной форме № ОС-1.

Принятие объекта основных средств после модернизации оформляется актом приемки-сдачи отремонтированных, реконструированных и модернизированных объектов по форме № ОС-3, утвержденной Постановлением Госкомстата России от 30.10.97 г. № 71а, на основании которого в бухгалтерском учете производится запись по дебету счета 01 «Основные средства» и кредиту счета 08 «Вложения во внеоборотные активы».

Если в результате проведенных работ по модернизации первоначальные нормативные показатели функционирования объекта основных средств улучшились, то в соответствии с ПБУ 6/01 организацией пересматривается срок его полезного использования. В то же время организация может принять решение не изменять срок полезного использования объекта основных средств, например, если в результате модернизации увеличились мощность и быстродействие компьютера.

В целях исчисления налога на прибыль в случаях достройки, дооборудования, реконструкции, модернизации, технического перевооружения, частичной ликвидации соответствующих объектов амортизируемого имущества их первоначальная стоимость также изменяется (п. 2 ст. 257 НК РФ).

Возможность увеличения срока полезного использования объекта основных средств предусмотрена также и пунктом 1 ст. 258 НК РФ.

В случае если после реконструкции, модернизации или технического перевооружения объекта основных средств произошло увеличение срока его полезного использования, то пересматривается и срок полезного использования для начисления амортизации. При этом увеличение срока полезного использования основных средств может быть осуществлено в пределах сроков, установленных для той амортизационной группы, в которую ранее было включено такое основное средство.

Если объект основных средств не поименован ни в одной из амортизационных групп, установленных Классификацией основных средств, то налогоплательщик устанавливает срок его полезного использования на основании рекомендаций завода-изготовителя или в соответствии с техническими условиями (п. 5 ст. 258 НК РФ). Законодательством о налогах и сборах не предусмотрена возможность установления налогоплательщиком в целях исчисления амортизации сроков в индивидуальном порядке.

В бухгалтерском учете сумма амортизационных отчислений увеличивается исходя из

оставшегося срока полезного использования объекта основных средств. В налоговом учете согласно Положению по бухгалтерскому учету «Учет расчетов по налогу на прибыль» ПБУ 18/02, утвержденному Приказом Минфина России от 19.11.2002 № 114н, в связи с неизменностью нормы амортизации сумма амортизационных отчислений также изменяется в сторону увеличения (но будет меньше бухгалтерской), что приведет к возникновению вычитаемой временной разницы и, соответственно, отложенного налогового актива.

Кроме того, в налоговом учете амортизационные отчисления будут учитываться в составе расходов после окончания срока полезного использования объекта основных средств до полного погашения стоимости амортизируемого имущества.

При этом если в результате реконструкции, модернизации или технического перевооружения объекта основных средств не произошло увеличение срока его полезного использования, налогоплательщик при исчислении амортизации учитывает оставшийся срок полезного использования.

Согласно Письму Минфина России от 02.03.2006 № 03-03-04/1/168 при проведении модернизации полностью с амортизированного объекта основных средств, его первоначальная стоимость в целях налогового учета увеличивается, т.е., практически, сумма модернизации объекта основных средств будет амортизироваться по тем нормам, которые были определены при введении в эксплуатацию этого основного средства.

Рассмотрим описанную выше методику на примере одной из организаций Белгородской области, которая в августе 2011 года вела строительство собственными силами линии связи внутризоновой кабельной, улучшающей технические условия. Затраты по строительству вновь создаваемого объекта в этом случае собираются на счете 08.3.

Списание стоимости материалов, задействованных в строительстве с производилось с использованием субсчетов, перечисленных в табл.1.

Вместе с тем, была начислена заработная плата работникам, участвующим в строительстве бухгалтерской записью:

Дт 08.3 Кт 70 – 2 105 руб.

Одновременно с этой хозяйственной операцией, были произведены отчисления на социальное страхование работников, участвующих в строительстве, корреспонденции счетов по которым представлены на рис.1.

Таблица 1

**Перечень материалов, используемых при модернизации внутризоновой кабельной линии связи организацией Белгородской области**

Дебет	Кредит	Сумма, руб.	Наименование материалов
	10.1	3 534	Кабель витая пара UTP(U/UTP) категория 6, 4пары (AWG), одножильный (solid), серый (305 м) p/n U
08.3	10.5	85 484	Системный разъем, Комплект деталей для защиты места сварки КДЗС-60, Соединитель проходной Hyperline SC-SC-SM (для однодогового кабеля), simplex и др.
	10.9.0	9 668	Коммутатор D-LINK DES-1008D/E 8-port 10/100 Mbps, Источник бесперебойного питания APC BE550-RS Black UPS ES 550VA 230V
	10.17	2 467	Материалы

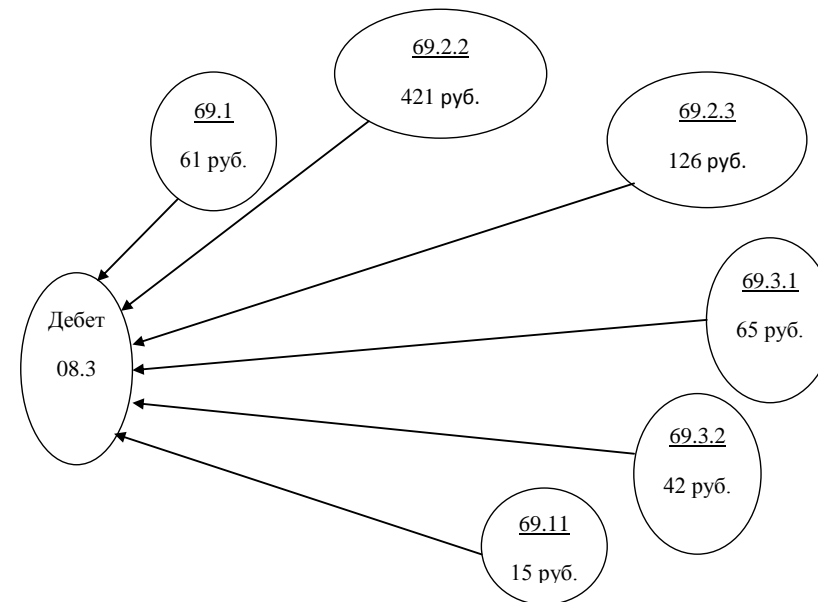


Рис. 1. Схематические записи на счетах бухгалтерского учета по начислению взносов на социальные нужды

Таким образом, вышеперечисленные хозяйственные операции позволили сформировать дополнительную стоимость действующей линии связи одной из организаций Белгородской области, которая отразилась в бухгалтерском учете дополнительной ее стоимостью записью:

Дт 01.1 Кт 08.3 – 103 989 руб.

Подчеркиваем, что указанная запись увеличивает стоимость объекта основных средств временно, а ежемесячно, в течение срока его полезного использования – суммы амортизационных отчислений, как одну из составляющих статей себестоимости продукции организации.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Налоговый Кодекс Российской Федерации: часть вторая от 05.08.2000 № 117-ФЗ в ред. от 19.07.2011 (с изм. и доп., вступающими в силу с 01.10.2011);
2. План счетов финансово-хозяйственной деятельности организаций, утв. приказом Минфина РФ от 31.10.2000 г. № 94н (в ред. от 8.11.2010 г. № 142н);
3. ПБУ 18/02 «Учёт расчётов по налогу на прибыль организаций», утв. Приказом Минфина РФ от 19.11.2002 г. № 114н (в ред. от 24.12.2010 г. № 186н).

Алехина Е. С., канд. экон. наук, доц.  
Белгородского университета кооперации, экономики и права

## СУЩНОСТЬ И РОЛЬ СОЦИАЛЬНОГО СТРАХОВАНИЯ В СИСТЕМЕ СОЦИАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ НАСЕЛЕНИЯ РОССИИ

alehina51@list.ru

В статье раскрыта сущность социальной защиты населения, дана сравнительная характеристика ее институтов. Рассмотрен механизм взаимодействия обязательного и добровольного социального страхования, определена их роль в системе социальной защиты населения России.

**Ключевые слова:** система социальной защиты, социальное страхование, обязательное социальное страхование, добровольное социальное страхование.

Процесс глобализации мировой экономики обострила социальные проблемы во многих странах, в том числе и в России. Миллионы людей вынужденно сменили свою профессию, специальность и работу, в стране появилась безработица. Отставание темпов роста заработной платы и социальных выплат от уровня инфляции негативно сказывается на уровне и качестве жизни наших граждан. Следствием этого стало повышение значимости социальной защиты населения.

Под социальной защитой мы понимаем систему правовых, экономических и организаци-

онных мер, направленных на предупреждение, ограничение, компенсацию или минимизацию последствий наступления социальных рисков, с целью охраны жизни, здоровья, трудоспособности и материального положения населения.

От устройства национальной системы социальной защиты во многом зависит порядок в стране, степень согласия в обществе, устойчивость и динамика экономического и социального развития.

В России система социальной защиты населения включает три института (рис. 1).

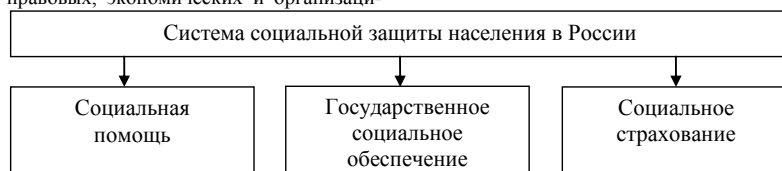


Рис. 1. Институты системы социальной защиты населения России

Под институтами социальной защиты следует понимать организационно-правовые структуры, предназначенные выполнять целевые функции защиты в соответствии с четко определенным юридическим статусом и экономическими возможностями [5].

Рассмотрим сущность этих институтов.

1. Социальная помощь - система социально-алиментарных отношений, направленных на оказание материальной помощи государства гражданам, не имеющим средств к существованию либо среднемесячный доход которых ниже величины прожиточного минимума (инвалиды детства; лица других ранних сроков наступления инвалидности; граждане, не имеющие необходимого страхового стажа для получения пенсии; лица, не имеющие места работы; лица, чей уровень и условия жизни не соответствуют государственным социальным гарантиям) [5].

Главное основание для предоставления социальной помощи – отсутствие у гражданина средств в объеме прожиточного минимума.

2. Государственное социальное обеспечение представляет собой систему распределительных отношений, в процессе которых государство осуществляет материальное обеспечение определенных категорий граждан (военнослужащие, служащие органов внутренних дел, государственные служащие и другие лица, выполняющие важные функции государства) при наступлении социальных рисков.

3. Социальное страхование - система экономических отношений, направленных на обеспечение управления социальными рисками общества путем перераспределения средств, собранных на эти цели в обязательном порядке или на добровольных началах, и аккумулированных в специализированных автономных страховых фондах.

Базовым институтом национальной системы социальной защиты населения выступает социальное страхование, которое осуществляется в обязательной и в добровольной формах.

Обязательное социальное страхование – созданная государством система экономических отношений, направленных на обеспечение управления социальными рисками общества путем перераспределения средств, собранных на эти цели в обязательном порядке, и аккумулированных в государственных внебюджетных фондах.

В обязательной форме социальное страхование реализуется национальной системой обязательного социального страхования, функцио-

нальная структура которой представлена в таблице.

В роли страховщиков по обязательному социальному страхованию выступают государственные внебюджетные фонды, представляющие собой некоммерческие организации, формирующие фонды денежных средств за счет страховых взносов страхователей, которые находятся в собственности государства и предназначены для целевого использования на осуществление страховых выплат застрахованным лицам при наступлении социальных рисков.

Таблица

Функциональная структура системы обязательного социального страхования в России

Виды обязательного социального страхования	Страховщики
Обязательное медицинское страхование	Федеральный фонд обязательного медицинского страхования РФ и территориальные фонды обязательного медицинского страхования
Обязательное пенсионное страхование	Пенсионный фонд РФ
Обязательное социальное страхование на случай временной нетрудоспособности и в связи с материнством	Фонд социального страхования РФ
Обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний	Фонд социального страхования РФ

Добровольное социальное страхование – форма управления социальными рисками общества путем перераспределения средств, собранных на эти цели на добровольных началах, и аккумулированных в специализированных автономных страховых фондах.

В добровольной форме социальное страхование осуществляется страховыми компаниями и обществами взаимного страхования, занимающимися личным страхованием.

Личное страхование – отрасль страхования, предоставляющая страховую защиту интересов физических и юридических лиц, связанных с жизнью, здоровьем, трудоспособностью и пенсионным обеспечением.

Подотрасли и виды личного страхования, законодательно закрепленные в России, представлены на рисунке 2.



Рис. 2. Подотрасли и виды личного страхования в России



Услуги по добровольному пенсионному страхованию могут быть предоставлены также негосударственными пенсионными фондами (НПФ).

Для определения роли каждой из форм организации социального страхования произведем сравнение обязательного и добровольного социального страхования в России.

Обязательное социальное страхование отличается от добровольного социального страхования, прежде всего своим назначением, которое заключается в финансировании государственных социальных программ, направленных на: материальное обеспечение трудящихся и членов их семей в старости, при болезни, потере трудоспособности; поддержку материнства и детства; охрану здоровья всех членов общества.

Добровольное социальное страхование предназначено для повышения уровня страховой защиты граждан от социальных рисков. Полную замену государственных социальных программ добровольное социальное страхование не может обеспечить, так как: во-первых, уровень дохода не каждого гражданина достаточен для покупки соответствующих страховых полисов; во-вторых, из девяти законодательно закрепленных в Российской Федерации социальных рисков на добровольное социальное страхование принимаются лишь четыре из них - временная нетрудоспособность, наступление старости, смерть застрахованного лица и необходимость получения медицинской помощи.

Таким образом, добровольное социальное страхование частично выступает альтернативой для ряда государственных социальных программ.

Обязательное и добровольное социальное страхование преследуют различные цели. В первом случае она заключается в смягчении негативного влияния различных социальных рисков, то есть в обеспечении минимальных страховых гарантий для всех граждан России независимо от их возраста, социального положения, места жительства, уровня доходов и состояния здоровья. Во втором случае гарантируется возмещение потерь от конкретного социального риска (в пределах страховой суммы), на случай наступления которого заключен договор страхования. При этом на страхование принимаются только «выгодные» клиенты, так как в роли страховщика зачастую выступает коммерческая организация, деятельность которой направлена на получение прибыли.

Добровольное социальное страхование может осуществляться и некоммерческими организациями - обществами взаимного страхования и негосударственными пенсионными фондами,

которые в России, в отличие от многих зарубежных стран, до настоящего времени не получили широкого распространения в силу наличия множества проблем в их развитии.

Процессы финансирования обязательного и добровольного социального страхования различны. Так, средства обязательного социального страхования формируются за счет обязательных страховых взносов страхователей, а также государственных субсидий. Дефицит средств в государственных внебюджетных фондах покрывается за счет средств федерального бюджета Российской Федерации.

Добровольное личное страхование реализуется за счет средств, полученных в виде страховых взносов как от граждан за счет их собственных доходов, так и от работодателей, страхующих своих работников, используя на эти цели определенную часть прибыли. Величина страховых взносов устанавливается страховщиками самостоятельно и регулируется теорией актуарных расчетов. При этом существует прямая взаимосвязь между размерами страховых взносов и страхуемыми рисками. Дефицит средств покрывается страховщиками самостоятельно за счет собственных резервных фондов.

Одним из существенных отличий обязательного социального страхования от добровольного является то, что средства внебюджетных фондов и выплачиваемых ими пособий самоиндексируются параллельно с ростом заработной платы, что в определенной степени защищает их от негативного воздействия инфляции. Для защиты страховых фондов от влияния инфляции необходимо их надежное и доходное инвестирование.

Внебюджетные фонды системы обязательного социального страхования являются государственной собственностью, управление ими осуществляют органы государственной власти.

Страховые компании, занимающиеся добровольным социальным страхованием, являются самостоятельными хозяйствующими субъектами, имеющими законодательно закрепленные права и обязанности перед государством. Несмотря на то, что добровольное социальное страхование, так же как и обязательное социальное страхование, позволяет защищать население от социальных рисков, данный вид страхования подлежит налогообложению на всех стадиях и для всех участников процесса страхования.

Таким образом, на основе сравнительной характеристики обязательного и добровольного социального страхования в России можно сделать следующий вывод: добровольное социаль-

ное страхование является важным дополнением обязательного социального страхования, так как недостатки одного могут быть компенсированы достоинствами другого.

Рассмотрим механизм взаимодействия обязательного и добровольного социального страхования в системе социальной защиты населения России (рис. 3).



Рис. 3. Механизм взаимодействия обязательного и добровольного социального страхования в системе социальной защиты населения России

1. Влияние обязательного социального страхования на уровень развития добровольного социального страхования.

Во-первых, существует обратная зависимость между уровнем развития обязательного социального страхования и объемом собранных премий по добровольному социальному страхованию. Известно, что чем эффективнее функционирует система обязательного социального страхования, тем меньше заключаются договора добровольного личного страхования, и наоборот. Так, в докладе 1987 года Швейцарской компании по перестрахованию (Swiss Re) указывалось, что быстрый рост объема премий по страхованию жизни объясняется отчасти «...растущими финансовыми трудностями социальной пенсионной системы» [6].

То есть чем выше уровень страховой защиты от социальных рисков, обеспечиваемый обязательной формой социального страхования, тем меньше спрос на страховые продукты добровольного социального страхования в стране, и наоборот. Однако в России данная зависимость не наблюдается, так как при наличии низкого уровня страховых выплат по обязательному социальному страхованию добровольное социальное страхование практически не развито в силу отсутствия на него спроса.

Во-вторых, эффективность функционирования обязательного социального страхования может оказывать определенное влияние на развитие добровольной формы социального страхования. Если размеры социальных выплат достаточны для поддержания материального положения граждан, пострадавших от социальных рисков, на достойном уровне, то последние могут выступать в качестве страхователей по добровольному социальному страхованию, заклю-

Связующим звеном между обязательным и добровольным социальным страхованием выступают социальные риски.

На наш взгляд, обязательное и добровольное социальное страхование тесно взаимосвязаны между собой. Между обязательной и добровольной формами организации социального страхования нами выявлены взаимосвязи по следующим направлениям:

чая страховые договора, либо продолжая уплачивать страховые премии по уже существующим страховым договорам (то есть не прекращая их действие по причине невозможности уплаты страховых взносов).

2. Влияние добровольного социального страхования на финансовые возможности обязательного социального страхования.

Увеличение ресурсов системы обязательного социального страхования происходит за счет обложения страховыми взносами сумм страховых платежей (взносов) работодателей по договорам добровольного личного страхования работников, за исключением<sup>1</sup>:

- сумм страховых платежей (взносов) работодателей по договорам добровольного личного страхования работников, заключаемым на срок не менее одного года, предусматривающим оплату страховщиками медицинских расходов застрахованных лиц;

- сумм страховых платежей (взносов) работодателей по договорам добровольного личного страхования работников, заключаемым исключительно на случай наступления смерти застрахованного лица и (или) причинения вреда здоровью застрахованного лица;

- сумм пенсионных взносов работодателей по договорам негосударственного пенсионного обеспечения;

<sup>1</sup> П. 5, 6 ч. 1 ст. 9 Федерального закона РФ от 24 июля 2009 года № 212-ФЗ «О страховых взносах в Пенсионный фонд Российской Федерации, Фонд социального страхования Российской Федерации, Федеральный фонд обязательного медицинского страхования и территориальные фонды обязательного медицинского страхования».

- взносов работодателя на накопительную часть трудовой пенсии, но не более 12 тыс. рублей в год в расчете на каждого работника, в пользу которого уплачивались взносы работодателя.

То есть чем лучше развито добровольное социальное страхование в стране, тем больше объем поступлений в национальную систему обязательного социального страхования, что создает возможности для повышения размера социальных выплат.

Наличие в стране развитого добровольного социального страхования существенно повышает уровень страховой защиты населения от социальных рисков, что положительно сказывается на экономической активности граждан, в некоторой степени способствует развитию предпринимательства, которое в итоге приводит к росту числа занятых в экономике страны и обеспечивает: увеличение средств, поступающих в систему обязательного социального страхования в качестве обязательных страховых взносов; сокращение расходов федерального бюджета на социальную помощь лицам, пострадавшим от наступления социальных рисков; снижение численности безработных. «Частные покупки полисов страхования жизни могут заменить (авт. не заменить, а дополнить) государственное обеспечение, предоставляя определенные преимущества, и наоборот» [6].

3. Конкуренция обязательного и добровольного социального страхования.

Государственные внебюджетные фонды обязательного социального страхования и страховщики, занимающиеся добровольным социальным страхованием, конкурируют в процессе своей инвестиционной деятельности. Так, НПФ и страховые компании, занимающиеся пенсионным страхованием, являются конкурентами Пенсионного фонда РФ при проведении инвестирования средств пенсионных накоплений, предназначенных для финансирования накопительной части трудовой пенсии. В соответствии с российским законодательством государственные внебюджетные фонды имеют существенные преимущества в инвестиционной деятельности перед страховыми организациями, что противопоставляет их друг другу, а не объединяет для достижения общей цели.

4. Сотрудничество обязательного и добровольного социального страхования.

Это развитие за рубежом и перспективное для России направление взаимодействия обязательного и добровольного социального страхования, заключающееся в совместном предоставлении страховой защиты населению от социальных рисков. Для развития в нашей стране данно-

го направления необходима разработка механизма взаимодействия обязательного и добровольного социального страхования в ходе параллельной реализации ими страхования от социальных рисков с целью повышения уровня социальной защищенности населения России.

На протяжении последних двух десятилетий в нашей стране наблюдается тенденция снижения уровня страховой защиты населения от социальных рисков. Одной из причин, на наш взгляд, является неэффективность функционирования системы обязательного социального страхования. Для повышения социальной стабильности и обеспечения экономического роста в России считаем необходимым развитие добровольного социального страхования как важнейшего элемента государственной социальной политики, взаимодействующего с системой обязательного социального страхования в ходе решения социальных проблем в обществе.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. О страховых взносах в Пенсионный фонд Российской Федерации, Фонд социального страхования Российской Федерации, Федеральный фонд обязательного медицинского страхования и территориальные фонды обязательного медицинского страхования: Федеральный закон РФ от 24 июля 2009 года № 212-ФЗ.
2. Об инвестировании средств для финансирования накопительной части трудовой пенсии в Российской Федерации: Федеральный закон РФ от 24 июля 2002 года № 111-ФЗ.
3. Об основах обязательного социального страхования: Федеральный закон РФ от 16 июля 1999 года № 165-ФЗ.
4. Об организации страхового дела в РФ: Закон РФ от 27 ноября 1992 года № 4015-1.
5. *Рoux В.Д.* Основы социального страхования. – М.: Анкил, 2005. – 256с.
6. *Harold D. Skipper* «Foreign Insurers in Emerging Markets: Issues and Concerns» IIF Occasional.

*Резниченко А. А., аспирант*

*Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова*

## ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА НАПРАВЛЕНИЯ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ

*reznichenko\_alek@mail.ru*

*В статье рассмотрены критерии выбора направления инновационного развития. В качестве инструмента обеспечения реализации выбранного вектора изменений предложена методика оценки уровня использования потенциала инновационного развития, а также представлены подходы к оценке резервного капитала инновационного развития.*

**Ключевые слова:** *критерии выбора, направления инновационного развития, потенциал инновационного развития, резервный капитал.*

Инновационный путь развития экономики России, заданный руководством страны, направлен на повышение национальной конкурентоспособности и укрепление позиций государства на международной арене. Инновационное развитие страны зависит от поступательности, равномерности развития ее подсистем – отдельных отраслей и предприятий. В связи с этим возрастает ответственность в принятии управленческих решений на каждом уровне системы менеджмента. Обеспечение инновационности развития организации – это одна из основных задач менеджмента в постиндустриальной экономике, где инновации и знания становятся движущей силой. Понятие «инновационное развитие» можно осознать с помощью термина «прогресс», охватывающего все направления развития, для которых характерен переход от низшего к высшему, от менее совершенного к более совершенному [3]. Кроме того, есть точки зрения, которые не принимают развития без инноваций [1, с. 13]. Однако развитие может осуществляться в разных направлениях, любое изменение во времени можно считать развитием. Целесообразность рассмотрения термина «инновационное развитие» как раз и видится через понятие прогрессивности. Иными словами, инновационное развитие – это рациональное изменение позиции или показателей деятельности организации, основанное на внедрении прогрессивных идей. Исходя из данного определения, можно сделать вывод, что обоснование выбора направления инновационного развития является одной из важнейших задач, решение которой требует четкого понимания всего комплекса макро- и микроэкономических аспектов. Какой бы метод принятия решения ни был использован для выбора в данном случае, решающее значение имеют критерии оценки, от правильности определения которых зависят все характеристики инновационного цикла и его результативность. На основе анализа ряда источников нами в данной статье предлагаются следующие критерии выбора направления инновационного развития предприятия:

1. Размер инвестиций в реализацию инноваций. Значимость данного критерия определяется

необходимостью отвлечения части средств компании или привлечения кредитных ресурсов. Экономическое положение компании, исходя из данного критерия, может позволять реализовывать не все инновации.

2. Потребная длительность воплощения инновационной идеи в продукт (процесс, технологию). Стоимость инвестиций и длительность их освоения, как правило, взаимосвязанные параметры. Но однозначно считать, что одно определяет другое, нельзя. Значимость данного критерия определяется необходимостью долговременного отвлечения и обеспечения концентрации ряда ресурсов (управленческих, кадровых, финансовых, интеллектуальных и пр.). Длительность воплощения идеи тесно связана с риском возникновения ошибок. Чем длиннее инвестиционно-креативный цикл инновации, тем выше вероятность разнообразных просчетов, которые, как правило, связаны с неверным предвидением развития рыночной ситуации. Большинство прогнозов опираются на развитие инновационных условий, сложившихся в текущем и прошлом моментах времени, отсюда точность прогноза ускоряется по мере увеличения длины горизонта планирования. Длительность инвестиционно-креативного цикла как критерий оценки инновационных проектов важна еще и с позиции первенства выхода на рынок, приобретения конкурентных преимуществ. Ситуация, в которой конкуренты постоянно опережают предприятие в моменте появления инновации, приводит к перманентному отставанию рыночных, а затем и финансово-экономических показателей предприятия, или, другими словами, к стереотипному развитию.

3. Ожидаемый совокупный доход (прибыль) в период рыночного цикла. Данный критерий является наиболее трудно оцениваемой величиной, поэтому должен основываться на глубоких маркетинговых исследованиях с привлечением взаимодополняющих источников информации. Прибыльность любого инновационного проекта в сфере создания продуктов, например, зависит от периода существования спроса на товар, от барьеров вступления и выхода из отрасли (рынка) для конкурентов, от затрат на переключение для по-

купателей, от ценности инновационного продукта для конечных потребителей.

4. Наличие устойчивой инновационной ценности в инновационной идее и варианте ее реализации. Инновация, основанная на новой ценности, позволяет совершить «революционный скачок». Предлагая данный критерий, мы отталкиваемся от идеи «голубого океана», предложенной Ким Чаном и Р. Моборном [2]. Стратегия голубого океана предполагает совершение значимых стратегических шагов, приводящих предприятия к созданию новых рынков, новых товарных категорий, новых процессов и моделей бизнеса за счет создания такой ценности, которая не используется в текущей конкурентной борьбе. Стратегия «голубого океана» противопоставляется стратегии «красного (алого) океана», то есть существующим рынкам, на которых ведется интенсивная конкурентная борьба за ограниченное число потребителей с использованием ограниченного набора стереотипных ценностей. Таким образом, инновационные ценности позволяют охватить тех, кто является «непотребителями» текущих ценностей в настоящий момент, либо создать у нынешних потребителей ценности иное представление об их значимости и приоритетности. В любом случае инновационные ценности приводят к созданию устойчивых конкурентных преимуществ.

Не менее важной задачей менеджмента является обеспечение реализации выбранного направления инновационного развития. Не вызывает сомнения факт, что все внутренние параметры инновационного процесса являются управляемыми. Для обеспечения его нормального протекания необходимо укреплять потенциал инновационного развития организации, а также повышать уровень его использования. Потенциал инновационного развития в этом случае понимается как совокупность имеющихся у предприятия ресурсов, позволяющих достигать цели инновационного развития, которые могут носить экономический, политический, социальный, экологический характер. Данный вид потенциала отражает степень готовности предприятия к созданию и использованию новшества. Подчеркнем, что инновационное развитие не всегда в своей основе имеет результат, связанный с повышением прибыли или укреплением рыночного положения компании. Оно может быть направлено на достижение неэкономических эффектов. Но, поскольку основной целью коммерческой организации является преувеличение капитала, повышение доходности и получение прибыли, то акцент следует делать на экономические оценки. Применительно к категории «инновационное развитие» мы полагаем более корректным оценивать не сам потенциал, а степень его использования. При этом использование потенциала инновационного развития нами рекомендуется определять как отклонение от

максимальных возможностей компании в области инновационного развития, выделяя разнообразные показатели, сгруппированные по принадлежности к функциональным блокам деятельности компании. Содержательно структуру потенциала инновационного развития можно представить, как взаимосвязь трех компонентов: функционального, обеспечивающего; управленческого.

Предлагаемый для оценки экспертный метод дает возможность выставления оценок по пятибалльной шкале: 1 балл – худший показатель потенциала инновационного развития (ПИР) среди конкурентов; 2 балла – уровень показатель ПИР хуже среднего; 3 балла – средний уровень показателя ПИР; 4 балла – уровень показателя ПИР лучше среднего; 5 баллов – лучший показатель ПИР среди конкурентов. Оценка уровня использования потенциала инновационного развития ( $УИП_{ип}$ ) осуществляется на основе определения отклонения полученных фактических оценок потенциала и составляющих его компонентов от максимальной оценки, что показано на примере (табл. 1).

Отметим, что, на наш взгляд, более корректно давать оценки инновационного развития в экономически определенных единицах измерения, например, в рублях. В этом смысле  $УИП_{ип}$  определяет тот резервный инновационный капитал, который недополучен предприятием в результате недоиспользования резервов инновационного развития. Резервный капитал инновационного развития ( $РК_{ип}$ ) может быть определен на основе уровня использования потенциала инновационного развития по следующей формуле:

$$РК_{ип} = V_{ип} \cdot \frac{100 - УИП_{ип}}{УИП_{ип}}, \quad (1)$$

где  $V_{ип}$  – часть выручки, относимая на инновации (определяется экспертным путем);  $УИП_{ип}$  – уровень использования потенциала ИР.

Для ОАО «КФ «Белогорье» доля выручки, отнесенной на инновации, за отчетный период составила 4,5% или 37 000 тыс.руб. Таким образом,  $РК_{ип}$  для данного предприятия составил 15857 тыс.руб.

Следует отметить, что потенциал инновационного развития является основой накопления инновационного капитала организации, к которому, на наш взгляд, нужно относиться: 1) часть капитала, образованного за счет использования инноваций, 2) часть будущего капитала от нерезализованных, находящихся в разработке инноваций или имеющихся в виде невысказанных пока работниками идей; 3) часть капитала от недоиспользования потенциала инновационного развития, который выражается в показателях  $РК_{ип}$  и  $РКБ_{ип}$ .

Таблица 1  
Оценка использования потенциала инновационного развития ОАО «КФ «БЕЛОГОРЬЕ»

Компонент потенциала ИР	Показатель	Значение ОАО «КФ «Белогорье»		
		Значение ОАО «Белогорье»	Значение ОАО «Брянконфи»	Отклонение
Функциональный (технологические инновации)	Среднее время от момента осознания потребности в инновации до ее коммерциализации	4	5	-1
	Соответствие рыночного цикла инновации жизненному циклу спроса	3	5	-2
	Доля продукции, выпускаемой от 0,5 года до 2 лет в общем объеме выпуска*	5	4	1
	Скорость восприятия новинки покупателями	3	4	-1
	Масштаб приобретенных новых технологий	2	3	-1
Функциональный (организационные инновации)	Доля эффекта от реорганизаций в выручке предприятия	4	4	0
	Уровень эффективности программ развития персонала	3	2	1
	Совершенство системы контроля качества	4	4	0
	Степень использования методов управления, основанных на информационных технологиях	4	4	0
	Эффективность использования аутсорсинга	2	3	-1
	Новизна корпоративной стратегии	2	3	-1
Функциональный (маркетинговые инновации)	Современность системы логистики и поставок	2	4	-2
	Узнаваемость бренда	4	5	-1
	Вклад маркетинговых инноваций в общий результат инновационной деятельности	4	4	0
	Доля освоенных в течение года новых рынков в общем числе имеющихся рынков	5	4	1
	Новизна приемов продвижения продукции	3	4	-1
	Количество новых рынков сбыта и покупателей	4	4	0
	Новизна концепции презентации продуктов (в т.ч. упаковки и дизайна)	3	5	-2
Обеспечивающий	Новизна используемой ценовой стратегии	3	4	-1
	Наличие и величина фондов на инновационное развитие	4	4	0
	Совокупность средств труда для осуществления инновационного развития	4	3	1
	Обеспеченность кадрами необходимой для инновационного развития квалификации	4	3	1
	Доля затрат на обучение персонала в выручке предприятия	2	3	-1
Управленческий	Обеспеченность инновационного развития собственными средствами	4	3	1
	Возможность и стоимость привлечения кредитных средств для инновационного развития	4	3	1
	Наличие системы стимулирования за целесообразные инновации	3	2	1
	Доля выполняемых в срок планов инновационного развития	4	4	0
	Доля планов инновационного развития с верными оценками о жидаемых доходов	4	4	0
	Доля затрат на инновации в выручке предприятия	3	4	-1
ИТОГО		104	112	
Максимальная оценка		150	150	-
Уровень использования потенциала инновационного развития ( $УИП_{ип}$ )		70%	75%	-5%

\*В данном показателе учтена специфика пищевой отрасли промышленности

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Бовин, А.А. Управление инновациями в организации [Текст] / А.А. Бовин. – М.: Омега, 2006. – 415 с.
- Чан, Ким У. Стратегия голубого океана: как создать свободную рыночную нишу и перестать бояться конкурентов [Текст]: пер. с англ.

/Ким У. Чан, Р. Моборн. – М.: НИРО, 2008. – 254 с. – ISBN 978-5-98293-086-6.

3. Экономика. Словари и энциклопедии – [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/6785>. – Загл. с экрана.

**Курило О. А., аспирант  
Московский государственный университет экономики, статистики и информатики  
(Белгородский филиал)**

**ЭКОНОМИКО-ПРАВОВЫЕ ОСНОВЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ  
СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РЕГИОНОМ С 2003 ПО 2005 ГГ  
(НА ПРИМЕРЕ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ)**

okurilo@mesu.ru

*В статье рассматриваются экономико-правовые основы функционирования системы управления Белгородским регионом. Делаются выводы о том, что регион обладает достаточным потенциалом для создания материальных благ, обеспечивающих достойный уровень жизни населения. Вместе с тем проводится анализ нормативно-правовой базы и методов управления регионом в рассматриваемый период времени.*

**Ключевые слова:** развитие региона, факторы развития региона, система управления регионом, региональные проекты и программы, административная реформа, исследование.

Конец 2003 года можно считать началом второго этапа административной реформы. Концептуальные основы этого этапа заложил Указ Президента Российской Федерации от 23 июля 2003 года №824 «О мерах по проведению административной реформы в 2003–2004 годах», где, в частности, был определен базовый принцип последовавших преобразований: организационное разделение правоуправляющих, контрольных и распорядительных функций государственных органов.

На втором этапе реформы: происходит формирование нормативно-правовой базы, проводится широкомасштабное внедрение методов управления, нацеленных на конечный результат, вводятся стандарты государственных услуг и административных регламентов, в том числе электронных. Было осуществлено Внедрение типовых программ административной реформы для субъектов РФ и муниципальных образований.

В Послании Президента России Федеральному собранию РФ на 2003 г. отмечалось, что "...бюрократия... обладает огромными полномочиями. Но находящиеся в ее руках количество полномочий по-прежнему не соответствует качеству власти...; такая власть в значительной степени имеет своим источником не что иное, как избыточные функции госорганов". Это обстоятельство и составляло фон, на котором предстояло провести административную реформу. В Послании поставлена задача: "провести радикальное сокращение функций госорганов. Конечно, это должно быть просчитано очень точно [1].

Внимание вопросам оптимизации функций федеральных органов исполнительной власти также было уделено в Послании Президента на 2004 г. В частности, Президент подчеркнул, что государственные функции, уже признанные избыточными, не должны быть реанимированы на уровне субъектов Федерации и муниципалитетов. «При дальнейшем сокращении функций министерств и ведомств важно учитывать и необходимость четкого урегулирования вопросов государственной и муниципальной собственности. Каж-

дый уровень власти должен иметь только то имущество, которое необходимо ему для исполнения закрепленных за ним публичных полномочий - и не более того».[2]

В 2003-2005 гг. административная реформа осуществляется по следующим направлениям: оптимизация, как функций органов исполнительной власти, так и их структуры; реформирование государственной службы; совершенствование управленческих процедур; создание административной юстиции. В марте 2003 г. Президентом РФ были изданы указы, которые в СМИ именовались "указами об административной реформе". В Указе Президента РФ от 23 июля 2003 г. N 824 "О мерах по проведению административной реформы в 2003-2004 годах" выделен комплекс целей, которыми должна руководствоваться в своей работе Комиссия по административной реформе Правительства РФ, созданная во исполнение этого Указа. Постановлением Правительства РФ от 31 июля 2003 г. N 451 утверждено Положение о Правительственной комиссии по проведению административной реформы (в ред. постановления Правительства РФ от 21 мая 2004 г. N 248) [3].

Распоряжением Правительства РФ от 21 мая 2004 г. N 682-р при комиссии созданы рабочие группы по вопросам оптимизации структуры и функций подведомственных федеральным органам исполнительной власти федеральных государственных учреждений, федеральных государственных унитарных предприятий и федеральных казенных предприятий, действующих в соответствующих сферах государственного регулирования[4]. В целях совершенствования государственного управления, оптимизации структуры и упорядочения функций федеральных органов исполнительной власти в 2004 г. образована Комиссия при Президенте РФ по вопросам совершенствования государственного управления, которая является постоянно действующим консультативным органом (Указ Президента РФ от 16 июля 2004 г. N 910 "О мерах по совершенствованию государственного управления") [5].

При Комиссии образованы три межведомственных рабочих группы по основным вопросам административной реформы: реформированию государственной службы и структуры федеральных органов исполнительной власти и др. Комиссия осуществляет координацию деятельности совещательных и консультативных органов при Президенте РФ, а также координационных и совещательных органов, образованных Правительством РФ, по вопросам совершенствования государственного управления.

Оптимизация и упорядочение функций федеральных органов исполнительной власти, изменение системы, структуры и режима функционирования органов исполнительной власти; простота и эффективность работы государственных органов; совершенствование отношений между ними и хозяйствующими субъектами; демократизация управления, его открытость и доступность для граждан объявлены в качестве главных целей административной реформы. Достижение этих целей требует новых соотношений, с одной стороны, между централизацией, децентрализацией и деконцентрацией, с другой - между формами и методами правового регулирования разных сфер общественной жизни.

Успешное проведение административной реформы зависит не только от организационного обеспечения, но и выработки нового порядка организации и функционирования исполнительной власти. Поэтому конституционно-правовое и административно-правовое обеспечение мероприятий играет ключевую роль в осуществлении административной реформы. Подготовка и принятие нормативных правовых актов - имманентная часть процесса реформирования исполнительной власти, самый необходимый "инструмент" проведения административной реформы.[6]

Реформа административной системы нацеливалась на ограничение вмешательства государства в экономическую деятельность, пересмотр функций федеральных органов исполнительной власти, завершение процесса разграничения полномочий между органами исполнительной власти различных уровней. Одновременно, в соответствии с принятыми в 2003 году законодательными актами, предметом изменений стали также и иные сегменты административной системы, в том числе правовые основы государственной службы, административные правонарушения и административная ответственность, административно-правовые режимы, принципы финансирования бюджетной сферы.

Тем самым реформа распространилась на все сферы административных отношений. В области реформирования правовых основ государственной службы были установлены единые правовые и организационные основы гражданской, военной и правоохранительной службы в соответствии с Федеральным законом от 27 мая 2003 года №56-

ФЗ «О системе государственной службы Российской Федерации». Указом Президента Российской Федерации от 12 августа 2002 года №885 «Об утверждении общих принципов служебного поведения государственных служащих» установлены этические рамки поведения государственных служащих и введено понятие конфликта интересов при выполнении должностных обязанностей. В качестве целей реформирования было определено повышение эффективности государственной службы в целом, ее видов и уровней, оптимизация затрат, что было отражено в Указе Президента Российской Федерации «О Федеральной программе "Реформирование государственной службы Российской Федерации" (2003–2005 годы)» от 19 ноября 2002 года № 1336.

Указом Президента Российской Федерации «О Федеральной программе "Реформирование государственной службы Российской Федерации" (2003–2005 годы)» от 19 ноября 2002 года № 1336 и Федеральным законом «О государственной гражданской службе» введено понятие должностных (служебных) регламентов и определение на их основе обязанностей, полномочий и мер ответственности, а также аттестаций и оценок эффективности и результативности деятельности государственных органов, причем задача оценки деятельности государственных служащих состояла в повышении качества исполнения должностных обязанностей и оказываемых услуг.

В целях обеспечения открытости и взаимосвязи с гражданским обществом разработаны положения о создании в органах власти комиссий с привлечением независимых экспертов для решения широкого перечня кадровых вопросов указанные в Федеральном законе «О государственной гражданской службе». Предусмотрен ряд антикоррупционных механизмов и подтверждено единство правового регулирования федеральной и региональной государственной службы.

В области федеративного устройства и местного самоуправления были внесены кардинальные изменения в сверхчувствительную сферу административных отношений — начал складываться реальный российский федерализм. На этом же этапе административной реформы были приняты два основополагающих закона, свидетельствующих о новом балансе власти и самоуправления: Федеральный закон от 24 июля 2003 года №95-ФЗ «О внесении изменений и дополнений в Федеральный закон "Об общих принципах организации законодательных (представительных) и исполнительных органов государственной власти субъектов Российской Федерации"» и Федеральный закон от 6 октября 2003 года №113-ФЗ «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации».

Было заявлено о разграничении предметов ведения по уровням власти, согласования объемов расходных полномочий с доходными возможно-

стями каждого из уровней власти и преодоление дестабилизирующего влияния нефинансируемых мандатов (неисполняемых обязательств казны) на административную систему в целом. Тем самым государственные органы субъектов Федерации и местные органы власти теперь обязывались, а не могли, как было раньше, решать возложенные на них вопросы [7].

Регламентируемые законы ввели в поле правового регулирования более широкий круг отношений и обновили принципы их регулирования. Устанавливался новый подход к территориальной организации местного самоуправления. Каждый тип муниципального образования — поселение, муниципальный район, городской округ — обязывался решать свой круг вопросов. И хотя в законе нет прямой формулировки принципа соразмерности ресурсов местного самоуправления предоставленным им полномочиям, этот принцип заложен в идеологии закона. При этом законом поставлены и пределы хозяйственной деятельности местных органов.

На первом этапе была завершена разработка нормативных актов, устраняющих избыточные и дублирующие функции государства, и произведена передача части государственных функций саморегулируемым организациям. Одновременно создана нормативно-правовая база для внедрения управления, ориентированного на конечные результаты, вводятся стандарты государственных услуг и административных регламентов.

В Послании 2003 года Президента Российской Федерации Федеральному собранию сформулировано положение о необходимости «сформировать эффективно работающий механизм разрешения споров между гражданином и государством за счет совершенствования административных процедур и судебных механизмов». По данному направлению каких-либо ключевых решений не зафиксировано. Основным инструментом «разрешения» административных споров остаются письма и жалобы граждан на действия чиновников. Об этом свидетельствует последовательное увеличение количества обращений на имя Президента Российской Федерации во время его ежегодного предновогоднего телеинтервью и все возрастающий объем поступающей корреспонденции, которая идет в вышестоящие органы государственной власти и чей главный адресат — также Президент Российской Федерации. Не внесено было ясности и относительно перспектив введения административного судопроизводства. Иными словами, на втором этапе реформы не возникло значимых институтов обратной связи граждан и государства.

По широте затронутых общественных отношений реформа на втором этапе вышла за пределы тех ограничений, которые отличают реформу (как переустройство какой-либо стороны или института общественной жизни) от других катего-

рий общественного развития (таких как эволюция, прогресс, экономический цикл, смена общественно-экономических формаций и иных) [8].

Реформа регулировала порядок общественно-го развития, с помощью универсальных способов решения широкого круга общественных вопросов: модернизации вооруженных сил, капитализации ЖКХ, регионального и муниципального развития. Сам термин «административная реформа» был введен в правовой оборот, и включен в большинство стратегических правовых документов, таких как: «Энергетическая стратегия России на период до 2020 года» [9], «Концепция развития рыбного хозяйства Российской Федерации на период до 2020 года» [10], «План действий Правительства Российской Федерации по реализации в 2002 году основных положений Программы социально-экономического развития Российской Федерации на среднесрочную перспективу (2002–2004 годы)» [11], «Программа социально-экономического развития Российской Федерации на среднесрочную перспективу (2003–2005 годы)» [12] и др.

В Белгородской области реформа отразилась в ряде постановлений главы области:

17.11.2003 N 173 "О мерах по проведению на территории области административной реформы и обеспечению реализации Положений Федерального закона от 6 октября 2003 года N 131-ФЗ "Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации"

12.05.2004 N 364-р "О мероприятиях по реализации Федерального закона от 6 октября 2003 года N 131-ФЗ "Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации" на территории Белгородской области"

08.06.2004 N 1695 "О мероприятиях по реализации Федерального закона Российской Федерации от 6 октября 2003 года N 131-ФЗ "Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации" на территории города Белгорода"

Закон Белгородской области от 20.12.2004 N 159 (ред. от 09.03.2011) "Об установлении границ муниципальных образований и наделении их статусом городского, сельского поселения, городского округа, муниципального района"

24.03.2005 N 50 "О проведении мероприятий по обеспечению финансовых основ местного самоуправления в соответствии с Федеральными законами от 6 октября 2003 года N 131-ФЗ, от 4 июля 2003 года N 95-ФЗ"

Закон Белгородской области от 04.03.2005 N 171 "О внесении изменений в закон Белгородской области "Об установлении границ муниципальных образований и наделении их статусом городского, сельского поселения, городского округа, муниципального района"

30.03.2005 N 177 (ред. от 14.07.2010) "Об особенностях организации местного самоуправления в Белгородской области"

И целый ряд постановлений, касающихся муниципального устройства области. К 1 января 2006 года на территории Белгородской области были образованы 337 муниципальных образований: 1 городской округ, 21 муниципальный район, 28 городских поселений, 287 сельских поселений.

В то же время проводимая в стране реформа государственной службы в соответствии с Указом Президента Российской Федерации от 19 ноября 2002 года N 1336 "О федеральной программе "Реформирование государственной службы Российской Федерации (2003 - 2005 годы)" диктует необходимость поиска путей повышения эффективности работы органов государственной власти и совершенствования механизмов государственного управления. 16 марта 2004 г. Губернатор Белгородской области подписал постановление "Об областной программе "реформирование государственной службы Белгородской области (2004 - 2005 годы)". 5 августа вышло распоряжение губернатора Белгородской обл. "Об утверждении Кодекса поведения государственного гражданского служащего Белгородской области", 12 сентября того же года распоряжение "О классных чинах государственных гражданских служащих Белгородской области" (вместе с "Положением о порядке присвоения и сохранения классных чинов государственной гражданской службы Белгородской области государственным гражданским служащим Белгородской области").

Вместе с тем продолжается работа по формированию благоприятной среды для развития малого и среднего предпринимательства. 18 марта 2005 г постановлением правительства Белгородской области был утвержден комплекс мероприятий по поддержке малого бизнеса области на 2005 год, который охватил весь спектр проблем обеспечения: нормативно-правовое обеспечение, финансово-кредитная и имущественная поддержка, организационная и информационно-образовательная поддержка, поддержка инновационной деятельности субъектов малого предпринимательства. 15 мая 2005 года подписано постановление "Об областном государственном учреждении "Белгородский областной центр развития предпринимательства" (вместе с "Уставом областного государственного учреждения "Инновационно-технологический центр "Стратегическая инициатива" Белгородского государственного университета)". А 27 мая того же года подписано постановление "Об определении уполномоченного органа для взаимодействия с Министерством экономического развития и торговли Российской Федерации по вопросам государственной поддержки малого предпринимательства области". Таким органом в области определен центр "Стратегическая инициатива".

27 декабря 2005 городской Совет депутатов решил утвердить городскую целевую Программу "Поддержки и развития предпринимательства в г.

Белгороде на 2006 - 2008 годы". В Программе говорится, что среди комплекса проблем, негативно влияющих на развитие сферы малого предпринимательства, в первую очередь нужно отметить следующие:

- несовершенство нормативно-правовой базы, регулирующей предпринимательскую деятельность, в том числе и неоптимизированная налоговая нагрузка;
- малоэффективная инфраструктура поддержки малого предпринимательства на муниципальном уровне;
- административные барьеры;
- отсутствие простых и доступных механизмов финансово-кредитной поддержки малого предпринимательства;
- низкая социальная активность предпринимателей.

Перспективы развития малого предпринимательства напрямую зависят от решения перечисленных проблем, так как они являются ключевыми факторами формирования условий, в которых сфера малого предпринимательства может успешно развиваться.

Новый этап развития предпринимательства в городе подразумевает, что все проблемы этой сферы в полной мере осознаются всеми участниками Программы и должны решаться на основе партнерства.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Послание президента В.В. Путина Федеральному Собранию Российской Федерации 16 мая 2003 года
2. Ноздрачев А.Ф. Административная реформа: Российский вариант. [http://www.adm.yar.ru/a\\_center/admref/staty/2005/07.htm](http://www.adm.yar.ru/a_center/admref/staty/2005/07.htm)
3. СЗ РФ. - 2004. - N 22. - Ст. 2192.
4. СЗ РФ. - 2004. - N 22. - Ст. 2192
5. СЗ РФ. - 2004. - N 29. - Ст. 3019
6. Ноздрачев А.Ф. Административная реформа: Российский вариант. [http://www.adm.yar.ru/a\\_center/admref/staty/2005/07.htm](http://www.adm.yar.ru/a_center/admref/staty/2005/07.htm)
7. Ольга Анчишкина. Бюрократия начинает, но... выигрывает ли? <http://www.strana-oz.ru/?numid=17&article=811>
8. Клейменов Я.С. Второй этап административной реформы в РФ. <http://deliktor.ru/article/16-vtoroy-etap-administrativnoy-reformy-v-rf.html>
9. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 28 августа 2003 года №1234-р
10. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 2 сентября 2003 года №1266-р
11. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 20 августа 2002 года №1148-р
12. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 15 августа 2003 года №1163-р

Яблонская А. Е., аспирант  
Белгородского университета кооперации, экономики и права

## РОЛЬ ДОЛГОСРОЧНОГО БАНКОВСКОГО КРЕДИТОВАНИЯ ДЛЯ РАЗВИТИЯ РЕАЛЬНОГО СЕКТОРА ЭКОНОМИКИ РОССИИ

ann\_yabl@list.ru

В статье рассмотрен механизм влияния банковского кредитования на развитие экономики страны. Определены основные виды банковского кредитования, обозначена роль долгосрочного банковского кредита для развития предприятий реального сектора экономики. Выявлены проблемы его развития и методы их преодоления.

**Ключевые слова:** кредитование, долгосрочный банковский кредит, банковский сектор, реальный сектор экономики, инвестиционная деятельность.

За последние двадцать лет, то есть после перехода России на рыночные отношения, сфера услуг, по своим темпам, существенно опережала темпы развития реального сектора экономики и особенно это касается торговли. Так, например, доля торговли в ВВП за период с 2004 года по 2010 год увеличилась с 18% до 35% [2]. Такая тенденция сложилась по следующим причинам. Во-первых, в годы Советской власти не уделялось должного внимания сферы услуг, и она существенно отставала в своем развитии от реального сектора экономики. Во-вторых, переход на рыночные отношения создал определенные позитивные предпосылки для развития сферы услуг. В-третьих, для развития сферы услуг, как правило, не требуются значительные инвестиции. В целом опережающее развитие сферы услуг является закономерным и позитивным явлением. Что касается реального сектора экономики, то за 20 лет он фактически не развивался и в современных условиях является узким звеном в экономике России.

Такая ситуация сложилась по причине затянувшегося экономического кризиса (1990-1999 гг.), что в основном было связано с экономической политикой государства в период перехода на рыночные отношения. Особенно суще-

ственно кризис отразился на таких отраслях как машиностроение, химическая и легкая промышленность. Поэтому на современном этапе, по мнению многих специалистов и экономистов, обеспечение устойчивых темпов развития национальной экономики практически невозможно без ускоренного развития реального сектора экономики. Для решения этой проблемы необходимы существенные инвестиции.

Следует отметить, что за период с 2004-2010 годы рентабельность продукции (работ, услуг) по экономике России снизилась с 13,4% до 11,1% соответственно [2]. Это свидетельствует о том, что у многих предприятий реального сектора экономики не было возможности для финансирования инвестиций за счет собственных средств. Об этом в частности подтверждают данные таблицы. Доля собственных источников финансирования снижается, особенно эта тенденция наблюдалась с 2004 года до 2009 года, что связано с финансовым кризисом 2008 года. Доля банковских кредитов в финансировании инвестиций в основной капитал имеет устойчивую тенденцию к росту до 2009 года. Поэтому на современном этапе существенно возрастает роль банковского кредитования, а особенно долгосрочного.

Таблица

Структура инвестиций в основной капитал по источникам финансирования в 2004-2010 годах, %\*

Показатели	Годы						
	2004	2005	2005	2007	2008	2009	2010
Собственные средства	45,4	44,5	42,1	40,4	39,5	37,1	41,2
Привлеченные средства, в т.ч.	54,6	55,5	57,9	59,6	60,5	62,9	58,8
- банковские кредиты	7,9	8,1	8,9	9,5	10,4	11,8	10,3

\*Составлено по данным Госкомстата России за соответствующие годы, [www.gks.ru](http://www.gks.ru)

В научной и учебной литературе банковское кредитование по срокам использования подразделяют на краткосрочное и долгосрочное. Долгосрочные банковские кредиты рассчитаны, как правило, на более длительный период (инвестиционный процесс) от трех и более лет. По нашему мнению, под долгосрочным банковским кредитом следует понимать кредит, предостав-

ленный заемщику на долгосрочной основе в целях формирования внеоборотных активов, поддержания их в необходимом состоянии, а также в целях организации финансирования их инвестиционной деятельности.

Важную роль в развитии долгосрочного банковского кредитования оказывает ресурсная база банковской системы страны. Так, за иссле-

дуемый период наблюдается тенденция к увеличению ресурсной базы банковского сектора практически в 5 раз с 803,8 млрд. руб. в 2004 году до 3882,7 млрд. руб. в 2010 году [1]. Однако, ее явно не достаточно для должного финансирования предприятий реального сектора экономики. Проблема усугубляется еще и тем, что возрастает уровень кредитных рисков в банковской сферы. Так доля просроченной задолженности по выданным кредитам реальному сектору экономики увеличилась с 1,6% в 2004 году до 5,3% в 2010 году [1].

В настоящее время роль системы банковского кредитования в экономике страны дина-

мично возрастает. Так, за период 2004-2010 годы доля долгосрочных банковских кредитов в общей сумме кредитов реальному сектору экономики возросла с 6,3% в 2004 году до 32,7% в 2010 году, однако доминирующими остаются краткосрочные кредиты [1].

Необходимо отметить, что банковское кредитование самым существенным образом влияет на развитие национальной экономики. Механизм этого влияния на рисунке 1. Краткосрочное и долгосрочное банковское кредитование в первую очередь влияет на развитие национальной экономики через финансирование физических и юридических лиц.



Рис. 1. Механизм влияния банковского кредитования для развития национальной экономики и решения социальных проблем

Большую часть краткосрочного банковского кредитования в РФ представляют потребительские кредиты, которые предназначены для физических лиц и связаны с покупкой товаров длительного пользования. Степень их доступности для населения в конечном итоге создает благоприятные условия для улучшения материального положения и роста потребительского спроса. Данный вид банковского кредитования по нашему мнению, способствует удовлетворению

личных потребностей населения и в конечном итоге носит социальный характер и способствует развитию экономики страны в целом. Развитие краткосрочного кредитования для хозяйствующих субъектов способствует дополнительному финансированию оборотного капитала и приводит к эффективному развитию предприятия. Повышению эффективности функционирования хозяйствующих субъектов способствует увеличению реализации продукции (работ,

услуг) и росту заработной платы работников, что в свою очередь благотворно влияет на развитие национальной экономики. Однако основной для развития и стабильного роста экономики России являются долгосрочные банковские кредиты, которые предоставляются банками для финансирования и обновления основных средств предприятий реального сектора экономики.

Таким образом, учитывая роль и значение развития реального сектора экономики государство должно создавать нормальные условия для его развития. В этих условиях на первый план должна выдвигаться государственное регулирование экономики и поддержка инвестиционной деятельности предприятий реального сектора экономики, в том числе за счет выдачи государственных гарантий по долгосрочным банковским кредитам (рис. 2).



Рис. 2. Влияние государственного регулирования реального и банковского сектора страны на развитие национальной экономики

Следовательно, создание необходимых условий со стороны государства для развития реального сектора экономики через государственное регулирование позволит:

- усилить взаимодействие банковского и реального секторов экономики;
- улучшить финансирование и обновление основных средств предприятий реального сектора экономики;
- активизировать инвестиционную деятельность предприятий реального сектора экономики;
- обеспечит развитие долгосрочного банковского кредита.

Таким образом, в результате осуществления государственного регулирования реального и банковского сектора экономики будут созданы

необходимые условия, которые будут способствовать развитию производственных предприятий и позволят усилить роль и значение долгосрочного банковского кредита и системы долгосрочного банковского кредитования в целом для развития экономики России.

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Официальный интернет-сайт Центрального Банка Российской Федерации: [www.cbr.ru](http://www.cbr.ru)
2. Официальный интернет-сайт Государственного Комитета Российской Федерации по статистике: [www.gks.ru](http://www.gks.ru)

Абакумов Р. Г., канд. экон. наук, доц.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

## МЕТОДИЧЕСКИЙ ИНСТРУМЕНТАРИЙ ЭКОНОМИЧЕСКОГО ОБОСНОВАНИЯ ВЫБОРА МЕТОДА ВОСПРОИЗВОДСТВА ОСНОВНЫХ СРЕДСТВ ОРГАНИЗАЦИИ

infobelinvest@mail.ru

В статье рассматриваются методический инструментарий экономического обоснования выбора метода воспроизводства основных средств организации. Предложен общий алгоритм методики выбора методов воспроизводства основных средств организации. Описаны критерии выбора методов воспроизводства основных средств и показатели, определяющие их сущность, которые представлены по степени актуальности применения в методике. Предложен порядок расчета цены потребления основных средств, коэффициента эффективности воспроизводства основных средств и дополнительного денежного потока.

**Ключевые слова:** воспроизводство, основные средства, управление воспроизводством.

Правильный и экономически обоснованный выбор методов воспроизводства основных средств при управлении воспроизводством имеет очень важное значение для повышения эффективности хозяйственной деятельности организации.

Многие вопросы управления воспроизводством основных средств, в научном и практическом плане слабо проработаны. Существующая методологическая основа управления воспроизводством основных средств разрабатывалась в условиях плановой экономики. Процесс воспроизводства основных средств существенно усложнился, а уровень методологического обеспечения управления процессом существенно отстал от потребностей практической деятельности организаций. В связи с этим дальнейшее развитие методического инструментария экономического обоснования выбора метода воспроизводства основных средств организации, с учетом перехода на инновационный путь развития экономики, приобретает важное народнохозяйственное значение.

Большинство отечественных и зарубежных экономистов при изучении экономического обоснования выбора методов воспроизводства основных средств основываются на математической модели задачи о замене оборудования, разработанной американскими математиками Р. Беллманом и С. Дрейфусом. Применение указанной модели на практике для выработки оптимального управленческого решения по выбору методов воспроизводства связано с большим объемом вычислений, и трудностями в выборе значений параметров и коэффициентов влияющих на интенсивность физического и морального старения оборудования.

По нашему мнению, методический инструментарий экономического обоснования выбора метода воспроизводства основных средств организации должен обеспечивать оптимизацию затрат на воспроизводство основных средств с учетом наличия материальных, трудовых, фи-

нансовых ресурсов организации и уровня конкуренции в отрасли, и должен быть простой в практическом применении.

Целью методики является поиск эффективного способа управления затратами на воспроизводство основных средств, при котором частичное и полное возмещение износа основных средств происходило бы своевременно и с максимальным экономическим эффектом для организации.

Разработка методики, по нашему мнению, сводится к следующему алгоритму (рис. 1).

Выработка целей воспроизводства основных средств в соответствии с целями и задачами организации. На этом этапе разрабатываются базовые сценарии воспроизводства объектов основных средств в различных вариантах: ликвидация не нужных объектов; ремонт/реконструкция объектов; приобретение новых объектов (в т.ч. приобретение в лизинг и в кредит); сдача в аренду имеющихся объектов основных средств и т.д.

Анализ состояния воспроизводства основных средств следует проводить в разрезе каждого единичного объекта обновления (отдельной машины, линии, комплекса, структурного подразделения предприятия) с позиции их востребованности в производственном процессе.

Исходными данными для экономического обоснования методов воспроизводства основных средств является определение необходимой суммы капиталовложений по различным методам воспроизводства. Сравниваются уровень инвестиций по различным проектам и уровень возможной их доходности.

Исследование технической, финансовой и др. возможностей инвестирования в воспроизводство основных средств. Определение максимального объема инвестиций проводится исходя из финансово-экономического состояния предприятия, а также возможностей привлечения кредитных ресурсов предприятием.

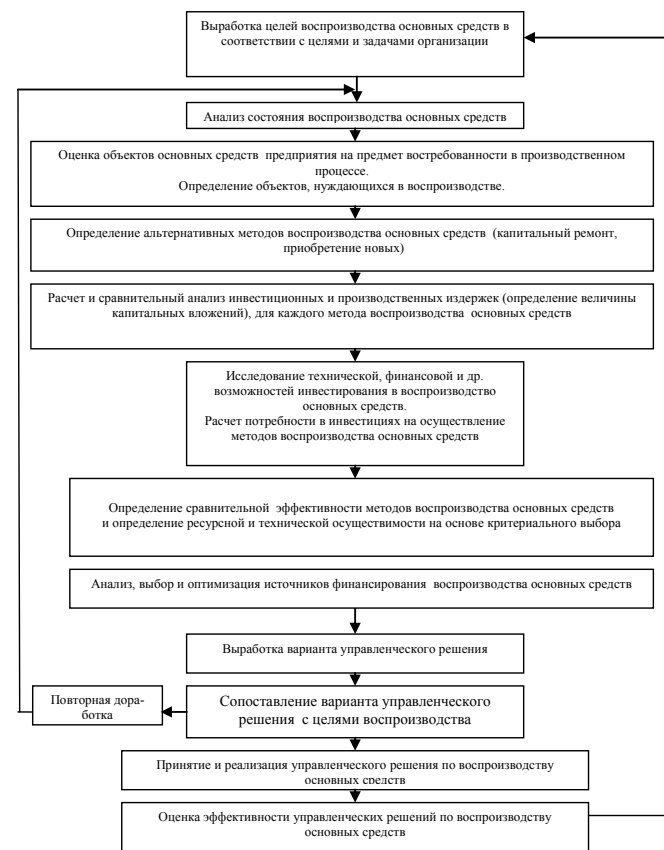


Рис. 1. Общий алгоритм методики выбора методов воспроизводства основных средств

Определение сравнительной эффективности методов воспроизводства основных средств и определение ресурсной и технической осуществимости, по нашему мнению, следует осуществлять на основе определенных критериев.

В качестве критериев выбора методов воспроизводства основных средств используются такие показатели, как минимум себестоимости единицы продукции, работ, услуг, производимых с помощью основных средств за минусом амортизации; максимум рентабельности, минимум удельных затрат на приобретение и эксплуатационных затрат; максимум прибыли, максимум чистого дисконтированного дохода, максимум дополнительного денежного потока, минимум цены капитала инвестированного в воспроизводство, минимум цены потребления основных средств (табл.1).

Критерии выбора методов воспроизводства основных средств и показатели, определяющие

ее сущность, представлены по степени актуальности применения в методике, исходя из стадий развития организации.

В ячейках справа отражена степень актуальности этого показателя на данной стадии (А - наиболее актуальный критерий; В - актуальный критерий; С - наименее актуальный критерий).

Применение указанных критериев выбора методов воспроизводства основных средств, по нашему мнению, позволит оперативно принимать экономически обоснованные управленческие решения.

В методическом плане при критериальном выборе методов воспроизводства основных средств наибольший интерес представляет расчет цены потребления основных средств в зависимости от методов воспроизводства основных средств.



Таблица 1

**Критериальный выбор методов воспроизводства основных средств**

Показатели	Методы воспроизводства		Критерий оптимальности метода и варианта воспроизводства основных средств	Степень актуальности критерия в зависимости от стадии развития организации			
	Новое строительство, приобретение нового по вариантам	Капитальный ремонт по вариантам		Введение	Рост	Зрелость	Спад
Себестоимость единицы продукции, работ, услуг производимых с помощью основных средств за минусом амортизационных отчислений			Минимальное значение	A	B	B	C
Рентабельность основных средств			Максимальное значение	A	B	B	A
Затраты на содержание и эксплуатацию основных средств			Минимальное значение	C	A	B	C
Прибыль			Максимальное значение	C	A	B	C
Чистый дисконтированный доход			Максимальное значение	B	B	A	B
Дополнительный денежный поток			Максимальное значение	C	B	A	C
Цена капитала инвестированного в воспроизводство			Минимальное значение	C	B	A	C
Цена потребления основных средств			Минимальное значение	C	B	A	C
Расчетный коэффициент эффективности			Минимальное значение	C	B	A	C
Наибольшее соответствие критериям оптимальности (соответствует или не соответствует) с учетом степени актуальности							

По нашему мнению, цену потребления основных средств можно рассчитать следующим образом:

1) при приобретении новой техники

$$C_{n,обр} = C_{ин} + \sum_{t=0}^T (Z_{тзр} + Z_{зи} + Z_{рем} + Z_{пр} + Z_{нал}) \cdot \frac{1}{(1+E)^t} - Ai \cdot \frac{1}{(1+E)^T}; \quad (1)$$

2) при проведении модернизации

$$C_{n,мод} = C_{мод} + \sum_{t=0}^T (Z_{тзр} + Z_{зи} + Z_{рем} + Z_{пр} + Z_{нал}) \cdot \frac{1}{(1+E)^t} - Ai \cdot \frac{1}{(1+E)^T}; \quad (2)$$

3) при проведении капитального ремонта

$$C_{n,р} = C_{р} + \sum_{t=0}^T (Z_{тзр} + Z_{зи} + Z_{рем} + Z_{пр} + Z_{нал}) \cdot \frac{1}{(1+E)^t} - Ai \cdot \frac{1}{(1+E)^T}; \quad (3)$$

4) при проведении капитального ремонта и модернизации

$$C_{n,мод,р} = C_{р} + C_{мод} + \sum_{t=0}^T (Z_{тзр} + Z_{зи} + Z_{рем} + Z_{пр} + Z_{нал}) \cdot \frac{1}{(1+E)^t} - Ai \cdot \frac{1}{(1+E)^T}; \quad (4)$$

где Цп.н.т., Цп.мод., Цп.кр. – цена потребления соответственно новой техники, модернизации и капитального ремонта; Цп.т. – цена приобретения новой техники; Цмод. – затраты, связанные с модернизацией морально и физически изношенных машин и оборудования; Цкр. – затраты связанные с осуществлением капитального ремонта; Ai – годовая величина амортизационных отчислений; Знал – величина налоговых платежей при проведении воспроизводства основных средств (налог на имущество, налог на прибыль);  $Z_{тзр}, Z_{зи}, Z_{пр}$  – расходы топливно-энергетических ресурсов, связанные с эксплуатацией соответственно новой техникой, техники после ее модернизации и техники после ее капитального ремонта за весь нормативный срок ее эксплуатации;  $Z_{рем}, Z_{рем}^i, Z_{рем}^j$  – расходы по заработной плате с отчислениями в социальные фонды, рабочих обслуживающих новую технику, технику после ее модернизации, технику после ее капитального ремонта за весь нормативный срок ее эксплуатации;  $Z_{рем}, Z_{рем}^i, Z_{рем}^j$  – расходы, связанные с планово – предупредительными и текущими ремонтами соответственно новой техникой, техники после ее модернизации, техники после ее капитального ремонта за весь нормативный срок ее эксплуатации;  $Z_{пр}, Z_{пр}^i, Z_{пр}^j$  – прочие расходы, связанные с эксплуатацией соответственно новой техникой, техники после ее модернизации, техники после ее капитального ремонта за весь нормативный срок ее эксплуатации.

$Z_{тзр}, Z_{зи}, Z_{рем}, Z_{пр}$  – соответственно расходы на топливо – энергетические ресурсы, заработную плату (с отчислениями в социальные фонды) обслуживающих рабочих, ремонт и прочие, связанные с эксплуатацией техники после ее капитального ремонта и модернизации.

Если новая техника приобретаемая в рамках воспроизводства основных средств отличается по производительности, то в этом случае цена потребления основных средств необходимо определять на единицу продукции, товаров, работ, услуг.

Воспроизводство основных средств необходимо производить тем методом при котором наблюдается минимальна цена потребления основных средств и себестоимость единицы продукции за период времени будет наименьшей.

Критерием применения метода воспроизводства основных средств является момент, когда удельные дисконтированные затраты на выпуск единицы продукции минимальны при неизменной производительности основного средства в периодах эксплуатации.

Рассмотрим порядок расчета расчетного коэффициента эффективности, предлагаемого нами на основе общеизвестных показателей оценки инвестиций.

Представим показатели в таблице 2, указывая формулы для расчета показателей эффективности, полученные значения и расчетный коэффициент.

Таблица 2

**Методика определения расчетного коэффициента эффективности**

Показатель	Формула расчета	Полученное значение	Оптимальное значение	Базовое значение	Расчетный коэффициент
Чистый дисконтированный доход (ЧДД, NPV)	$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+r)^t} - \sum_{t=0}^n \frac{I_t}{(1+r)^t}$	NPV <sub>1</sub> NPV <sub>2</sub>	NPV <sub>1</sub> >0 NPV <sub>2</sub> >0	NPV <sub>б</sub>	$K_{NPV1} = \frac{NPV_1}{NPV_б}$ $K_{NPV2} = \frac{NPV_2}{NPV_б}$
Индекс доходности инвестиций	$DPI = \frac{\sum_{t=0}^n \frac{CF_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=0}^n \frac{I_t}{(1+r)^t}}$	DPI <sub>1</sub> DPI <sub>2</sub>	DPI <sub>1</sub> >1 DPI <sub>2</sub> >1	DPI <sub>б</sub> =1	$K_{DPI1} = DPI_1 - DPI_б$ $K_{DPI2} = DPI_2 - DPI_б$
Срок окупаемости	$T_c = n$ , при котором $\sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+r)^t} > I_0$	Tc <sub>1</sub> Tc <sub>2</sub>	Tc <sub>1</sub> Tc <sub>2</sub>	Tc <sub>б</sub> =3 года	$K_{Tc1} = Tc_1 / Tc_б$ $K_{Tc2} = Tc_2 / Tc_б$
Расчетный коэффициент эффективности					$K_1 = K_{NPV1} + K_{DPI1} + K_{Tc1}$ $K_2 = K_{NPV2} + K_{DPI2} + K_{Tc2}$

Базовое значение показателей выбираются, используя статистические данные. Базовое значение чистого дисконтированного дохода выбирается в зависимости от региона, в котором осуществляется процесс принятия управленческого решения. Базовое значение индекса доходности инвестиций определяется как единица, с целью приведения показателя к расчетному значению. Нормативный (базовый) срок окупаемости инвестиционного проекта в принимается равным 3 года. Таким образом, после расчета всех представленных выше коэффициентов, наиболее эффективным принимается проект, у которого расчетный коэффициент эффективности больше.

$$\Delta ДП = \Delta \text{Зам} - \Delta \text{Зкр} - 3 \text{привл} - \text{Зар} \pm \Delta \text{Зто} \pm \Delta \text{ОС} \pm \Delta \text{Знал}, \quad (5)$$

где  $\Delta \text{Зам}$  – изменение затрат на амортизацию основных средств;  $\Delta \text{ОС}$  – изменение стоимости основных средств;  $\Delta \text{Зто}$  – изменение затрат на содержание, техобслуживание и текущий ремонт;  $\Delta \text{Зкр}$  – изменение затрат на капитальный ремонт основных средств;  $\Delta \text{Знал}$  – изменение величины налога на имущество и налога на прибыль;  $3 \text{привл}$  – затраты на привлечение оборотных средств (только тех, которые привлекались для развития основных средств);  $\text{Зар}$  – затраты на аренду основных средств.

При расчете дополнительного денежного потока сравниваются методы воспроизводства основных средств, из всех методов выбирается тот, который обеспечивает максимальный прирост в долгосрочном периоде с учетом ставки дисконтирования.

Если по результатам критериального выбора методов воспроизводства основных средств показатели сравнения соответствуют критериям оптимальности, то при наличии источников финансирования представляется целесообразным выбор и реализация самого эффективного метода. При недостатке собственных источников финансирования и отсутствии возможности привлечения заемных средств целесообразно использовать следующий метод.

Каждое важное решение сопряжено с компромиссами, негативными последствиями и побочными эффектами, знание которых руководитель должен соотносить с ожидаемыми выгодами. В общем случае принятие решений представляет собой выбор из альтернатив с целью оптимизации воспроизводства основных средств организации.

Предложенный методический инструмент экономическое обоснования выбора методов воспроизводства основных средств орга-

низации, по нашему мнению, позволит принимать экономически обоснованные управленческие решения в организациях.

Так как ни один из перечисленных критериев сам по себе не является достаточным для принятия эффективного решения о выборе метода воспроизводства основных средств, управленческое решение должно приниматься с учетом значений всех перечисленных критериев, а также целей организации.

При принятии управленческого решения следует оценить дополнительный денежный поток, генерируемый по методам воспроизводства основных средств.

Экономико-математическая модель формирования дополнительного денежного потока (ДДП) в зависимости от выбранного метода воспроизводства основных средств будет выглядеть следующим образом:

Экономико-математическая модель формирования дополнительного денежного потока (ДДП) в зависимости от выбранного метода воспроизводства основных средств будет выглядеть следующим образом:

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Управление процессом замены оборудования в США. / А.С. Бричко - Киев, Укр.НИИТИ, 2006. - 139 с.
2. Управление в Японии и США: организация и методы. / Под ред. А.А. Курицын - М.: Наука, 2007. - 232 с.
3. Arrow K.J. The Economic Implications of Learning by Doing // Review of Economic Studies, 2000, Vol.29.
4. Grossman G.M. Innovation and growth in the global economy / G.M. Grossman, E. Helpman. Cambridge, Mass/ MIT Press, 2003.

Рудычев А. А., д-р экон. наук, проф.,  
Гетманцев А. А., аспирант

Белгородский государственный технологический университет имени В. Г. Шухова

## ПРОБЛЕМЫ ОЦЕНКИ ИННОВАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Nesmor@yandex.ru

Инновационный потенциал является базовым элементом, позволяющим определить принципиальную возможность инновационной деятельности на предприятии.

Оценка инновационного потенциала необходима не только для измерения возможностей инновационных преобразований, но и для определения величины и параметров ресурсов, привлекаемых со стороны. При оценке инновационного потенциала предприятия возникает ряд проблем. Официальной статистикой не отражаются показатели, с помощью которых можно было бы проводить анализ состояния инновационного потенциала отдельных хозяйствующих субъектов.

**Ключевые слова:** инновации, инновационный потенциал.

Современная российская экономическая среда, в которой осуществляют свою деятельность предприятия, характеризуется нестабильностью и неопределенностью высоким уровнем конкуренции. Влияние данных факторов негативно сказывается на эффективности функционирования предприятий и их дальнейших перспективах. В такой обстановке инновационная деятельность становится приоритетной, так как практика бизнеса заставляет каждое предприятие вводить разнообразные новшества и рационализировать производство. Также инновации имеют решающее значение для поддержания или повышения уровня доходности.

Исследования инновационного потенциала предприятия приобретают важность в связи с тем, что для эффективного ведения инновационной деятельности необходима достоверная информация не только об общем состоянии и общих закономерностях развития страны, но и о сущности процессов, протекающих непосредственно на инновационно активных предприятиях.

Исследование инновационного процесса позволяет отметить, что современными учеными выделяются следующие основные этапы инновационного процесса: генерирование новой идеи; экспериментальная реализация новой идеи; освоение в производстве; потребление; массовый выпуск [1; 110].

При практической реализации определенного инновационного проекта на конкретном предприятии, необходимыми становятся еще две стадии инновационного процесса, а именно, оценка инновационного потенциала хозяйствующего субъекта и экспертная оценка инновационного проекта применительно к данной организации. Эти этапы появляются именно при практическом внедрении инновационных процессов, так как на стадии теоретического моделирования необходимости в них нет. [2; 4]

Инновационный потенциал является, в сущности, базовым элементом, позволяющим определить принципиальную возможность инновационной деятельности на предприятии.

Проблема оценки уровня инновационного потенциала предприятий актуальна не только в теоретическом, но и в практическом плане. Информация о инновационности предприятий региона позволяет определить суммарный инновационный потенциал региональной хозяйственной системы в целом, определить направления дальнейшего перехода к инновационной экономике. Таким образом, данная информация представляет ценность не только для руководства предприятия и потенциальных инвесторов, но и для региона в целом.

Оценка инновационного потенциала определяет степень готовности организации к внедрению нововведений и характеризует ее состояние относительно уже внедренных инноваций.

Основой для практической оценки инновационного потенциала служит внутренняя среда предприятия. Ее комплексный анализ производится по следующим структурным компонентам потенциала:

- продуктовый – результаты деятельности предприятия в виде продуктов и услуг;
- ресурсный – материально-технические, финансовые и кадровые ресурсы;
- управленческий – система управления, стиль руководства организацией;
- кадровый – состав и структура персонала предприятия;
- функциональный – совокупность характеристик, описывающих преобразование ресурсов и управленческой деятельности в продукцию (НИОКР, производство, реализация);

В результате данного анализа формируется система статистических показателей, отражающих состояние данных компонентов инновационного потенциала, затем методом экспертных оценок им присваиваются веса. В итоге опреде-

ляется интегральный показатель развития инновационного потенциала организации.

Существенным фактором, влияющим на состояние инновационного потенциала предприятия является инновационный климат или внешнее окружение – конкурентная среда, политика государства и т.д. Кроме того, инновационный потенциал предприятия определяется характером деятельности предприятия.

Однако, при оценке инновационного потенциала предприятия возникает ряд проблем. Официальной статистикой не отражаются показатели, с помощью которых можно было бы проводить анализ состояния инновационного потенциала отдельных хозяйствующих субъектов. Для планирования и управления инновационной деятельностью в целом и инновационными проектами в частности используются показатели результатов инновационной деятельности, характеризующие результаты внедрения новых или усовершенствованных продуктов или технологических процессов. В их составе обычно рассматриваются три группы показателей, отражающих удельный вес инновационной продукции в общем объеме выпуска, влияние инноваций на результаты деятельности предприятия и влияние инноваций на использование производственных ресурсов.

В существующих формах отчетности информационная база, отражающая инновационную деятельность в основном ограничивается лишь патентной статистикой, освещающей начальную стадию инновационного цикла – процесс производства новых знаний. Кроме того, статистические формы предназначены для сбора только количественных показателей, использование которых для управления инновационной деятельностью без дополнительной информации даст одностороннюю оценку. Данная ситуация отражает существовавшее долгое время мнение, в соответствии с которым инновационная деятельность рассматривалась как неотъемлемая часть научной. Такой подход рассматривает линейную модель инновационного цикла, состоящую из стадий: научные исследования; изобретения; нововведения и диффузия технологических инноваций. Линейная модель оправдывала использование показателей статистики научной деятельности в качестве основных показателей инновационной активности. В этом случае инновационная политика ограничивалась ускорением продвижения нововведений по всем стадиям инновационного цикла, не учитывая эффект от внедрения предлагаемых рынку или внедряемых на предприятии разного рода новшеств. [1; 116]

В итоге, наличие отсутствие форм для анализа информации об инновационной деятельно-

сти, дающих возможность полноценно и системно оценить инновационный потенциал предприятия. Предлагается внедрение в систему статистических отчетных форм следующих необходимых элементов:

- показатели, характеризующие не только ресурсную базу предприятия, но и наличие ресурсов, непосредственно пригодных и предназначенных для вовлечения в инновационную деятельность;

- показатели, характеризующие эффективность использования имеющейся ресурсной базы;

- данные для комплексной оценки восприимчивости предприятия к нововведениям, охватывающие управленческий, кадровый и функциональный потенциал

Оценка инновационного потенциала необходима не только для измерения возможностей инновационных преобразований, но и для определения величины и параметров ресурсов, привлекаемых со стороны.

Слабая взаимосвязь промышленных предприятий с различными секторами науки и институциональными структурами инновационной сферы свидетельствует об ориентации подавляющего большинства обследованных предприятий на собственные исследования и разработки. Однако проблемами развития внутрифирменной науки остаются низкая квалификация персонала и недостаточная обеспеченность научным оборудованием, что, в конечном счете, снижает уровень проводимых исследований. Использование научных разработок отраслевых НИИ и вузов помогло бы предприятиям «компенсировать» недостаток квалифицированных кадров и повысить собственный инновационный потенциал.

Анализ перечисленных проблем позволяет сделать вывод об отсутствии на предприятиях эффективных методов и форм управления инновационными ресурсами. Для реформирования внутрифирменной политики в сфере инноваций, а также разработки и реализации инновационных стратегий предприятиям необходима комплексная оценка собственного инновационного потенциала и качественный систематический анализ внешней среды.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. Кислицина О.А. Экономическая оценка инновационного потенциала предприятия / О.А. Кислицина // Сборник научных трудов НГТУ – 2010. – № 1(59) – с. 109–116

2. Собченко Н. В. Оценка инновационного потенциала как неотъемлемой части инновационного процесса / Н.В. Собченко // Электронный журнал Наука и образование. – 2011. - №4 – 8 с.

*Баскакова А. А., аспирант*

*Санкт-Петербургский государственный инженерно-экономический университет*

## ОЦЕНКА ЛОГИСТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА РЕГИОНОВ НА ПРИМЕРЕ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА

sopdet23@gmail.com

*Данная статья посвящена анализу роли региональной логистической координации в развитии регионов, определению показателей и методики комплексной оценки логистического потенциала регионов с целью выявления предпосылок для формирования региональных логистических центров.*

**Ключевые слова:** логистическая координация, региональный логистический центр, логистический потенциал, Северо-Западный федеральный округ, перспектива, показатель, метод.

В настоящее время в России наступает период активного внедрения логистических методов управления во все сферы бизнеса, вследствие чего происходит постепенное освоение технологий снижения операционных издержек путем совершенствования координации в логистических системах всех уровней. В то время как западными учеными проблемы межорганизационной координации в рамках концепции управления цепями поставок обсуждаются еще с 1980-х годов, в отечественной практике данные вопросы становятся актуальными только сейчас. Одним из инструментов повышения эффективности бизнеса и снижения логистических затрат в рамках данного подхода является региональная логистическая координация.

Регионализацию, которая проявляется как на уровне страны, так и в международном масштабе, можно отнести к факторам ускоренного социально-экономического развития России. Каждый регион обладает уникальным сочетанием социально-экономических, природно-географических, историко-культурных, транспортных и других факторов, что в свою очередь влияет на развитие и размещение производства, его специализацию, характер заселения территории, объемы и направления транспортно-экономических связей, формирование грузопотоков и центров грузообразования, развитие коммуникаций и транспортной инфраструктуры, виды и формы проводимой региональной политики [1]. Формирование координационных механизмов на региональном уровне позволит многим предприятиям эффективно функционировать в условиях узкой специализации промышленности некоторых регионов и необходимости обширных межрегиональных транспортных и экономических связей.

Уровень развития логистики и экономический потенциал регионов находятся в тесной взаимосвязи. С одной стороны, развитие логистики влияет на размер валового регионального продукта, привлекательность региона для сбыта продукции приводит к развитию транспортной

инфраструктуры, строительство терминально-складских объектов влияет на стоимость земельных участков. Вместе с тем, состояние существующей транспортно-складской инфраструктуры, экономическое развитие региона и его инвестиционная привлекательность также непосредственно влияют на развитие региональных логистических систем и, соответственно, на перспективу дальнейшего экономического развития.

В настоящее время перспективным направлением развития регионов является строительство региональных логистических центров на основе объединения торговых, транспортных и информационных посредников в логистические предприятия с целью координации всех функций по продвижению материальных и сопутствующих информационных и финансовых потоков в единый комплекс, тем самым, повышая эффективность функционирования логистики и экономический потенциал региона.

Строительство региональных логистических центров является стратегической задачей как на государственном, так и на региональном уровне, что находит свое отражение в стратегиях социально-экономического развития субъектов федерации, а также в федеральной целевой программе «Модернизация транспортной системы России (2010-2015 гг.) и «Транспортной стратегии РФ на период до 2030 года» [2]. Несомненно, создание подобных инфраструктурных объектов несет в себе выгоды как для региональной экономики, так и для частных предприятий- поставщиков и потребителей логистических услуг.

Для потенциальных клиентов региональных логистических центров основная выгода заключается в снижении оборотных средств, уменьшении складских территорий посредством частных и малых объемов поставок [3]. Кроме того, услуги логистического центра позволяют добиться снижения затрат на транспортировку путем рационализации маршрутов движения транспортных средств, выбора оптимального

вида транспорта, использования мультимодальных технологий.

Региональные органы власти при строительстве региональных логистических центров как мероприятий по реализации федеральных и региональных стратегий заинтересованы в первую очередь в развитии региона. Позитивное воздействие на экономику региона проявляется в реконструкции и строительстве объектов инфраструктуры, повышении валового регионального продукта за счет развития логистической отрасли и привлечении в регион новых субъектов экономической деятельности, усилении межрегиональных и международных экономических связей, развитии транспортных коммуникаций, повышении уровня занятости и качества жизни населения [4].

Несмотря на все очевидные преимущества от строительства региональных логистических центров, подобный проект является долгосрочным и дорогостоящим, а также сопряжен со значительными рисками, отсутствием соответствующего опыта и недоработанной законодательной базой. Необходима адекватная разносторонняя оценка экономического потенциала региона и наличия крупных транспортных узлов - центров пересечения грузопотоков различных видов транспорта, оценка степени разработанности экономической, структурной, финансовой, налоговой и тарифной политики региона.

По мнению В.И. Сергеева и Т.А. Прокофьевой, регионы, обладающие перспективой для создания региональных логистических центров, как правило, должны иметь бездефицитный бюджет, большие доходы, хороший рейтинг, достаточно развитую инфраструктуру и высокое качество государственного управления [5]. Соответственно, возникает проблема определения уровня развития региона по ряду признаков с целью оценки степени развития логистики и перспектив формирования крупных региональных логистических центров на территории данного региона с перспективой координации и интеграции потоков товаров и услуг.

В качестве примера для оценки логистического потенциала регионов был выбран Северо-Западный федеральный округ, включающий в себя 11 регионов, обладающих как сходными чертами, так и существенными различиями в социально-экономических, географических, инфраструктурных показателях развития. Специфика Северо-Запада заключается в выгодном географическом положении региона, расположенном на границе с четырьмя странами ЕС (Польша, Эстония, Финляндия и Латвия), а также в наличии развитой портовой инфраструктуры. На морские порты региона приходится до

40% от общего объема грузооборота российских портов. Через сухопутную границу с Финляндией и странами Балтии ежегодно проходит около 1 миллиона импортируемых автомобилей и более 800 тысяч контейнеров, большая часть которых перевозится автомобильным транспортом [6]. Регион играет важную роль во внешнеэкономической деятельности страны, особенно в сфере импортных поставок. На долю Северо-Запада приходится около четверти стоимостного объема импорта, поступающего в Россию. Развитие транспорта в регионе в значительной степени связано с реализацией транзитного потенциала: увеличением мощностей морских портов и портовой инфраструктуры для успешной конкуренции с портами стран Балтии.

Для оценки развития каждого из регионов, входящих в Северо-Западный федеральный округ, необходимо проанализировать ряд показателей, относящихся к различным аспектам экономики регионов, для того чтобы не только определить уровень развития регионов, но и выявить сильные и слабые стороны региона для последующего анализа возможных мероприятий по развитию логистического потенциала. На основе методики, рассмотренной в [7], предлагается определить ключевые совокупные показатели, отражающие наиболее общие и значительные аспекты, влияющие на логистический потенциал региона. Учитывая специфику экономической среды в России, а также характер доступных статистических данных, рекомендуется выделить пять ключевых перспектив: институциональную, операционную, инфраструктурную, экономическую и потенциальную. Показатели, характеризующие все представленные перспективы, отображены в таблице 1.

Институциональная перспектива отражает число и уровень развития предприятий, осуществляющих деятельность в сфере логистики. Оценка подобной перспективы позволяет охарактеризовать настоящее положение в отрасли и, следовательно, вероятность создания региональных логистических центров прямо пропорциональна числу потенциальных провайдеров логистических услуг, готовых объединиться для оказания комплексных услуг потребителям. Оценка данной перспективы производится на основе таких показателей как число предприятий и работников в отрасли, вклад отрасли в ВВП и доля в обороте.

Операционная перспектива в первую очередь оценивает объем логистических операций, выполняемых различными видами транспорта в натуральном выражении. Показателями, относящимися к данной перспективе, являются объемы перевозок грузов автомобильным, железно-

дорожным, воздушным и речным видами транспорта. Данная перспектива призвана оценить интенсивность существующей логистической

деятельности, что в определенной степени позволяет прогнозировать будущую активность в данной сфере.

Таблица 1

Показатели оценки логистического потенциала регионов	
Ключевая перспектива	Показатель
Инфраструктурная	Протяженность внутренних водных путей, км
	Протяженность железнодорожных путей, тыс. км
	Протяженность автомобильных дорог, км
	Протяженность государственной границы, км
	Число международных автомобильных пунктов пропуска, ед.
	Число действующих аэропортов, ед.
	Суммарная пропускная способность морских терминалов, тыс. тонн в год
Операционная	Длина причального фронта морских портов, пог. м
	Объем железнодорожных перевозок, млн тонн
	Объем автомобильных перевозок, млн тонн
	Объем перевозок внутренним водным транспортом, тыс. тонн
Институциональная	Объем перевозок воздушным транспортом, тонн
	Грузооборот автомобильного транспорта, млн. тонно-км
	Среднегодовая численность работников отрасли, тыс. чел.
	Вклад отрасли в ВВП, %
Экономическая	Число предприятий отрасли, ед.
	Доля отрасли в обороте, %
	ВВП, млрд. руб.
	Потребление грузов из других регионов, тыс. тонн
	Отправка грузов в другие регионы, тыс. тонн
Потенциальная	Объем экспорта, млн долл.
	Объем импорта, млн долл.
	Уровень безработицы, %
	Индекс физического объема ВВП, %
	Число организаций, использовавших специальные программные средства, ед.
	Затраты на информационные и коммуникационные технологии, млн руб.
	Объем инвестиций в основной капитал отрасли, млн руб.

Инфраструктурная перспектива оценивает доступность региона с точки зрения протяженности автомобильных, железнодорожных, внутренних водных путей, а также наличия таких важных инфраструктурных объектов как аэропорты, морские порты и международные автомобильные пункты пропуска. Данная перспектива позволяет оценить транспортный и транзитный потенциал региона как для внутрироссийских, так и для международных транспортно-экономических связей с учетом возможностей и ограничений существующей инфраструктуры.

Экономическая перспектива признана оценить валовой региональный продукт, объем грузопотоков в межрегиональном сообщении, а также активность в международных торговых отношениях. Данные показатели позволяют охарактеризовать общее экономическое положение региона и его активность как участника межрегиональных и международных отношений, а также степень потребности региона в развитых

формах логистического сервиса.

Потенциальная перспектива призвана оценить развитие инвестиционной, инновационной деятельности предприятий в регионе, а также охарактеризовать уровень экономической и социальной стабильности с целью определения общего потенциала региона.

На основе данных, предоставляемых Федеральной службой государственной статистики, и других открытых источников, составлена таблица значений показателей, которые затем были нормализованы и приведены к безразмерной величине (табл.2).

Для определения агрегированных значений ключевых перспектив был применен метод равномерной оптимальности, подразумевающий равновесную важность каждого показателя, входящего в перспективу, по формуле:

$$q(x) = \sum_{j=1}^n q_j(x) \rightarrow \max, x \in D. \quad (1)$$

Результаты свертывания методом равномерной оптимальности представлены в табл. 3.

Таблица 2

## Отнормированные значения показателей логистического потенциала

Перспектива	Показатель	Республика Карелия	Республика Коми	Архангельская область	НАО	Вологодская область	Калининградская область	Ленинградская область	Мурманская область	Новгородская область	Псковская область	г. Санкт-Петербург
		Инфраструктурная	Протяженность внутренних водных путей	0,92	1	0,93	0,10	0,52	0,12	0,47	0	0,15
Протяженность железнодорожных путей	0,76		0,58	0,61	0	0,26	0,21	1,00	0,30	0,39	0,38	0
Протяженность автомобильных дорог	0,45		0,46	1	0	0,77	0,38	0,72	0,15	0,58	0,71	0,04
Протяженность государственной границы	0,95		0	0	0	0	0,65	0,25	0,67	0,00	1	0
Число международных автомобильных пунктов пропуска	0,50		0	0	0	0	1	0,50	0,25	0	0,75	0
Число действующих аэропортов	0,40		1	1	0,80	1	0,20	0	0,40	0	0,20	0,20
Суммарная пропускная способность морских терминалов	0		0	0,08	0,08	0	0,24	1,00	0,21	0	0	0,53
Длина причального фронта морских портов	0		0	0,37	0,03	0	0,65	0,38	0,61	0	0	1
Операционная	Объем железнодорожных перевозок	0,56	0,58	0,33	0	0,49	0,09	1	0,79	0,16	0,11	0,18
	Объем автомобильных перевозок	0,34	0,69	0,94	0	1	0,15	0,81	0,09	0,31	0,16	0,82
	Объем перевозок внутренним водным тр-м	0,21	0,43	0,63	0,02	1	0,01	0,89	0	0,24	0	0,49
	Объем перевозок воздушным тр-м	0	0,19	0,60	0,02	0	0,08	0	0,02	0	0,05	1
	Грузооборот автомобильным тр-м	0,14	0,22	0,52	0	0,27	0,21	0,31	0,03	0,10	0,12	1
Институциональная	Среднегодовая численность работников отрасли	0,17	0,22	0,29	0	0,22	0,17	0,23	0,21	0,09	0,11	1
	Вклад отрасли в ВРП, %	0,89	0,69	0,81	0	0,64	0,62	1	0,76	0,77	0,96	0,82
	Число предприятий отрасли	0,09	0,07	0,09	0	0,14	0,17	0,11	0,07	0,03	0,04	1
Экономическая	Доля отрасли в обороте, %	0,07	1	0,39	0,36	0	0,15	0,29	0,35	0,05	0,17	0,53
	ВРП	0,02	0,16	0,18	0,04	0,10	0,07	0,25	0,09	0,03	0	1
	Потребление грузов из других регионов	0	0,09	0,26	0,03	1	0,06	0,49	0,11	0,14	0,04	0,85
	Отправка грузов в другие регионы	0,82	0,42	0,10	0,05	0,48	0,00	1	0,69	0,14	0,01	0,25
	Объем экспорта	0,12	0,08	0,46	0,19	0,30	0,05	0,84	0,15	0,08	0	1
Потенциальная	Объем импорта	0,01	0,01	0,01	0	0,02	0,32	0,19	0,01	0,02	0,04	1,00
	Уровень безработицы	-0,88	-0,96	-0,58	-0,50	-0,66	-1	-0,33	-0,79	-0,39	-0,89	0
	Индекс физического объема ВРП	0,01	0,32	0,43	1	0	0,12	0,35	0,12	0,33	0,19	0,20
	Число организаций, использовавших специальные программные средства	0,11	0,43	0,40	0	0,49	0,36	0,46	0,41	0,30	0,34	1
Потенциальная	Затраты на информационные и коммуникационные технологии	0,02	0,19	0,12	0	0,09	0,04	0,14	0,09	0,02	0,02	1
	Объем инвестиций в основной капитал отрасли	0,03	0,15	0,12	0	0,11	0,07	0,24	0,09	0,08	0,06	1

Таблица 3

## Итоговое ранжирование регионов по уровню логистического потенциала

Перспектива	Значение	Республика Карелия	Республика Коми	Архангельская область	НАО	Вологодская область	Калининградская область	Ленинградская область	Мурманская область	Новгородская область	Псковская область	г. Санкт-Петербург
		Инфраструктурная	Ранг	3	6	2	11	8	4	1	7	10
Операционная	Значение	1,26	2,11	3,03	0,04	2,77	0,54	3,00	0,93	0,81	0,44	3,48
	Ранг	6	5	2	11	4	9	3	7	8	10	1
Институциональная	Значение	1,22	1,97	1,57	0,36	0,99	1,12	1,62	1,39	0,94	1,28	3,35
	Ранг	7	2	4	11	9	8	3	5	10	6	1
Экономическая	Значение	0,97	0,76	1,01	0,31	1,89	0,50	2,77	1,04	0,41	0,09	4,10
	Ранг	6	7	5	10	3	8	2	4	9	11	1
Потенциальная	Значение	-0,70	0,13	0,48	0,50	0,03	-0,41	0,87	-0,09	0,34	-0,28	3,20
	Ранг	11	6	4	3	7	10	2	8	5	9	1

На основании данной информации можно сделать вывод о неравномерности уровня логистического развития в регионах Северо-Запада, а также о значительных колебаниях значений каждой из пяти перспектив для конкретного региона. Наилучшие показатели принадлежат Санкт-Петербургу и Ленинградской области, в которых достаточно равномерно развиты все аспекты логистики, необходимые для успешного освоения новых технологий региональной логистической координации. Высокий уровень экономического развития, большой товароборот, наличие крупных инфраструктурных объектов и близость к границе делает эти регионы своеобразными локомотивами развития Северо-Запада и центрами экономического притяжения.

Такие регионы как Калининградская и Псковская область, несмотря на статус пограничных регионов и хорошо развитую инфраструктуру, испытывают трудности с операционной, экономической и потенциальной составляющей, что не позволяет им в полной мере использовать преимущества географического положения. Новгородская область и Ненецкий автономный округ, судя по показателям, в целом не обладают на данный момент достаточным уровнем развития логистических технологий и не испытывают в полной мере потребность в реализации масштабных проектов, поэтому задачей для частного бизнеса и государственных структур должна стать в первую очередь развитие соответствующей транспортной инфраструктуры.

Архангельская и Мурманская области, несмотря на средний уровень показателей, обладают определенными перспективами в организации региональной координации, используя такие преимущества как близость к границе европейских государств и наличие развитой портовой инфраструктуры морского транспорта. Республика Карелия, Вологодская область и Республика Коми характеризуются значительной дифференциацией показателей логистического потенциала, что приводит к необходимости дальнейших исследова-

ний и совершенствования методики для однозначного определения потенциала данных регионов. В перспективе рассмотренная методика может применяться для комплексной оценки сильных и слабых сторон региональной логистики, для сравнения существующего и потенциального уровня логистики различных регионов и выявления наиболее перспективных центров развития технологий региональной логистической координации.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Прокофьева Т.А., Рабаданова И.А., Ювица В.Н. Региональные аспекты логистики и проблемы формирования макрологистических платформ в Сибирском федеральном округе (часть 1)// Логистика сегодня. – 2007. – №3. – С.192-202
2. Шпак А.В. Логистическая координация регионального процесса товародвижения в арктическом регионе [Электронный ресурс]. URL: <http://kuznik.viperson.ru/wind.php?ID=643691> (дата обращения: 15.06.2012)
3. Иванов А. Социально-экономическая эффективность создания логистического центра в регионе// Социальная политика и социальное партнерство. – 2011. – №1. – С.33-36
4. Никитинский В.Н. Актуальные проблемы создания региональных логистических центров// Логистика сегодня. – 2005. – №1. – С. 21–27.
5. Прокофьева Т.А., Сергеев В.И. Формат государственно-частного партнерства, как метод реализации инвестиционных проектов создания транспортно-логистических центров// Логистика и управление цепями поставок. – 2010 – №1. – С. 7-24
6. Загорская В. Рынок грузоперевозок в Северо-Западном регионе// Грузавтоинфо. – 2010. – №80. – С 26-31
7. Li Q., Zhang P. The study on measuring and comparison with regional logistics development level: As an example of Jilin Province and correlative provinces [Электронный ресурс]. URL: <http://scm.jlu.edu.cn/files/20101101083634.pdf> (дата обращения: 15.06.2012).

Селиверстов Ю. И., канд. техн. наук, проф.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

## ВОЗМОЖНОСТИ И ОГРАНИЧЕНИЯ ОЦЕНКИ ПАТЕНТОВ МЕТОДОМ ОСВОБОЖДЕНИЯ ОТ РОЯЛТИ

ROGOVA@intbel.ru

В статье описывается алгоритм метода освобождения от роялти, который в настоящее время часто применяется для оценки интеллектуальной собственности. Анализируются особенности и проблемные моменты использования метода для оценки патентов на объекты промышленной собственности.

**Ключевые слова:** интеллектуальная собственность (ИС), оценка, стоимость, доходный подход, рыночный подход, роялти.

Один из часто упоминаемых в специальной литературе и применяемых оценщиками методов оценки прав ИС – метод освобождения от роялти (метод упускаемых роялти, метод роялти). В публикациях по оценке ИС нами обнаружены две интерпретации логики метода. В одном случае предполагается, что обладание патентом на объект ИС освобождает его владельца от необходимости приобретения лицензии у некоего третьего лица и уплаты ему лицензионных платежей (роялти). Соответственно, стоимость патента приравнивается к потенциальной стоимости лицензионных платежей, которые заплатил бы хозяйствующий субъект, не имея он исключительного права на объект ИС. Во втором случае патент рассматривается как потенциальный источник доходов от лицензионной торговли, а его стоимость приравнивается к текущей стоимости потока гипотетических будущих доходов. Другими словами, рассматривается выгода, упускаемая в случае отказа от коммерциализации ИС. Нам больше импонирует второй вариант экономической логики метода, поэтому его мы и будем придерживаться.

Метод освобождения от роялти может быть отнесен как к рыночному, так и к доходному подходу. С одной стороны, он предусматривает использование в расчетах средних отраслевых ставок роялти. С другой стороны, метод предполагает прогнозирование будущих доходов лицензиара / платежей лицензиата и их дисконтирование или капитализацию. Дисконтирование осуществляется в случае, если прогнозируемые роялти в абсолютном выражении изменяются от периода к периоду, что в большей мере соответствует реальности. Капитализация – более простая процедура, но и более грубая, пригодная только для оценки ИС, успешно прошедшей коммерциализацию и приносящей стабильный доход.

Методика оценки ИС сводится к следующему.

1) Определяется сфера применения запатентованного объекта ИС (удовлетворяемая им потребность), проводятся маркетинговые исследования по определению емкости рынка и доли рынка, которую способен занять лицензиат.

2) Устанавливается период прогнозирования ( $T$ ), который, как правило, короче установленного законом срока действия исключительных прав (20 лет для изобретений, 10 лет для полезных моделей), так как учитывает возможность появления более совершенных товаров-заменителей или новых технических решений и технологий производства. Обычно  $T$  принимают равным 5-7 годам.

3) Прогнозируется потенциальный объем продаж и выручка лицензиата от продажи инновационной продукции, выпущенной по лицензии, или от продажи продукции, изготовленной с применением запатентованной технологической инновации ( $Выр_{инт}$ ).

4) По таблице определяется стандартная для отрасли ставка роялти ( $C_p$ ). Подобные таблицы можно найти в учебниках по оценке ИС, например, в работах [1, с. 300-303], [2, с. 324-327]. В них приводится диапазон ставок роялти. Поэтому требуется обоснование выбора конкретного значения ставки в пределах табличного диапазона. При этом необходимо учитывать специфику объекта ИС, уровень его готовности к промышленному использованию и условия лицензионного договора. Источники информации для формирования отраслевых стандартов детально описаны в работе [2, с. 65-86].

5) Гипотетические величины роялти ( $P_t$ ) в каждом из интервалов  $t$  прогнозного периода определяются путем применения ставки роялти к прогнозируемой выручке лицензиата в интервале  $t$ :

$$P_t = Выр_{инт,t} \times C_p.$$

6) Оцениваются вероятные периодические транзакционные издержки ( $ТИ_t$ ) лицензиара по спецификации и защите исключительных

прав (госпошлины за поддержание патента в силе, расходы на мониторинг соблюдения монополии патентообладателя и защиту нарушенных прав).

7) Стоимость патента ( $V$ ) определяется путем дисконтирования потока роялти, скорректированного на величины транзакционных издержек:

$$V = \sum [(P_t - ТИ_t) / (1+r)^t],$$

где  $r$  – ставка дисконта, учитывающая риски инновационного бизнеса лицензиата, в котором используется защищенный исключительным правом объект ИС.

Метод освобождения от роялти считается простым, но, с нашей точки зрения, это простота является ложной. Каждый шаг алгоритма его реализации сопряжен с необходимостью расчета и/или экспертного обоснования значений промежуточных показателей, таких как прогнозируемая выручка лицензиата, ставка роялти, ставка дисконта, транзакционные издержки.

Некоторые специалисты по экономическим проблемам ИС критически относятся к результатам оценки указанным методом. Например, А.Н. Козырев говорит о неадекватности метода и сравнивает его с часами, которые стоят, и потому два раза в сутки показывают точное время [3]. Основные претензии, которые ставят под сомнение достоверность оценки ИС методом упускаемых роялти, сводятся к следующему.

1) Лежащая в основе метода логика такова, что основанные на ней расчеты не отражают всех преимуществ и возможностей, иначе говоря, реальных опционов, которые несет в себе патент (например, по развитию собственного производства, по блокированию действий конкурентов). При оценке стоимости патента методом упускаемых роялти цена этих опционов игнорируется. По сути, определяется не стоимость исключительного права, а стоимость простой лицензии.

2) Метод принадлежит к рыночному подходу к оценочной деятельности и предполагает использование накопленной отраслевой статистики ставок роялти. Рынок ИС в России находится в начальной стадии становления. Сделки по уступке патентов и торговле лицензиями можно пересчитать по пальцам. По данным Роспатента, лицензируется около 1-1,5% выданных патентов. Следовательно, апелляции к так называемым среднерыночным данным ставок роялти можно подвергнуть сомнениям.

3) Стандартные ставки роялти не дифференцируются в зависимости от объема прав и обязанностей сторон, предусмотренных договорами, хотя очевидно, что простая лицензия и исключительная лицензия дают лицензиату раз-

ные возможности экспансии на рынок, по-разному влияют на свободу действий лицензиара, а значит и предусматривают разные ставки лицензионных платежей.

4) Применение метода может привести как к завышению, так и к занижению стоимости патента. Возможность занижения обусловлена тем, что рассчитанная величина, как отмечалось выше, является стоимостью лицензии и не учитывает реальных опционов патента. С другой стороны, метод априори предполагает коммерческий потенциал объекта ИС и наличие спроса на приобретение лицензии. Это зачастую не отвечает действительности и косвенно подтверждается фактами отказа правообладателей от поддержания патентов в силе задолго до истечения нормативного срока охраны исключительных прав. Другими словами, патент может вообще ничего не стоить.

С нашей точки зрения, рассмотренный метод имеет право на существование, но с оговоркой об осторожном и взвешенном подходе к выбору ставки роялти. Предмет оценки в подавляющем большинстве случаев специфицирован, аналогии найти очень трудно. Чтобы получить адекватную оценку стоимости объекта и/или права интеллектуальной собственности, необходимо анализировать контекст конкретной сделки, определить, какую выгоду этот объект может принести потенциальным контрагентам в различных обстоятельствах и затем пытаться перевести ее в денежное выражение.

Представляют интерес возможности «нетрадиционного» использования метода освобождения от роялти. Например, при обосновании выбора между уступкой исключительного права (продажей патента) и заключением лицензионных договоров. Или в составе другого метода оценки интеллектуальной стоимости, в частности, модели экономической добавленной стоимости ( $EVA$ , *economic value added*).

Модель  $EVA$  часто характеризуется как одна из альтернатив традиционной методологии оценки бизнеса, но может применяться и для целей оценки ИС. Прогрессивность новых продуктов и технологий рассматривается как источник экономической прибыли, обеспечивающей более высокую рентабельность активов по сравнению со среднеотраслевым уровнем.

В случае оценки бизнеса по модели  $EVA$  его стоимость в рамках прогнозного периода определяется суммированием величины инвестированного капитала (стоимости активов без предположения об их дальнейшем коммерческом использовании) и приведенной стоимости потока экономической прибыли. Прирост стоимости происходит в том случае, если отдача на вло-

женный капитал, оцениваемая рентабельностью активов по чистой операционной прибыли за вычетом налогов, превзойдет стоимость инвестированного капитала.

Этот подход может быть интерпретирован для оценки ИС следующим образом. Предметом оценки выступает стоимость объекта ИС, который еще не коммерциализирован, но защищен исключительным правом. Для того чтобы получить операционную прибыль (денежный приток) от его использования, необходимо осуществить инвестиции в коммерциализацию – довести ИС до готовности к промышленному использованию (например, профинансировать опытно-конструкторские и проектно-технологические работы по созданию технической документации, приобретение оборудования, пуско-наладку, продвижение инновационной продукции на рынок). Следовательно, обоснованная стоимость предмета оценки складывается из трех составляющих: стоимости соответствующего объекта/права ИС без учета дозложений в его коммерциализацию; текущей стоимости инвестиций в коммерциализацию (со знаком «минус»); текущей стоимости ожидаемых в результате коммерциализации экономических прибылей. Для оценки первого слагаемого вполне применим метод освобождения от роялти. При этом в расчет необходимо принимать заниженные ставки роялти по сравнению с уровнем, соответствующим полноценным лицензионным договорам, которые предусматривают передачу технической документации и оказанием консультационной поддержки в ходе внедрения новшества.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Азгальдов, Г.Г. Оценка стоимости интеллектуальной собственности и нематериальных активов / Г.Г. Азгальдов, Н.Н. Карпова. – М.: Международная академия оценки и консалтинга, 2006. – 400 с.

2. Козырев, А.Н. Оценка стоимости нематериальных активов и интеллектуальной собственности / А.Н. Козырев, В.Л. Макаров. – М.: Интерреклама, 2003. – 352 с.

3. Оценка интеллектуальной собственности: новые тенденции и потребности практики // Стенограмма круглого стола ЦЭМИ РАН от 20 декабря 2011 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.labrate.ru/20111220/stenogramma.htm>

*Жучкова Е. В., ст. преп.,  
Слабинская И. А., д-р экон. наук, проф.,  
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова*

## ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ АСПЕКТЫ СОЗДАНИЯ СЛУЖБЫ ВНУТРЕННЕГО АУДИТА В ДИСТРИБЬЮТОРСКИХ ОРГАНИЗАЦИЯХ

[slabinskaja@intbel.ru](mailto:slabinskaja@intbel.ru)

*Раскрыта необходимость создания службы внутреннего аудита в дистрибьюторских организациях. Приведены понятия элементов управления организацией, структурных уровней внутреннего контроля и его целей. Дается авторское определение внутреннего контроля и аудита.*

**Ключевые слова:** Аудит, внутренний аудит, структура управления, внутренний контроль.

Возникновение, становление и развитие рыночных отношений в России не могли не затронуть одну из наиболее значимых отраслей социальной сферы народного хозяйства - здравоохранение. Это, прежде всего, выразилось в появлении в фармацевтической отрасли частного сектора и уменьшении участия государства в системе распределения лекарственных средств. Намечившаяся тенденция открыла возможность формирования на рынке широкого ассортимента лекарственных средств, как отечественных, так и зарубежных производителей, а это, в свою очередь, привело к повышению спроса на лекарственные препараты, росту объема фармацевтического рынка и возникновению дистрибьюторских услуг.

Развитие дистрибьюторских компаний, как и любой коммерческой организации, прежде всего, направлено на получение доходов, рост товарооборота и повышение их доли на рынке. Текущие тенденции развития фармацевтического рынка состоят в ужесточении конкуренции российских и западных дистрибьюторских компаний, аптечных сетей и пунктов. Вследствие этого возникает объективная потребность в оптимизации деятельности торговых фармацевтических компаний, направленной на совершенствование технологических процессов закупочно-сбытовой деятельности, рост производительности складских мощностей и повышение эффективности использования внутренних ресурсов компаний.

Одним из основных способов достижения этих целей является формирование эффективной системы управления организацией, основанной на получении своевременной, полной и достоверной информации, пригодной для принятия эффективных управленческих решений, а также наличия уверенности руководства в функционировании текущих процессов на соответствующем уровне. Из этого следует, что уровень действующего контроля в дистрибьюторских компаниях должен обеспечивать руководство необходимой информацией о качественном исполне-

нии поставленных задач и своевременном выявлении всех негативных факторов, способных нарушить их выполнение.

При этом следует отметить, что от работы дистрибьюторского звена, от того, как быстро будет поставлен необходимый препарат и какого качества, будет зависеть здоровье и жизнь человека. Поэтому в системе внутреннего контроля дистрибьюторской компании должно уделяться особое внимание таким важным аспектам деятельности, как:

- исключение из оборота фальсифицированных и просроченных лекарственных средств путем повышения качества контрольной деятельности за реализуемым ассортиментом;
- поддержание высоких требований информации о поставщиках и усиление контроля за исполнением нормативных актов органов здравоохранения по обороту лекарственных средств;
- соблюдение требований к организации складских мощностей, следование нормативам по приемке товара, установке паллетов и стеллажей хранения товара, разделения мест хранения, учитывающих требования производителей и инструкций органов здравоохранения;
- наличие высококвалифицированных специалистов только в области фармацевтики (провизоров, лаборантов и т.д.), но и качественном обучении складского персонала по работе с лекарственными средствами;
- внедрение высокотехнологичных автоматизированных элементов управления, позволяющих повысить оперативность получения информации об объекте контроля;
- разработка и внедрение методик обследования системы внутреннего контроля, учитывающих контрольную деятельность на уровне выполнения отдельных бизнес-процессов;
- определение функций и принципов взаимодействия субъектов контроля.

Необходимо отметить, что организация и развитие системы внутреннего контроля и аудита направлено на совершенствование и оптимизацию действующих процессов дистрибьютор-

ских компании, пересмотр и изыскание механизмов снижения неоправданных потерь и издержек, а также повышение уверенности руководства в четком исполнении установленных целей.

Таким образом, организация и развитие системы внутреннего контроля и аудита должна охватывать всю деятельность дистрибьюторской компании.

В рыночных отношениях основополагающими условиями динамического развития организации выступает способность достижения поставленных целей, четкое следование намеченным ориентирам и выработанным стратегиям развития, поддержание устойчивого финансово-экономического и правового положения. Выполнение перечисленных условий определяют эффективность управления организацией.

Согласно теории управления ее традиционными элементами являются:

- планирование - сбор, обработка, анализ информации и принятие практических решений;
- организация и регулирование - процесс реализации принятого управленческого решения;
- учет - сбор, обработка и регистрация информации о результатах практических решений;
- анализ - разложение компонентов, полученных на этапе формирования результата, и проведение их детальной оценки с целью определения уровня эффективности выбранного управленческого решения.

Контроль, по мнению Института Внутренних аудиторов (США), является действием, предпринятым органом управления, для повышения вероятности того, что установленные цели будут достигнуты.

То есть контроль, как важная часть системы управления обеспечивает оптимальность выполнения процессов на каждой стадии их действия. Контроль должен охватывать все процессы деятельности организации, хотя практика показывает, что отдельные руководители считают, что для достижения результата не требуется контроля за функционированием организации.

В небольших организациях функции внутреннего контроля, как одного элемента процесса управления, выполняют сотрудники, закрепленные за конкретным участком. Руководство организации подобного уровня имеет достаточно времени и ресурсов для проведения самостоятельной оценки информации об потенциальных рисках и разработке методов их предотвращения.

Систему внутреннего контроля организации правомерно подразделяют на следующие

элементы или структурные уровни:

- государственный контроль;
- аудиторский контроль (его часто называют также независимым контролем);
- внутренний контроль (т.е. контроль, организованный на уровне непосредственно хозяйствующего субъекта);
- общественный контроль (т.е. контроль со стороны контрагентов по финансово-хозяйственным договорам, кредиторов, инвесторов и т.д.).

Внутренний аудит в западных странах зародился еще в начале XX века и получил значительный импульс к развитию после Второй Мировой войны в ответ на возросшие объемы операций и децентрализацию компаний. В 1941 г. в США был создан Институт внутренних аудиторов, профессиональная ассоциация внутренних аудиторов, ставящая своей целью развитие и популяризацию профессии внутреннего аудитора и выработку стандартов профессиональной деятельности. В настоящее время Институт насчитывает около 72 тыс. членов и представлен в более 120 странах. А всего в мире насчитывается порядка одного миллиона людей, в той или иной степени занимающихся внутренним аудитом.

Множество компаний по всему миру страдает от неэффективного использования трудовых, финансовых и материальных ресурсов, от недостатка, необходимой для принятия правильных решений, информации, непреднамеренного и преднамеренного искажения отчетности, прямого мошенничества со стороны персонала и управляющих. Подобных проблем можно избежать путем создания внутри самих компаний эффективной **системы внутреннего контроля**.

Любая деятельность внутри организации осуществляется в рамках двух систем. Одна - это операционная (организационная) система, построенная для достижения заданных целей. Другая система - это система контроля, пронизывающая операционную (организационную) систему. Она состоит, в общем виде, из политики, процедур, правил, инструкций, бюджетов, системы учета и отчетности. Эта система направлена, в конечном итоге, на создание необходимых предпосылок и повышение вероятности того, что компания в целом и менеджеры компании, в частности, достигнут поставленных целей.

Следует отметить, что впервые понятие внутреннего контроля появилось в лексиконе еще в начале XVIII века. А как система контроля деятельности предприятия это понятие сформировалось к началу XX столетия в виде совокуп-

ности трех элементов: разделение полномочий, ротация персонала, использование и анализ учетных записей. Позже функции внутреннего контроля значительно расширились, преобразовались в организацию и координирование действий, направленных на обеспечение сохранности активов, проверку надежности учетной информации, повышение эффективности операций, следование предписанной политике и процедурам компании. Таким образом, новые функции вывели понятие внутреннего контроля за рамки круга вопросов, относящихся к обычному бухгалтерскому учету. Эволюционируя и расширяя сферу своего приложения, внутренний контроль к концу XX века уже превратился в инструмент контроля за рисками, где его функции тесно взаимодействуют с функцией управления рисками - риск-менеджментом.

Таким образом, внутренний контроль есть процесс, направленный на достижение целей компании, и являющийся результатом действий руководства по планированию, организации, мониторингу (контролю) деятельности компании, как в целом, так и ее отдельных подразделений. Менеджеры компании должны, во-первых, поставить цель и определить задачи компании и отдельных подразделений и построить соответствующую этому рациональную структуру организации. И, во-вторых, обеспечить функционирование эффективной системы документирования, учета и отчетности, разделение полномочий, авторизации, мониторинга для достижения поставленных целей и решения управленческих и стратегических задач организации.

Таким образом, определение внутреннего контроля с точки зрения его бухгалтерского понимания состоит в следующем: внутренний контроль – это структура, политика, правила, процедуры по обеспечению сохранности активов компании, получения доходов и достоверности бухгалтерских данных о всех хозяйственных операциях, осуществляемых в организации. Это дает достаточную уверенность в том, что:

- все операции в компании должным образом авторизованы;
- вся информация своевременно и точно отражается в отчетности в соответствии со стандартами учета;
- доступ к активам компании осуществляется на основании соответствующей авторизации и их наличие путем инвентаризации сверяется с данными бухгалтерского учета.

При этом, важно осознавать, что внутренний контроль полезен только в том случае, если направлен на достижение конкретных целей, и, прежде чем оценивать результаты контроля,

необходимо определить эти цели. Рассмотрим основные требования внутреннего контроля:

- надежность и полнота информации;
- соответствие учетной политике, стратегическим планам, процедурам, действующему законодательству;
- обеспечение сохранности активов;
- экономичное и эффективное использование ресурсов;
- достижение подразделениями компании поставленных целей и задач.

На наш взгляд, система внутреннего контроля должна быть основана на следующих принципах:

- *организация*: простая организационная структура с четкими линиями подчиненности, ответственность в рамках полномочий, отчетность перед вышестоящими руководителями, разграничение критических функций, возможность быстрого реагирования при изменении как внутренних, так и внешних факторов, четкое определение роли и ответственности каждого отдела, надлежащий уровень контроля деятельности сотрудников и периодическая оценка результатов их работы.

- *политика*: утверждается на уровне руководства в соответствии с целями и задачами организации и издается в письменном виде, доводится до сведения сотрудников, периодически пересматривается и обновляется по мере необходимости.

- *процедуры*: обеспечивают разграничение критических функций, максимально просты и понятны, не противоречат и не дублируют друг друга, периодически пересматриваются и обновляются по мере необходимости.

- *персонал*: оценка личных качеств кандидатов при приеме на работу, профессиональные тренинги и курсы, четкое определение роли, обязанности и ответственность, своевременная ротация кадров.

- *учет*: необходим для принятия эффективных решений, ведется по организационным подразделениям компании.

- *отчетность*: отчеты своевременны, просты и последовательны, доступны для восприятия и понимания.

- *бюджеты*: служат инструментом анализа достижения целей, поставленных перед подразделениями, и способствуют улучшению координации деятельности различных отделов.

Важно отметить, что целью дистрибьюторской компании должно являться не создание системы контроля, которая бы полностью гарантировала отсутствие возможных отклонений, ошибок и неэффективности в работе, а системы, которая помогала бы их своевременно выявлять



и устранять, способствуя повышению эффективности работы в целом, так и каждого структурного подразделения и рациональности ее создания. Ведь ресурсы, направленные компанией на создание избыточного контроля, могли бы быть использованы для достижения других целей и задач. Однако, даже хорошо выстроенная и организованная система внутреннего контроля нуждается в оценке своей эффективности как с точки зрения достижения поставленных целей, так и с точки зрения экономичности. Этой цели служит, как уже говорилось выше, **внутренний аудит**.

Таким образом, внутренний аудит является оценкой надежности и эффективности существующей системы внутреннего контроля, а внутренние аудиторы - людьми, призванными непредвзято, объективно и профессионально провести такую оценку. Иными словами, *внутренний аудит есть функция независимой оценки всех сторон хозяйственной деятельности организации, осуществляемая изнутри организации и направленная на создание у менеджеров компании уверенности в том, что существующая система контроля достаточно надежна и эффективна*.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Арнс А., Лоббек Дж. Аудит / пер. с англ.; под общ. Ред. Я.В. Соколова. – М.: Финансы и статистика, 1995. (Сер. По бухгалтерскому учету и аудиту).
2. Бурцев В. Использование внутреннего контроля коммерческой организации в государственном и управленческом аудите. // В.Бурцев. // Аудит и налогообложение. - 2002. - N 2. - С. 22-26.
3. Другова З.К. Разработка системы внутреннего контроля для повышения качества управления деятельностью аптечной организации: Методические рекомендации /З.К.Другова, А.М.Битерякова, М.В.Малаховская // Томск: Изд-во ТПУ, 2006. - 34 с.
4. Ендовицкий Д.А. Обоснование места внутреннего аудита в системе внутреннего контроля. //Д.А.Ендовицкий; А.А.Аронова // Аудитор N 12 2003. - 37-45.//
5. Кононова С.В. Фармацевтические услуги, формирование рынка. /С.В.Кононова, Г.А.Олейник. // Новая аптека. - 2003. - N 6. - С. 25-31.
6. Подольский В.И., Савин А.А., Сотникова Л.В. и др. Аудит: учебник для вузов / под ред. Проф. В.И. Подольского. – 3-е изд., перераб. И доп. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003.

# ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

Рыбакова М. В., канд. техн. наук, н. с.  
Барбанягрэ В. Д., д-р техн. наук, проф.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова  
Везицес А. И., д-р техн. наук, проф.  
Белгородский национальный исследовательский университет «НИУ «БелГУ»

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОСТАВА ЦЕМЕНТНОГО КАМНЯ ПО ДАННЫМ ЭНЕРГОДИСПЕРСИОННОГО АНАЛИЗА

marina-rybakova@yandex.ru

Исследован состав гидратированного цементного камня с помощью энергодисперсионного микроанализа. Установлено, что при механоактивации клинкера в водной среде обеспечивается равномерно распределенная концентрация атомов химических элементов в цементном камне на основе суспензии мокрого помола.

**Ключевые слова:** энергодисперсионный микроанализ, цементный камень, клинкер, структура.

Энергодисперсионный микроанализ является одним из наиболее эффективных методов количественного и полуквантитативного неразрушающего элементного анализа [1]. Исследуемый образец с помощью электронного микрозонда облучается очень узким направленным потоком электронов высокой энергии, внутренняя электронная оболочка атомов облучаемого вещества переходит в возбужденное состояние и испускает рентгеновское излучение характерного спектра. Объем зоны взаимодействия пучка электронов с образцом непосредственно определяет пространственное разрешение и глубину, на которой можно выполнить анализ. Он зави-

сит от плотности материала образца и ускоряющего напряжения. Из анализа характеристического рентгеновского излучения определяется, какие элементы входят в его состав и в каких количественных соотношениях они состоят [2].

Определение состава цементного камня производилось с помощью растрового ионно-электронного микроскопа серии QUANTA 200 3D фирмы «FEI Company» (США), совмещенного с персональным компьютером. В качестве исходных компонентов в работе использовался клинкер (табл. 1) ЗАО «Белгородский цемент», на основе которого механоактивацией получали высокопрочный цементный камень [3].

Таблица 1

Химический состав клинкера, масс. %

CaO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	SO <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	ппп	Σ
66,8	21,59	5,38	4,37	0,71	0,11	0,17	0,69	0,46	0,12	100,4

Химический состав исходного клинкера и цемента сухого лабораторного помола на его основе (расчетный состав) из оксидной формы пересчитывался по элементам с целью сравнения с данными, полученными рентгеноспек-

тральным анализом (рис.1): цемента сухого лабораторного помола (ЦСП) с удельной поверхностью 300 м<sup>2</sup>/кг и цементной суспензии мокрого помола (ЦСМП).

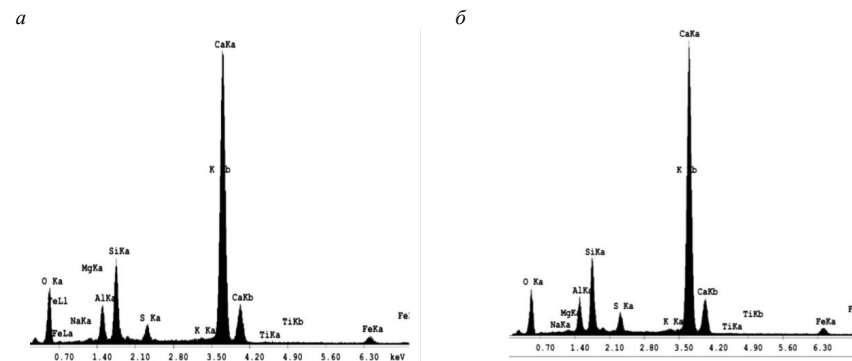


Рис. 1. Спектр рентгеновского излучения:

а – цемента сухого помола; б – цементной суспензии мокрого помола

Таблица 2

Элементный состав, масс. %

Исследуемый материал	Ca	Si	Al	Fe	Mg	S	Na	K	Ti	O	Σ
Расчетный											
Клинкер	47,71	10,08	2,85	3,06	0,43	0,04	0,06	0,57	0,28	35,13	100,33
Цемент	46,57	9,61	2,72	2,91	0,42	0,86	0,04	0,49	0,18	35,43	100,44
Фактический											
ЦСП	47,24	8,43	3,84	3,37	0,42	2,33	0,18	0,66	0,21	33,31	100,0
ЦСМП	50,94	8,48	3,93	3,51	0,67	1,89	0,52	0,63	0,23	28,87	100,0

Из полученных данных (табл. 2) следует, что расчетный состав цемента с фактическим практически совпадают, что говорит о достоверности результатов рентгеноспектрального микроанализа. В цементной суспензии мокрого помола наблюдаются изменения по кальцию (Ca) и кислороду (O). Так, в суспензии однодневного возраста анализом определено 28,87 % кислорода, что на 4,44 % меньше, чем в исходном цементе сухого помола. Это, вероятно, связано с наличием в вакууме микроскопа в обезвоженной суспензии гидратных фаз, содержащих экранированную от электронного луча воду в виде эттрингита и цементного геля. Таким образом, расчет производился на большую, чем содержание исходного цемента, массу, поэтому

концентрации по кислороду и кремнию оказались заниженными. Роль экрана выполнит плотный слой повышенного содержания CaO.

При анализе гидратированного цементного камня в 28-ми суточном возрасте, независимо от сухого и мокрого способа помола клинкера (рис. 2), наблюдается повышенная концентрация кислорода (от 41,83 % до 43,59 %), что связано с наличием замкнутой пористости в цементном камне: количество кислорода, связанного в виде воды и гидросиликатов в порах, увеличивает массу анализируемого материала, и вычисленные концентрации элементов автоматически становятся меньше, как частные от деления на большую массу в знаменателе.

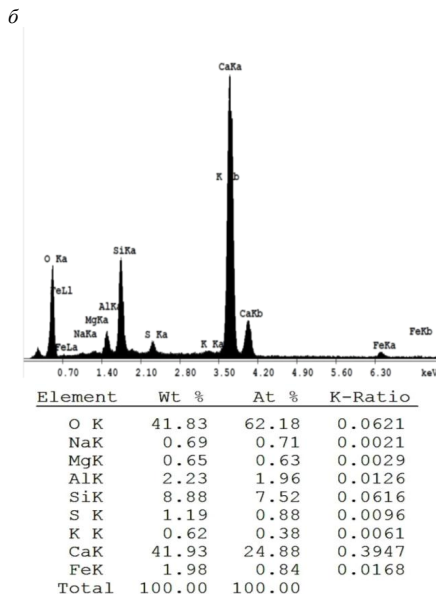
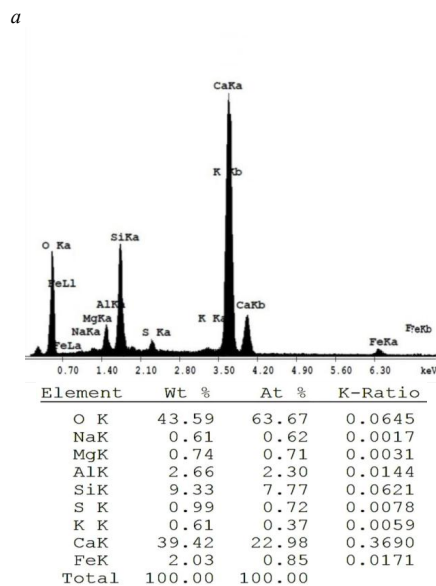


Рис. 2. Спектр рентгеновского излучения со всей поверхности скола цементного камня на основе: а – цемента сухого помола; б – цемента мокрого помола

Для сравнения результатов элементного анализа гидратированного цементного камня с исходным негидратированным цементом производился пересчет элементов по кислороду в ис-

следуемых образцах по стехиометрическим коэффициентам, соответствующим оксидной форме соединений (CaO, SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и т.д.). Данные представлены в табл. 3.

Таблица 3

Элементный состав цементного камня (ЦК), масс. %

Исследуемый материал	Ca	Si	Al	Fe	Mg	S	Na	K	O	Δ O
Фактический по всем элементам										
ЦК на основе сухого помола	39,42	9,33	2,66	2,03	0,74	0,99	0,61	0,61	43,59	+ 11,6
	Расчетный состав по кислороду									
	15,77	10,66	2,36	0,87	0,49	1,49	0,21	0,13	32,0	
Фактический по всем элементам										
ЦК на основе мокрого помола	41,93	8,88	2,23	1,98	0,65	1,19	0,69	0,62	41,83	+ 9,5
	Расчетный состав по кислороду									
	16,77	10,15	1,98	0,85	0,43	1,78	0,24	0,13	32,33	

Разница по кислороду в 2,1 % в ЦК сухого и мокрого помола также как и абсолютные значения замкнутой пористости, соответствуют полученным ранее данным по величине пористости (табл. 4). Превышение фактического содержания кислорода над расчетным при сканировании образца в микроскопе вызвано наличием неиспаряемой воды, находящейся в гидратных фазах и, преимущественно, в замкнутых порах цементного камня.

на основе суспензии мокрого помола обладает более плотной, однородной и мелкокристаллической структурой с малым количеством пор во все сроки твердения. В цементном камне сухого помола образуется более пористая неоднородная структура. Такая неравномерность в структуре снижает прочность цементного камня и бетона. Данные по пористости цементного камня подтверждаются результатами, представленными в табл. 4.

Электронно-микроскопическими исследованиями установлено [4], что цементный камень

Таблица 4

Пористость цементного камня различного помола (при В/Ц=0,26), %

№ п/п	Способ помола	Общая	Открытая	Закрытая
1	Сухой	31	20,7	10,3
2	Мокрый	25	16,7	8,3

Повышенная прочность цементного камня на основе цементной суспензии мокрого помола объясняется меньшей пористостью и, как следствие, большей плотностью.

Таким образом, использованный способ сравнения фактической концентрации кислорода с расчетной стехиометрической величиной имеет более общее назначение и позволяет определять замкнутую пористость любого ограниченного по количеству и виду гидратированного материала, если известен химический состав исходного негидратированного материала в оксидной форме.

Исследования количественного элементного состава структуры гидратированного цементного камня на основе суспензии мокрого помола в возрасте 28 суток показали наличие равномерно распределенной концентрации атомов кальция как по всей поверхности скола образца,

так и в его малом участке (табл. 5). Это подтверждает усиление процессов гидролиза клинкерных фаз и свидетельствует об интенсификации гидратационных процессов при помолке клинкера в воде. В суспензии мокрого помола мелкодисперсная масса быстро гидратируется и обволакивает зерна клинкера, при этом, равномерно распределяясь по всему объему, что обеспечивает однородную матрицу цементного камня, более плотную и прочную.

В гидратированном цементном камне на основе сухого помола наблюдается резкое отличие элементного состава малого участка скола образца относительно его общей поверхности (табл. 5). Это свидетельствует о неравномерном распределении зерен гидратных фаз цемента по всему объему цементного камня, что, в свою очередь, предопределяет неоднородность его состава, структуры, плотности и прочности.

Таблица 5

## Элементный состав цементного камня (ЦК), масс. %

Исследуемый материал	Ca	Si	Al	Fe	Mg	S	Na	K	O	Σ
ЦК на основе сухого помола	со всей поверхности скола									
	39,42	9,33	2,66	2,03	0,74	0,99	0,61	0,61	43,59	99,99
	в малом участке									
	20,02	14,09	3,35	0,44	0,83	1,51	0,31	0,32	59,13	100,0
ЦК на основе мокрого помола	со всей поверхности скола									
	41,93	8,88	2,23	1,98	0,65	1,19	0,69	0,62	41,83	100,0
	в малом участке									
	43,15	7,17	1,30	1,19	0,21	1,14	0,31	0,52	45,02	100,0

Таким образом, методом энергодисперсионного анализа установлено, что при механоактивации клинкера в водной среде обеспечивается равномерно распределенная концентрация атомов химических элементов в цементном камне на основе суспензии мокрого помола. При этом имеет место значительное увеличение дисперсности, степени гидратации и гидролиза клинкерных фаз с последующим формированием плотной, однородной, мелкокристаллической структуры, позволяющей достигать особо высокой прочности (в 1,5-2 раза) в возрасте 1-3 суток.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Малви, Т. Количественный электронно-зондовый микроанализ / Т. Малви, В.Д. Скотт, С.Дж. Рид, М.Дж.К. Кокс. – М.: Мир, 1986. – 352 с.

2. Рид, С. Дж. Б. Электронно-зондовый микроанализ и растровая электронная микроскопия в геологии / С.Дж.Б. Рид. – М.: Недра, 2008. – 232 с.

3. Рыбакова, М.В. Интенсификация процесса твердения цементного камня на основе механоактивированной суспензии / М.В. Рыбакова, В.Д. Барбанягрэ // Сб. докладов II Международного семинара-конкурса молодых ученых и аспирантов, работающих в области вяжущих веществ, бетонов и сухих смесей. – Москва, 2011. – С. 109–114.

4. Рыбакова, М.В. Формирование структуры быстротвердеющего высокопрочного цементного камня на основе цементной суспензии мокрого помола / М.В. Рыбакова, В.Д. Барбанягрэ, А.Н. Тищенко, Р.Н. Саенко // Инновационные материалы и технологии: сб. докл. Междунар. науч.-практ. конф., Белгород, 11 – 12 окт., 2011г. / Белгор. гос. технол. ун-т. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2011. – Ч 2. – С.169 – 172.

Чичварин А. В., канд. хим. наук, доц.  
Старооскольский технологический институт (филиал) МИСиС  
Игуменова Т. И., канд. техн. наук, докторант, доц.  
Гудков М. А., аспирант  
Воронежский государственный университет инженерных технологий

ОСОБЕННОСТИ ТЕПЛООВОГО СТАРЕНИЯ СТИРОЛЬНОГО КАУЧУКА СКС 30 АРК ПОД ВЛИЯНИЕМ СМЕСИ ФУЛЛЕРЕНОВ ГРУППЫ C<sub>50</sub>-C<sub>92</sub>

ach82@mail.ru

Рассмотрен механизм взаимодействия смеси фуллеренов группы C<sub>50</sub> – C<sub>92</sub> с очищенным от антиоксидантов каучуком СКС30АРК. Выявлено влияние фуллеренов на макромолекулы исследуемого каучука, вызванное взаимодействием фуллерена с π-электронами бензольной структуры стирола.

**Ключевые слова:** каучук, фуллерен, инфракрасный спектр, факторный анализ.

Модификация полимерных систем углеродными наноматериалами позволяет придать полимерам ряд полезных свойств, а поиск эффективных модификаторов материалов является одной из приоритетных задач теоретических и прикладных научных исследований [1].

Открытие в 1985 г. фуллеренов – замкнутых трехмерных молекул, состоящих исключительно из углерода, – одно из самых замечательных открытий в химии за последние десятилетия. В качестве вводимых в различные системы соединений, они представляют собой большой электродефицитный темплат, способный образовывать с донорами электронов ряд соединений с переносом заряда, а также соединения включения ван-дер-ваальсова типа, особенно в твердом состоянии [2].

В качестве объектов исследования рассматривали стирольный каучук СКС30АРК. Для уточнения процессов происходящих в анализируемом эластомере он был подвергнут переосаждению с целью очистки от антиоксидантов. Выбор объектом исследования переосажденного каучука, очищенного от стабилизаторов, введенных при синтезе, позволяет выявить основной механизм взаимодействия фуллеренов с полимерными цепями на молекулярном уровне, что даст возможность проработать теоретические вопросы по термодеструкции полимеров в присутствии углеродных наноматериалов.

Переосаждался 3 % толуольный раствор каучука в этиловом спирте, с дальнейшей сушкой под тягой до полного удаления растворителя, о чем судили по постоянной массе полимера. Взвешивание проводили на аналитических весах НТН-120СЕ, точность ±0,1мг. Для интенсификации процесса растворения использовали орбитальный шейкер OS 350R. Частота вращения составила 150 об/мин.

Модификация исследуемых полимеров проводилась смесью фуллеренов следующего состава C<sub>50</sub> – C<sub>58</sub> (14,69%), C<sub>60</sub> (63,12%), C<sub>62</sub> - C<sub>68</sub> (5,88%), C<sub>70</sub> (13,25%), C<sub>72</sub> – C<sub>92</sub> (3,06%), для чего был приготовлен их раствор в толуоле [3]. Кон-

центрация вводимой смеси фуллеренов составила 0,06 % масс.

Термическая обработка исследуемого полимера проводилась в воздушном термостате SNOI 58/350 в течении 24 часов при температуре 373К.

Для определения структуры исследуемых каучуков использовали метод ИК-Фурье спектроскопии нарушенного полного внутреннего отражения (НПВО) в варианте с 10-тикратным прохождением луча через пробу и кристалл НПВО. Исследования проводили на ИК-Фурье спектрометре NICOLET6700. Выбранный спектральный диапазон составил от 400 до 4000см<sup>-1</sup>. Для регистрации оптических характеристик использовали монолитные пленки каучуков, толщиной 20 мкм, полученные на алюминиевой подложке из 1 % толуольных растворов.

Были исследованы следующие образцы анализируемого стирольного каучука:

1. Пленка переосажденного товарного каучука СКС 30 АРК (контрольный образец).
2. Пленка переосажденного товарного каучука СКС 30 АРК подвергнутая термической обработке.
3. Пленка переосажденного товарного каучука СКС 30 АРК, модифицированного смесью фуллеренов группы C<sub>50</sub> – C<sub>92</sub>.
4. Пленка переосажденного товарного каучука СКС 30 АРК, модифицированного смесью фуллеренов группы C<sub>50</sub> – C<sub>92</sub>, подвергнутая термической обработке.

Полученные спектры характеризуются высокой степенью сходимости, что видно из данных рис. 1.

На присоединение кислорода при термической обработке указывает увеличение интенсивности полос поглощения гидроксильных (3640 см<sup>-1</sup>) и карбонильных групп (1720 см<sup>-1</sup>), что провоцирует снижение интенсивности остальных полос поглощения различных категорий участков исследуемых спектров.

Поскольку при классическом подходе интерпретация результатов ИК-спектров в случае

очень малых различий значений оптической плотности (как это наблюдается при взаимодействии очень небольших концентраций наноматериалов с полимерами) является сложной задачей, то актуальным будет поиск эффективного метода решения подобной задачи. По этой причине решение задачи классификации неясных

взаимодействий по группам проведено путем однофакторного дискриминантного анализа ИК-спектров, что в случае очень малых изменений оптической плотности позволяет представить статистически достоверную информацию о влиянии вводимого модификатора на поведение исследуемых полимерных пленок [4].

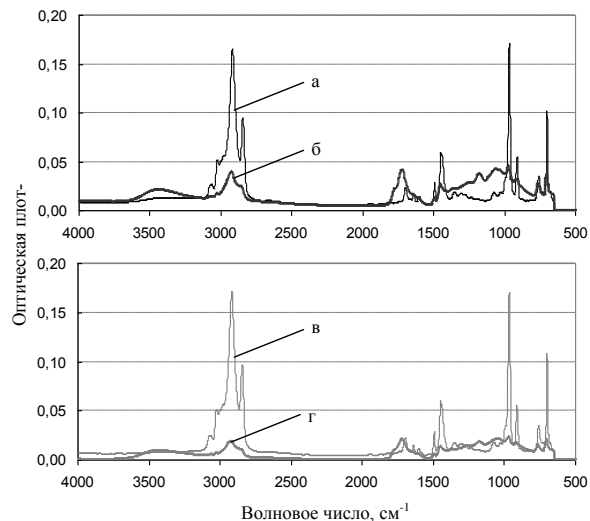


Рис. 1. Характерные спектры образцов исследуемого каучука: а) пересаженный товарный каучук СКС 30 АРК; б) пересаженный товарный каучук СКС 30 АРК подвергнутый термической обработке; в) пересаженный товарный каучук СКС 30 АРК, модифицированный смесью фуллеренов; г) пересаженный товарный каучук СКС 30 АРК, модифицированный смесью фуллеренов, подвергнутый термической обработке

Обработка экспериментальных данных участков полученных ИК-спектров, что проводилась по соответствующим категориям

представлено в таблице.

Таблица 1.

Категории участков спектров

Группа (типы колебаний)	Волновое число, см <sup>-1</sup>	Номер категории на рисунке 2
Деформационные CH <sub>2</sub> в виниле	от 904 до 995	1
Ножничные в CH <sub>2</sub> , CH <sub>3</sub>	от 1406 до 1429	2
Валентные C=C в сопряженных системах	от 1593 до 1649	3
Валентные C=C без сопряжения	от 1650 до 1701	4
Валентные C-H в CH, CH <sub>2</sub> , CH <sub>3</sub>	от 2974 до 3061	5
Валентные OH и H связь	от 3128 до 3745	6
Валентные C=C и деформационные H <sub>2</sub> O	от 1554 до 1884	7

На рис. 2 приведены графики зависимости группировочной переменной (спектральный диапазон), от зависимой переменной (оптическая плотность) в спектральном двумерном массиве данных. Сравнивая данные рисунка 2 «а» и «б» следует отметить, что статистическая гипотеза значимости разностей спектров этой группы не выполняется. Спектры практически совпадают друг с другом, за исключением слабой гидратации. Аналогично спектры каучуков в окислен-

ном состоянии (рис. 2 «в» и «г») различаются незначительно.

Анализ данных рисунка 2 «а» и «в» выявляет подавление валентных колебаний C-H в метильной, метиленовой и метиновой группах, внеплоскостных деформационных в CH<sub>2</sub>, ножничных колебаний в CH<sub>3</sub>. Сравнивая спектры 2 «а» и 2 «г» рисунка 2 можно отметить понижение интенсивности всех типов колебаний, за исключением валентных C=C на участках полимерной цепи без π-сопряжения.

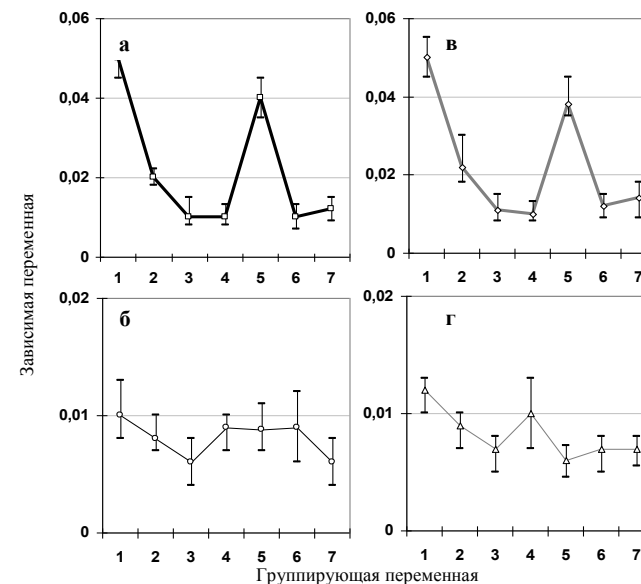


Рис. 2. Дисперсионный анализ исследуемых образцов каучука СКС 30 АРК, группировочная переменная – спектральный диапазон (категории участков спектров), зависимая переменная – оптическая плотность в спектральном двумерном массиве данных (длина волны, оптическая плотность):

- а) пересаженный товарный каучук СКС 30 АРК;  
 б) пересаженный товарный каучук СКС 30 АРК подвергнутый термической обработке;  
 в) пересаженный товарный каучук СКС 30 АРК, модифицированный смесью фуллеренов;  
 г) пересаженный товарный каучук СКС 30 АРК, модифицированный смесью фуллеренов, подвергнутый термической обработке

Таким образом, эффект гидратации возникает в группе проб, заправленных фуллеренами. «Осушающее» действие смеси фуллеренов может заключаться в их сорбционных свойствах: вынос на поверхность молекул воды через водородные связи с π-сопряженной системой пятичленного цикла фуллеренов с последующей их десорбцией при сушке. Фуллерены, добавленные в полимер, скорее всего располагаются на его поверхности, взаимодействуя своей π-электронной системой с π-электронами бензольной структуры стирола. При пересадке фуллерены располагаются в полимерной массе по объему, поэтому для проб каучука заправленного смесью фуллеренов, а также термически обработанных отмечается гидратационный эффект. Понижение суммы колебаний C-H в углеводородных звеньях полимеров возможно объяснить ростом молекулярной массы полимера, как реакция на введение смеси фуллеренов.

Также следует отметить, что в системах с объемным распределением фуллерена (пересаженные системы) увеличиваются колеба-

ния C=C в сопряженных и несопряженных π-системах. Это объясняется тем, что на них резонансно накладываются колебания C=C пятичленного цикла фуллеренового «мяча».

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Карпачева Г. П. Фуллерен содержащие полимеры [Текст] / Высокомолекулярные соединения, Серия С, 2000, том 42, № 11, с. 1974-1999.
- Стид Дж. В. Супрамолекулярная химия. / Джонатан В. Стид, Джерри Л. Этвуд. М.: ИКЦ «Академкнига», 2007. – 480 с.: ил.
- Игуменова Т.И., Герасимов В.И., Попов Г.В., Жабин А.В. Комплексная оценка состава фуллереносодержащего нанотуглерода [Текст] / Материалы XV Международной научно-практической конференции «Резиновая промышленность. Сырье. Материалы. Технологии», Москва. 2009. С.113-115.
- Сигтия С. Инструментальные методы анализа функциональных групп органических соединений [Текст]. М.: Мир, 1974. – 232 с.

Кутычкин Б. К., соискатель,  
Прозоров В. В., канд. хим. наук,  
Павленко В. И., д-р техн. наук, проф.,  
Слепоконь Ю. И., канд. техн. наук

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

## ВЛИЯНИЕ СПОСОБА ОБРАБОТКИ НА ЗАЩИТНЫЕ СВОЙСТВА ОКСИДНЫХ ПОКРЫТИЙ

kafnx@mail.ru

Приведены сравнительные характеристики оксидных покрытий, полученных по технологиям, используемым в тепловой и атомной энергетике для пассивации контурного оборудования.

Показано, что толщина оксидного покрытия не является единственным критерием, характеризующим защитные свойства покрытий. В большей мере защитные свойства оксидных покрытий зависят от пористости, а последняя - от способа оксидирования.

**Ключевые слова:** пассивация контурного оборудования, коррозия металлов, оксидные покрытия.

Из числа существующих способов пассивации стали по своей распространенности, экономичности и простоте технологического выполнения значительный интерес представляют способы, основанные на оксидировании металлов. Большой интерес представляют способы пассивации, позволяющие в считанные часы подготовить оборудование к эксплуатации в различных режимах (стояночных, переходных, стационарных). В атомной энергетике наибольшее распространение получили способы оксидирования контурного оборудования растворами азотной или азотистой кислотами; в теплоэнергетике широко используются гидразин-аммиачный и комплексоновый способы пассивации. В настоя-

щей работе приведены сравнительные характеристики оксидных покрытий, полученных выше перечисленными способами оксидирования и сделана попытка проследить связь между толщиной покрытия и их защитными свойствами.

Проведенные эксперименты показали, что проследить связь между защитными свойствами оксидных пленок с их толщиной не всегда удается. В табл. 1 представлены характеристики покрытий, полученных в различных растворах (на 100% состоят из магнетита), а в табл. 2 пленки, полученные по способу 1 и дополнительно выдержанные в растворе нитрита натрия при 270°C.

Таблица 1

### Коррозионные характеристики образцов Ст20, оксидированных различными способами

Способ оксидирования	Скорость коррозии, г/м <sup>2</sup> сут	Защитная концентрация NaNO <sub>2</sub> , мг/кг	Толщина пленки, мкм	Пористость, %	
				Объемная	Сквозная
1	0,11±0,01	0,1±0,05	5,2±0,7	1,1±0,1	0,9±0,1
2	0,17±0,03	0,8±0,1	3,3±0,5	2,4±0,3	2,1±0,3
3	1,01±0,05	8,1±0,1	6,4±1,1	5,1±0,9	11,3±1,0
4	0,52±0,03	2,8±0,2	3,2±0,4	2,8±0,6	2,6±0,5

где: 1 – оксидированные в растворе 75мг/кг HNO<sub>2</sub> (95±3°C, 3 часа);

2 – в растворе 75мг/кг HNO<sub>3</sub> (95±3°C, 3 часа);

3 – в растворе натриевой соли этилендиаминтетрауксусной кислоты (Трилон-Б) в два этапа: первый – 0,5г/кг при 150°C; второй – температуру повышали до 270°C и обработку продолжали в течение 24 часов;

4 – в растворе гидразингидрата 0,4г/кг при pH 10,5 (NH<sub>4</sub>OH) и температуре 160°C в течение 24 часов.

В таблицах представлены следующие характеристики оксидных пленок: толщина, объемная и сквозная пористости а также коррозионные характеристики – скорость коррозии в обессоленной воде при 20°C в течение 10 суток, и по методике [1] находили минимальную защитную концентрацию нитрита натрия в обессоленной воде при которой прекращается коррозионный процесс.

Толщину пленок определяли по количеству железа, перешедшего при растворении оксидной пленки в растворе 0,5% HCl в ацетоне (при времени контакта оксидированного образца с раствором 15-60 с.), с соответствующими пересчетами [2];

- объемную пористость - по степени заполнения пор покрытия радиоактивным раствором цезия-137 с добавками нитрита натрия для предотвращения сорбции цезия на поверхностях оксидного покрытия и на металлической поверхности [3];

- сквозную пористость определяли по величине сорбции радиоактивного кобальта-60 из раствора с добавкой азотнокислого никеля, предотвращающего сорбцию кобальта на поверхности оксида и усиливающего сорбцию на незащищенных оксидом поверхностях металла, с соответствующими пересчетами согласно [4].

Качество воды (α=0,1-0,3мкСм/см) доводили на стенде «Гидродинамическая петля» с по-

мощью ионообменного фильтра ФСД, очистка проводилась по замкнутому контуру.

Предварительно удаляли углекислый газ барботажем азота через нагретую воду. Сосуд (стеклянная колба или автоклав) после добавки ингибитора плотно закрывали крышкой.

В работе [5] было отмечено, что в отличие от других оксидирующих композиций, растворы азотистокислых солей имеют свои особенности, заключающиеся в том, что процесс саморегулируется – при образовании оксидных пленок определенной защитной способности пассива-

тор превращается в ингибитор и дальнейший рост пленки прекращается. В зависимости от температуры обработки и концентрации NaNO<sub>2</sub> можно добиться образования на поверхностях сталей оксидных пленок в диапазоне от десятков ангстрем до нескольких мкм. В других оксидирующих растворах пленка растет неравномерно – островками. «Островки» разрастаются, смыкаются и образуют сплошную магнетитовую пленку.

Таблица 2

### Коррозионные характеристики оксидированных образцов Ст20 после выдержки в растворе 60мг/кг NaNO<sub>2</sub> при 270°C

Время выдержки, ч	0	100	200	300	500
Толщина, мкм	5,2±0,7	6,8±0,9	7,6±1,0	9,0±1,1	9,5±1,1
Объемная пористость, %	1,1±0,1	0,9±0,1	0,7±0,1	0,7±0,1	0,6±0,1
Сквозная пористость, %	0,9±0,1	0,6±0,07	0,5±0,06	0,4±0,05	0,3±0,05
Защитная концентрация NaNO <sub>2</sub> , мг/кг	0,5±0,05	0,3±0,05	0,2±0,05	0,2±0,05	0,1±0,05
Скорость коррозии в обессоленной воде (α=0,1-0,3мкСм/см) за 10 сут. выдержки при 20°C, г/(м <sup>2</sup> сут)	0,1±0,02	0,07±0,01	0,2±0,05	0,2±0,05	0,2±0,05

При этом, уже на «островках» пленка может достигать толщины нескольких мкм, в то время как рядом могут находиться неоксидированные участки поверхности металла. Поэтому при изучении связи толщины пленки с ее защитными свойствами оксидирование производили в том числе и в растворах NaNO<sub>2</sub> при температуре 270°C.

Из данных, приведенных в табл. 2 видно, что по мере увеличения выдержки оксидированных образцов в растворе нитрита натрия, повышается защитная способность оксидных пленок в обессоленной воде и водных растворах ингибитора, а также снижается объемная и, еще в большей степени, сквозная пористость покрытия.

Если по данным табл. 2 можно проследить связь между защитными свойствами оксидных пленок с их толщиной, то в данных, приведенных в табл. 1, такой связи не обнаруживается. По-видимому, это обусловлено специфическим механизмом образования оксидных покрытий в каждом конкретном случае. Например, при комплексоном способе (п. 3) магнетитовое покрытие в основном образуется за счет термолитического комплексообразования железа из раствора, в то время как по остальным способам – в основном за счет непосредственного окисления металла и уже в дальнейшем за счет дестройки кристаллов магнетита гидратированными ионами железа. Именно этим можно объяснить почему при обработке стали по способам п.п. 1, 2 и 4 сквозная пористость меньше, чем объемная, а при комплексоном способе, наоборот, она превышает объемную. Из данных табл.2 также следует, что корреляция между толщиной покрытия и его

защитными свойствами может прослеживаться только при обработке стали в одном и том же оксидирующем растворе.

Таким образом, можно сделать вывод, что толщина покрытия не является единственным критерием, характеризующим защитные свойства покрытий. В большей мере защитные свойства оксидных покрытий зависят от пористости, а последняя - от способа оксидирования.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Прозоров, В.В.* К оценке защитной способности оксидных пленок на перлитных сталях / В.В. Прозоров, В.А. Шишкунов, А.Н. Кондрачев // Защита металлов. – 1984, т.20. – №5. – С.792-795.

2. *Матюхин, П.В.* Исследование механизмов модифицирования поверхности природных железорудных минералов алкилсиликонатами / П.В. Матюхин, Р.Н. Ястребинский // Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология. 2005. Т. 48. – № 4. – С. 140.

3. *Константинов, Е.А.* Способ оценки объемной пористости покрытий / Е.А. Константинов, Л.В. Кижнеров, В.В. Прозоров и др. АС СССР № 1473512 от 15.12.88.

4. *Гусаров, В.И.* Способ определения сквозной пористости оксидированных покрытий сталей / В.И. Гусаров, Ю.И. Слепоконь, В.В. Прозоров и др. Патент № 2196975. Бюл. № 2 от 20.01.05.

5. *Разыграев, В.П.* Влияние продуктов восстановления азотной кислоты на активное растворение и пассивацию никеля / В.П. Разыграев, М.В. Лебедева// Коррозия: материалы, защита. 2008. – № 10. – С. 1–6.

Лебедев Л. Л., соискатель

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

## РАЗРАБОТКА ВОДНО-ХИМИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ ЗАЩИТЫ ОТ КОРРОЗИИ ПРОМКОНТУРОВ ТЕПЛОСЕТЕЙ

kafx@mail.ru

Проанализированы методы защиты от коррозии промконтуров АЭС, используемые в настоящее время на действующих объектах, а также перспективные методы, которые могли бы быть использованы.

Показано, что предварительное окисление образцов стали 20 раствором нитрата алюминия с азотной кислотой (95 °С, 5ч) с последующим введением в систему октадециламина позволяет повысить коррозионную стойкость конструкционных сталей при 80 °С с 0,2 до 0,01-0,02 г/м<sup>2</sup> сут., с последующим снижением концентрации ингибитора с 30–50 мг/л на два порядка.

**Ключевые слова:** коррозия металлов, окисление, пассивация, ингибитор.

Одной из причин снижения надежности эксплуатации промконтуров теплосетей АЭС является коррозия теплообменного оборудования. Основными конструкционными материалами теплосетей являются малостойкие к коррозии углеродистые стали марки 20 и железоникелевые сплавы. При относительно большом объеме контуров 300-550 м<sup>3</sup> большими являются и протечки – от 5 м<sup>3</sup>/сут для планируемого 5-го энергоблока Курской АС до 24 м<sup>3</sup>/сут на действующих блоках, вследствие чего производить очистку воды на ионообменных фильтрах становится нерациональным. Регламентируемый водно-химический режим (рН = 6,0 ÷ 10,0; [Cl] ≤ 50 мг/дм<sup>3</sup>, α ≤ 3 мкСм/см; [Fe] ≤ 2000 мг/дм<sup>3</sup>) поддерживается за счет водообмена или за счет периодического дозирования ингибитора – силиката натрия, 15-30 мг/дм<sup>3</sup> в пересчете на диоксид кремния.

Нейтральный бескислородный режим не является в ряде случаев оптимальным, так как продукты коррозии конструкционных материалов в нейтральной среде находятся в накипных формах и могут выпадать на поверхностях нагрева теплопередающих установок [1]. Силикат натрия при концентрациях 15-30 мг/дм<sup>3</sup> является замедлителем коррозии углеродистых сталей только при комнатных температурах и при достаточно высоком качестве воды. В противном случае, как ингибитор анодного типа, он способен вызвать местную коррозию [2]. При повышенных температурах силикат натрия подвергается необратимому гидролизу по реакции  $\text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NaOH} + \text{SiO}_2$  с образованием коллоидной формы  $\text{SiO}_2$  и свободной щелочи и может привести к появлению такой концентрации гидроксида натрия, которая в состоянии вызвать межкристаллитную коррозию металла [2]. Кроме того, силикат-ионы способны искажать кристаллическую решетку магнетита – оксида железа (способного образовывать защитные

пленки при температурах эксплуатации промконтуров 80 ÷ 160 °С), образуя малозащитные рыхлые оксиды (шлам). Шлам снижает теплопередающие свойства теплообменных трубок и инициирует подшламовую коррозию. Эти повреждения могут принимать вид сквозных отверстий, приводя к выводу из строя сетевых подогревателей.

Таким образом, действующий водно-химический режим промконтуров теплосетей является далеко не оптимальным. Задачей настоящих исследований является рассмотрение альтернативных водно-химических режимов, обеспечивающих подавление негативных процессов коррозии и накопление железоокисного шлама.

Предварительное окисление поверхностей сталей позволяет на порядок снизить защитную концентрацию некоторых ингибиторов и повысить эффективность защиты при повышенных температурах [3]. Установлено, что оптимальными окисляющими растворами являются растворы на основе нитрата алюминия, например раствор, содержащий 30-50 мг/дм<sup>3</sup> нитрата алюминия и 30-50 мг/дм<sup>3</sup> азотной кислоты.

Особенностями пассивации сталей в растворах азотнокислого алюминия являются следующие обстоятельства:

- обычно при обработке сталей окисляющими реагентами рост оксидной пленки начинается на пассивных участках и задерживается на активных. В растворах азотнокислого алюминия наблюдается обратная картина – в первую очередь оксидная пленка появляется на активных участках поверхности металла, в том числе на легированных сталях, прошедших кислотную обработку или в местах развития межкристаллитной коррозии. Все это говорит об активном участии ионов алюминия в подавлении местных очагов коррозии;

- образование прочносцепленных с металлом оксидных покрытий наблюдается при обработке сталей в воде низкого качества, даже в условиях, когда образование магнетита в других окисляющих растворах вообще невозможно;
- оксидные покрытия, полученные в растворах азотнокислого алюминия, обладают наивысшими защитными свойствами по сравнению с покрытиями, полученными любым из известных способов [4].

Наиболее эффективными ингибиторами по отношению к окисленным сталям являются нитриты и растворимые гидроксиды. Недостатком нитритов является их термическая нестойкость при повышенных температурах (выше 150 °С). При разложении нитритов по реакции  $2\text{NaNO}_2 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow 2\text{NaOH} + 1/2\text{O}_2 + \text{N}_2$  образуется гидроксид натрия, являющийся ингибитором коррозии, однако высвободившийся кислород при относительно низком качестве воды является активатором коррозии. Наиболее эффективными ингибиторами в этих условиях являются амины, которые при гидролизе образуют слабощелочную среду [3]. Из них по многообразию положительных свойств можно выделить октадециламин (ОДА), который кроме подщелачивания хорошо адсорбируется на твердых поверхностях, термостоек, обладает минимальной токсичностью, дешев, является диспергатором и существенно снижает поверхностное натяжение. Этот ингибитор зарекомендовал себя при консервации оборудования ТЭС и АЭС [5-6]. Формула ОДА  $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_{17}-\text{NH}_2$ . Наличие ОДА в среде приводит к очистке поверхности нагрева и снижению локальной коррозии, особенно при одновременном присутствии в воде кислорода и хлорид-ионов. Для создания адсорбционного равновесия ОДА на поверхности металла требуется предварительная обработка в среде с содержанием ОДА 30÷50 мг/л, потом концентрацию ОДА можно снизить на 2 порядка [7].

Проведенные нами эксперименты показали, что предварительное окисление образцов стали 20 раствором нитрата алюминия с азотной кислотой (95 °С, 5ч) дополнительно позволяет повысить их коррозионную стойкость в обессоленной воде с добавкой ОДА – при 80 °С с 0,2 до 0,01-0,02 г/м<sup>2</sup> сут.

Согласно данным ИФХ РАН [8], после окисления стали 3 в растворах 10 г/л нитрата аммония очень эффективен ингибитор ОЭДФ Zn при концентрации 10 мг/л и более. Причем, если в окисляющий раствор нитрата аммония добавить комплекс алюминия с ОЭДФ, то эффект защиты многократно повышается даже при снижении концентрации ОЭДФ Zn до 5 мг/л. Эти результаты получены на воде, содержащей

30 мг/л NaCl + 70 мг/л Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Требуется проверка эффективности защитного действия ингибитора ОЭДФ Zn на образцах стали, окисленных в растворе, содержащем нитрат алюминия, в условиях эксплуатации промконтуров теплосетей.

Фирмой «Колтроникс» С-Пб предложено защищать от коррозии теплообменное оборудование с помощью коллоидного углерода (графит). Повреждаемость котельного оборудования при этом снижается в 2–3 раза. Концентрация этого ингибитора составляла всего 20–50 мг/л.

Для выбора конкретного метода защиты промконтуров теплосетей от коррозии, после проведения лабораторных экспериментов, желательно провести их апробации на реальном оборудовании и после этого уже выбрать наиболее эффективный из них.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Манькина, Н.Н. Физико-химические процессы в пароводяном цикле электростанций / Н.Н. Манькина. – М.: «Энергоиздат», 1977. – 128 с.
2. Акользин, П.А. Предупреждение коррозии металла паровых котлов / П.А. Акользин. – М.: «Энергия», 1975. – 47 с.
3. Прозоров, В.В. Защита от коррозии перлитной стали в стояночных и переходных режимах ЯЭУ / П.А. Акользин П.А. // Атомная энергия. – 1985. – т. 58, вып. 3. – С. 162–165.
4. Прозоров, В.В. Особенности пассивации перлитных сталей в растворах, содержащих ионы алюминия / В.В. Прозоров, М.А. Сергиенко, В.И. Гусаров и др. // Защита металлов. – 2003, т. 39. – № 5. – С. 552–554.
5. Павленко, В.И. Радиационно-защитный композиционный материал на основе полистирольной матрицы / В.И. Павленко, О.Д. Едаменко, Р.Н. Ястребинский и др. // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2011. – № 3 – С. 113–116.
6. Громов Е.Б. Консервация КПП и парогенераторов энергоблоков с применением октадециламина / Е.Б. Громов // Изв. вузов «Ядерная энергия». – 2001. – № 3. – С. 31–36.
7. Кукушкин, А.Н. Отработка технологии использования ОДА для повышения надежности оборудования 2-го контура АЭС с реакторами типа ВВЭР-440/ А.Н. Кукушкин и др. // Отчет ВНИИАМ, 1986. – 234 с.
8. Кузнецов, Ю.И. Повышение защитных свойств магнетитовых покрытий фосфонатами металлов / Ю.И. Кузнецов, Д.Б. Вершок, Т.И. Бардашева // Защита металлов. – 1996, т. 32. – № 1. – С. 5–9.

Шапалов Н. А. д-р техн. наук, проф.,  
Ломаченко В. А., канд. хим. наук, доц.,  
Ломаченко Д. В., канд. техн. наук, ст. преп.,  
Яшуркаева Л. И. канд. техн. наук, доц.,  
Гребенюк А. А., студент

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

## ВЛИЯНИЕ СБ-3 И КОМПЛЕКСНЫХ ДОБАВОК НА АГРЕГАТИВНУЮ И СЕДИМЕНТАЦИОННУЮ УСТОЙЧИВОСТЬ ЦЕМЕНТНЫХ СУСПЕНЗИЙ\*

dsubway1@yandex.ru

Представлены результаты исследований по агрегативной и седиментационной устойчивости цементных суспензий при введении СБ-3 и комплексных добавок на его основе. Показано, что электростатический фактор играет определенную роль, но не является определяющим в повышении агрегативной устойчивости минеральных суспензий. Большую роль в увеличении агрегативной устойчивости должен играть адсорбционно-сольватный фактор вследствие наличия в молекулах СБ-3 гидрофильных оксигрупп.

**Ключевые слова:** агрегативная устойчивость, пластифицирующие добавки, электролиты в суспензиях, адсорбция, реология суспензий.

Исследования авторов [1-3] по изучению влияния СБ-3 [4,5] на реологические свойства цементных паст показали, что применение данной добавки значительно уменьшает предельное динамическое напряжение сдвига и пластическую вязкость суспензий. Эти реологические параметры тесно связаны с агрегативной и седиментационной устойчивостью суспензий. Из теоретических положений – чем более подвижна система, тем выше ее агрегативная устойчивость [6,7]. Агрегативную устойчивость определяли по изменению радиуса агрегатов при введении СБ-3 и комплексных добавок. В качестве комплексных добавок применяли ускорители твердения: цементных растворов и бетонов –  $\text{CaCl}_2$  (С),  $\text{NaNO}_3$  (N1),  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  (N2). Равновесие в процессах коагуляции и пептизации определяется соотношением между энергией коагуляционного контакта  $U_k$  и энергией теплового движения частиц. Адсорбция добавок на поверхности частиц изменяет  $U_k$  и смещает равновесие коагуляции  $\leftrightarrow$  пептизации в ту или другую сторону.

Дифференциальные кривые распределения по радиусам частиц цемента при различных дозировках добавок представляют типичные кривые распределения. Увеличение дозировки добавок приводит к более узкому распределению частиц по радиусам и сдвигу максимума распределения в сторону меньших значений радиуса. По этим кривым рассчитывали зависимость наивероятнейшего радиуса частиц от дозировки добавок, которые показаны на рис.1.

При увеличении дозировки наивероятнейший радиус значительно уменьшается, достигая минимального значения порядка 6 мкм. Последние значения совпадают с размером первичных частиц из известных литературных данных и

подтверждают, что пептизация агрегатов протекает до первичных частиц.

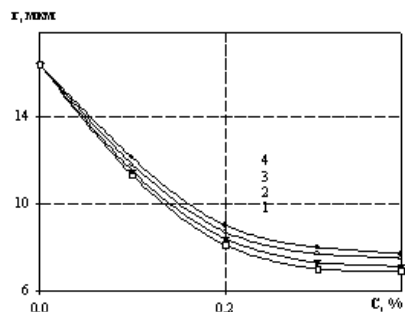


Рис. 1. Зависимость наивероятного радиуса от концентрации комплексных добавок:  
1 – СБ-3, 2 – СБ-3С, 3 – СБ-3N1, 4 – СБ-3N2

При пептизации агрегатов иммобилизованная вода высвобождается [8], что приводит к увеличению количества центрифугата, отделяющегося от суспензии после центрифугирования (рис. 2) и которое достигает максимума. Суспензии становятся максимально агрегативно устойчивыми, при этом изменяются реологические свойства.

Для уточнения механизма пластифицирующего действия СБ-3 и комплексных добавок на его основе использовали модельные суспензии на основе мела с содержанием  $\text{CaCO}_3$  99%, характеризующиеся однородностью химического состава, низкой растворимостью и отсутствием процесса гидратации.

Изотермы адсорбции СБ-3 и комплексных добавок на поверхности  $\text{CaCO}_3$  представлена на рис. 3.

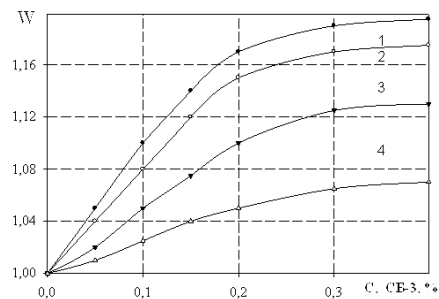


Рис. 2. Влияние добавок на водоотделение цементных суспензий:  
1 – СБ-3, 2 – СБ-3С, 3 – СБ-3N1, 4 – СБ-3N2

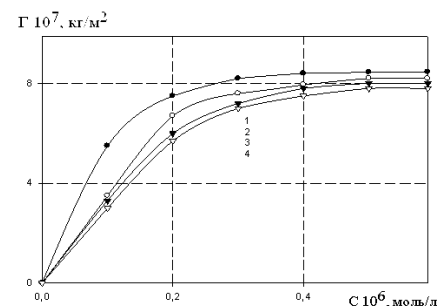


Рис. 3. Изотермы адсорбции добавок на  $\text{CaCO}_3$ :  
1 – СБ-3, 2 – СБ-3С, 3 – СБ-3N1, 4 – СБ-3N2

Как видно из рисунка, изотермы адсорбции имеют типичный характер мономолекулярной адсорбции. При малых равновесных концентрациях наблюдается почти полное извлечение адсорбата из раствора, при дальнейшем увеличении концентрации кривые выходят на насыщение, и адсорбция достигает своего максимального значения. Максимальная адсорбция достигается при близких значениях равновесных концентраций. Так, величины  $\Gamma_{\text{max}}$ , отнесенные к единице поверхности, составляют, соответственно,  $0,81 \cdot 10^{-6}$  и  $0,85 \cdot 10^{-6}$   $\text{кг/м}^2$  для СБ-3 и комплексных добавок.

Сравнение величин  $\Gamma_{\text{max}}$  показало, что они остаются практически постоянными при отношениях, выше оптимальных. Введение электролитов практически не влияет на характер кривых адсорбции.

Адсорбция анионоактивных молекул СБ-3 на поверхности  $\text{CaCO}_3$  должна приводить к увеличению одноименного заряда частиц и смеще-

нию электрокинетического потенциала в отрицательную область. Это, по мнению ряда авторов, является определяющим фактором, способствующим увеличению агрегативной устойчивости и подвижности суспензий. Другие авторы придерживаются мнения, что это справедливо только для лиофобных дисперсий.

Исследования влияния дозировок СБ-3 на электрокинетический потенциал частиц  $\text{CaCO}_3$  показали, что поверхность модифицированного  $\text{CaCO}_3$  имеет незначительный отрицательный заряд. В то же время измерения электрокинетического потенциала частиц  $\text{CaCO}_3$  при введении  $\text{CaCl}_2$  показали, что  $\zeta$ -потенциал уменьшается до значений  $-30 \dots -35$  мВ, близких для систем с СБ-3, хотя при этом наблюдается только небольшое увеличение агрегативной устойчивости, и уменьшение реологических параметров  $\tau_0$  и  $\eta_{\text{пл}}$ . Это свидетельствует о том, что электростатический фактор агрегативной устойчивости играет определенную роль, но не является определяющим в повышении агрегативной устойчивости минеральных суспензий. Очевидно, что большую роль в увеличении агрегативной устойчивости должен играть адсорбционно-сольватный фактор вследствие наличия в молекулах СБ-3 гидрофильных оксигрупп.

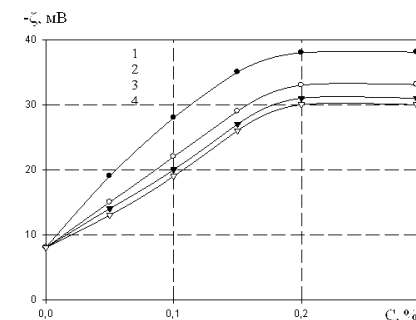


Рис. 4. Влияние добавок на электрокинетический потенциал:  
1 – СБ-3, 2 – СБ-3С, 3 – СБ-3N1, 4 – СБ-3N2

\*Работа выполнена в рамках з/б НИР №3-11/12 «Развитие теории регулирования реологических свойств и агрегативной устойчивости концентрированных минеральных суспензий» по проекту № 7.4430.2011 от 01.01.2012 г.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ломаченко, В.А. Свойства цементных паст и цементного камня с комплексной добавкой СБ-3+Al/. Ломаченко В.А., Яшуркаева Л.И., Яшуркаев О.В. // Научные исследования, нано-

системы и ресурсосберегающие технологии в стройиндустрии: Сб. докл. Межд. Науч. Практич. Конф./ Белгор. гос. технол. ун-т – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2007. – Ч.2. с.167-169.

2. Ломаченко, В.А. Изучение адсорбционных и реологических свойств сырьевых материалов с добавкой СБ-3 / В.А. Ломаченко, Л.И. Яшуркаева, О.В. Яшуркаев // Успехи современного естествознания. – 2008. – №9. – С. 123–124.

3. Кафтаева, М.В. Сравнительные исследования реологических свойств цементного теста с различными суперпластификаторами / М.В. Кафтаева, Ш.М. Рахимбаев, Т.Г.Калачук, А.В. Черноусов // Известия Орловского государственного технического университета. Серия: Строительство и транспорт. – 2007. – № 3-15. – С. 127-131.

4. Ломаченко, В.А. Суперпластификатор для бетонов СБ-3 / В.А. Ломаченко// Физико-

химия строительных материалов: сб. науч.тр./ – М.: МИСИ, БТИСМ, 1983. – С.6-12.

5. Ломаченко, В.А. Оптимизация производства СБ-3 из отходов химической промышленности / В.А. Ломаченко, В.Н. Шаблицкий, Д.В. Ломаченко // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2004. – № 8. Ч. VI. – С. 206–208.

6. Шаповалов, Н.А. Ячеистые бетоны с суперпластификатором СБ-3 / Шаповалов Н.А., Ломаченко В.А., Яшуркаева Л.И., Яшуркаев О.В.// Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г.Шухова. – 2009. – № 3м. – С. 33–35.

7. Косухин, М.М. Теоретические аспекты механизма действия суперпластификаторов / М.М. Косухин, Н.А. Шаповалов // Бетон и железобетон. – 2006. – № 3. – С. 25-27.

8. Смоликов, А.А. Влияние олигомерных полиэлектролитов на структурно-механические свойства бетонных смесей / А.А. Смоликов, Н.А. Шаповалов // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2009. – № 3м. – С. 46–49.

## ЭКОЛОГИЯ

Ветрова Ю. В., канд. тех. наук, доц.,  
Васюткина Д. И., аспирант,  
Радоуцкий В. Ю., канд. тех. наук, доц.

Белгородский государственный университет им. В.Г. Шухова

### МОДЕЛИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ В ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ

zchs@intbel.ru

Проанализированы математические модели распространения вредных веществ в окружающей среде в зависимости от характера источника аварийных выбросов, погодных условий, подстилающей поверхности и среды распространения.

**Ключевые слова:** модель, атмосферная диффузия, примеси, метод, вредные вещества, среда, источник загрязнения.

Модели распространения вредных веществ в окружающей среде являются инструментом для количественной оценки техногенных воздействий.

Моделированию процессов распространения тех или иных субстанций в различных средах посвящено довольно большое количество фундаментальных работ. Вопросы, связанные с закономерностями турбулентной диффузии примесей в атмосфере и водных средах, нашли отражение в трудах отечественных и зарубежных ученых. Разработано достаточно большое количество математических моделей, которые могут использоваться для проведения расчетов.

Модели атмосферной диффузии классифицируются по многим признакам. В частности, с учетом масштаба турбулентных движений воздушных масс их принято подразделять на [1]:

– модели локального масштаба, обеспечивающие наибольшую точность оценок на расстояниях до 10 км.

– мезо-масштабные модели, которые рекомендуется использовать для расстояний от 10 до 200 км;

– модели регионального масштаба, рекомендуемые для расстояний от 200 до 1000 км;

– модели глобального масштаба, используемые при расстояниях свыше 1000 км.

В зависимости от характера источника аварийных выбросов, модели распространения опасных веществ делятся на модели «клуба», основывающиеся на предположении о мгновенно действующем источнике загрязнения, и модели «факала», в которых рассматривается постоянно действующий источник выбросов, точнее говоря, источник с конечным временем действия.

Существует классификация моделей по используемому при их разработке подходу к описанию турбулентной диффузии. По этому признаку выделяются статистические, полумпирические и комбинированные модели.

В основу моделей первого вида положено предположение о том, что процесс распространения примеси в атмосфере во всех направлениях имеет статистические характеристики состояния систем диффундирующих частиц. При статистическом подходе принимается гауссовский закон распределения диффундирующей примеси по координатным осям.

Статистическая модель для мгновенного точечного источника в общем случае может быть записана в виде [2]:

$$C(x, y, z, t) = \frac{Q}{(2\pi)^{3/2} \cdot \sigma_x \cdot \sigma_y \cdot \sigma_z} \times \exp \left[ -\frac{(x-ut)^2}{2\sigma_x^2} - \frac{(y-vt)^2}{2\sigma_y^2} - \frac{(z-wt)^2}{2\sigma_z^2} \right] \cdot f_p \cdot f_o \cdot f_b \quad (1)$$

где:  $C(x, y, z, t)$  – концентрация диффундированного вещества как функция пространственных координат и времени;  $Q$  – количество выброшенного вещества;  $u, v, w$  – средние значения скоростей ветра по направлениям  $x, y, z$ ;  $\sigma_x^2, \sigma_y^2, \sigma_z^2$  – дисперсии примеси по

направлениям  $x, y, z$ ;  $f_p, f_o, f_b$  – поправки на обеднение облака за счет радиоактивного распада или разложения вещества, его сухого осаждения и вымывания.

Следует заметить, что в соответствии с приведенной моделью процесс переноса «клуба»



ба» рассматривается в движущейся системе координат.

$$C(x, y, z, H_{\text{эф}}) = \frac{Q}{2\pi \cdot \sigma_y \cdot \sigma_z \cdot u} \exp\left[-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right] \times \left\{ \exp\left[-\frac{(z - H_{\text{эф}})^2}{2\sigma_z^2}\right] + \exp\left[-\frac{(z + H_{\text{эф}})^2}{2\sigma_z^2}\right] \right\} f_p \cdot f_o \cdot f_b \quad (2)$$

где  $Q$  – скорость выброса вещества из постоянно действующего точечного источника;  $H_{\text{эф}}$  – эффективная высота источника, определяемая с учетом подъема факела за счет термического и динамического всплывания струи. Остальные величины в прежних обозначениях.

Модель разработана в предположении, что скорость и направление ветра не изменяются с удалением от источника и с высотой. При расчетах для больших расстояний она дает заниженные оценки.

Подробное описание модели содержится в Руководстве по организации контроля состояния природной среды в районе расположения АЭС.

Полуэмпирическая модель для источника с конечным временем действия, учитывающая профиль ветра по высоте и изменение с высотой коэффициента турбулентной диффузии, по Берлянду выражается формулой

$$C(x, y, z, H) = \frac{Q(z \cdot H)^{\frac{1-m}{2}} z_1^m}{2(2+n-m)k_1 \cdot \sqrt{\pi} \cdot k_0 \cdot x^3} \times \exp\left[-\frac{y^2}{4k_1^2 x} - \frac{u z_1^{m-n}(z^{2+n-m} + H^{2+n-m})^2}{k_1(2+n-m)x}\right] \times J \frac{1-m}{2+n-m} \left[ \frac{2u_1 z_1^{m-n}(H \cdot z)^{\frac{2+n-m}{2}}}{(2+n-m)^2 k_1 x} \right] \quad (3)$$

где:  $k_1$  – вертикальная составляющая коэффициента турбулентной диффузии на высоте 1 м;  $k_0$  – горизонтальная составляющая коэффициента турбулентной диффузии;  $n, m$  – безразмерные параметры из формул вертикальных профилей скорости ветра и вертикальной составляющей

коэффициента диффузии:  $U = U_1 \left(\frac{z}{z_1}\right)^n$ ,

$K_z = K_1 \left(\frac{z}{z_1}\right)^m$ ;  $J \frac{1-m}{2+n-m}$  – функция Бесселя

от мнимого аргумента. Остальные величины в прежних обозначениях.

Комплексная модель атмосферной диффузии учитывает наличие подстилающей поверхности, обуславливающей определенные различия в характере турбулентной диффузии в горизонтальных и вертикальном направлениях. В модели принимается во внимание, что размеры вертикальных пульсаций ограничиваются

Статистическая модель факела, приемлемая для расстояний до 10–12 км имеет вид:

подстилающей поверхностью, вследствие чего можно не учитывать рост масштаба вихрей по мере удаления от источника. В связи с этим модель в части, касающейся распространения примеси в вертикальном направлении, строится как полуэмпирическая, горизонтальное же распределение примеси описывается на основе статистических законов. Соотношение, отражающее эти соображения, имеет вид:

$$C(x, y, z) = \frac{\exp\left(-\frac{y^2}{2 \cdot \sigma_y^2}\right)}{\sqrt{2\pi \cdot \sigma_y}} S(x, z) \quad (4)$$

где  $S(x, z)$  – некая функция, описывающая закономерности изменения количества примеси, если условно предположить, что вся она сосредоточена в вертикальной плоскости  $x, z$ .

Заметим, что конкретное выражение для функции  $S(x, z)$  находится путем решения уравнения турбулентной диффузии применительно к условиям выброса и распространения примеси.

Модели, описывающие распространение примесей в атмосфере, различаются также по использованному при их разработке приему решения основного уравнения переноса и диффузии примеси

$$\frac{dC}{dt} = \text{div}(K \cdot \text{grad}C) - \text{grad}CV + Q \quad (5)$$

где:  $K$  – вектор коэффициентов турбулентной диффузии;  $V$  – вектор поля скоростей в воздушной среде. Остальные величины в прежних обозначениях.

По указанному выше признаку выделяются следующие модели:

- модель типа «ящика»;
- конечно-разностные модели;
- статистические регрессионные модели;
- модели, разработанные методом «Монте-Карло».

Суть моделей типа «ящик» состоит в том, что атмосфера разбивается на ряд объемов или ящиков, для каждого из которых составляется уравнение материального баланса с учетом источников, стоков и переноса примеси из одного ящика в другой. Многоящичные модели явля-

ются конечно-разностным аналогом приведенного выше уравнения переноса и диффузии.

Конечно-разностные модели примыкают по своей сути к моделям ящичного типа. Эти модели основаны на численном решении уравнения 5 с теми или иными упрощениями и допущениями. При этом атмосфера аппроксимируется набором трехмерных расчетных ячеек. Схема аппроксимации может быть фемологической и конечно-разностной, характерной для уравнений параболического типа.

Статистические регрессионные модели строятся на основе статистических данных о загрязнении и используются для краткосрочного прогноза.

Модели распространения вредных веществ в водных средах несколько сложнее, чем модели атмосферной диффузии. Дело в том, что водная среда богаче различного рода процессами взаимодействия с вносимыми в нее примесями.

Основными процессами, определяющими распространение вредных веществ в поверхностных водах, являются:

- перенос с перемещающимися массами воды;
- турбулентная диффузия примесей;
- осаждение на дне водоема вредных веществ, находящихся в форме взвеси и коллоидных частиц;
- переход осадков, содержащих вредные вещества, вновь во взвешенное состояние;
- сорбция и десорбция вредных примесей различного рода неорганическими и органическими веществами;
- захват биотой;
- разложение и распад (в том числе и радиоактивный) вредных веществ и т.п.

С учетом этого основное уравнение дисперсии вредных (опасных) веществ в воде, движущим началом которой является совокупность процессов переноса и диффузии, имеет вид:

$$\frac{dC}{dt} = A + D - R + P - \Theta \quad (6)$$

где:  $C$  – концентрация вещества;  $A$  – изменение концентрации вещества, обусловленное его переносом с потоком водных масс, обычно называемом адвекцией;  $D$  – изменение концентрации вещества за счет диффузии;  $R$  – убыль вещества из водной среды за счет осаждения на взвесь с последующим отложением;  $P$  – изменение концентрации за счет различного рода источников и стоков, седиментации, поглощения биотой (биологического захвата) и т.п.;  $\Theta$  – убыль вещества за счет разложения и распада.

Заметим, что при описании атмосферной диффузии обычно процесс адвекции и диффузии рассматривается как единый процесс турбулентной диффузии. Для водной же среды в силу наличия совершенно определенных перемещений водных масс, обусловленных, например, речными течениями, удобнее два этих переноса вещества рассматривать отдельно, что и нашло отражение в приведенном выше уравнении. Вместе с тем для морской среды при математической формулировке задачи адвекция и диффузия учитываются в рамках единого явления – турбулентной диффузии.

В приведенном выше уравнении адвекция и диффузия и осаждение вредных веществ на взвесь описываются уравнениями:

$$A = U \frac{dC}{dx} + V \frac{dC}{dy} + W \frac{dC}{dz}; \quad (7)$$

$$D = \frac{d}{dx} \left( K_x \frac{dC}{dx} \right) + \frac{d}{dy} \left( K_y \frac{dC}{dy} \right) + \frac{d}{dz} \left( K_z \frac{dC}{dz} \right); \quad (8)$$

$$R = m \cdot S \frac{dC}{dt}, \quad (9)$$

где:  $U, V, W$  – скорости перемещения водных масс по направлениям осей;  $x, y, z$  – составляющие коэффициента диффузии;  $S$  – концентрация взвешенных отложений;  $m$  – коэффициент равновесного распределения вещества между отложениями и водой.

Распространение загрязняющих примесей в воде под действием течений и турбулентной диффузии зависит от характера источников загрязнения. Обычно выделяют три масштаба распространения примесей в водной среде: локальный, мезо-масштабной и макромасштабный.

Локальный масштаб имеет место при источнике небольшого размера, с малым временем действия и расходом. В этом случае при проведении расчета источник принимается за точечный, примесь считается консервативной, а составляющие скорости течения постоянными. Для проведения расчетов распространения примесей могут применяться аналитические модели.

Мезомасштаб и макромасштаб распространения примесей реализуются при постоянно действующем мощном источнике загрязняющих веществ. При этих масштабах чаще всего применяются численные методы решения уравнения турбулентной диффузии и проведения расчетов.

Конкретные математические модели, необходимые для расчетов дисперсии примесей в реках, эстуариях, прибрежных и открытых зонах водных объектов, содержатся, например, в отче-

те ИБАЭ РАН по работе, связанной с разработкой методик и компьютерной реализацией базовых моделей распространения радионуклидов в гидрологической сети, в учебнике А. М. Владимировича по охране окружающей среды и других изданиях. Несмотря на наличие довольно большого числа разработок по моделированию дисперсии радиоактивных, других вредных веществ в водных средах, имеется объективная необходимость в систематизации этих моделей и выработке рекомендаций по их использованию в тех или иных ситуациях.

Модели миграции и дисперсии вредных веществ в грунтовых водах строятся с учетом вертикального переноса через неводонасыщенную область и дисперсии и переноса в водонасыщенных зонах. При моделировании подземной гидрологической дисперсии учитываются такие процессы, как сорбция-десорбция веществ в почвенных структурах, ионный обмен, разложение веществ биотой и т.п. Важное значение в связи с этим имеет исходная информация о составе почв и подземных потоках воды.

Для проведения расчетов приемлемыми являются модели, описывающие миграцию и перенос радионуклидов в подземных водах, которые рекомендованы комиссией по ядерному регулированию (NRC). Разработка этих моделей проводилась применительно к точечным, горизонтальным и вертикальным линейным и площадным источникам вредных веществ. Таким образом, при решении практических задач имеется возможность выбора подходящей для конкретных условий модели.

Как известно, одним из возможных путей нанесения ущерба для здоровья людей является попадание загрязнений внутрь организма при потреблении продуктов питания и воды.

Построение моделей пищевых цепочек, которые бы описывали распространение вредных

веществ в компонентах окружающей среды, включая растения, животных, продукты питания, представляет довольно сложную задачу.

Адекватная структура пищевой цепи может быть определена на основе анализа рационов питания, возможных путей загрязнения продуктов, входящих в эти рационы.

Модели пищевых цепей обычно подразделяются на наземные и водные. Те и другие, как правило, основываются на рассмотрении переноса вредных веществ между «камерами», представляющими собой различные компоненты экосистем. При этом принимаются во внимание все возможные биоаккумуляционные факторы, влияющие на каждую камеру.

На основе моделей дисперсии вредных веществ в различных средах и перемещения их по пищевым цепочкам возможно произвести оценку полей концентраций и дозовых нагрузок в районах расположения объектов и по пути распространения этих веществ, падающих на персонал, население, а также популяции животных и растений, биоценозы и экосистемы. Расчетные схемы определения уровней концентраций и дозовых нагрузок устанавливаются исходя из конкретных целей проводимой оценки и условий обстановки.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Акимов В.А. и др. Основы анализа и управления риском в природной и техногенной сферах: учебное пособие для ВУЗов МЧС России. - М.: ФИД «Деловой экспресс», 2004. - 352 с.
2. Радоуцкий В.Ю., Ветрова Ю.В., Шапала В.Г. Экологический риск в образовательных учреждениях // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. - № 4. - Белгород, 2010. - С. 152-155 с.

Калитина Е. Г., канд. биол. наук; н. с.  
Геологический институт ДВО РАН  
Елиусизова А. Б., инженер по охране окружающей среды  
ФБУЗ Центр гигиены и эпидемиологии г. Владивосток

### ВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ СРЕДЫ И ДЛИТЕЛЬНОГО ХРАНЕНИЯ ШТАММОВ НА СИНТЕЗ ГИДРОЛИТИЧЕСКИХ ФЕРМЕНТОВ МИКРООРГАНИЗМАМИ, ИЗОЛИРОВАННЫМИ ИЗ БУХТЫ ЗОЛОТОЙ РОГ Г. ВЛАДИВОСТОКА

microbiol@mail.ru

В работе показано, что температура + 22<sup>0</sup> С способствовала наибольшему синтезу гидролитических ферментов у микроорганизмов, минимальная ферментативная активность бактерий отмечена при низкой температуре. Также выявлено, что полисахариды стимулировали липазную активность лишь у единичных штаммов. Установлено, что длительное хранение микробных штаммов способствует постепенному снижению ферментативной активности у микроорганизмов.

**Ключевые слова:** самоочищение среды, микроорганизмы, гидролитические ферменты, загрязнение акватории, тяжелые металлы.

Одной из наиболее загрязненных морских акваторий в Приморье, испытывающих комплексное влияние от поступления разнообразных загрязнителей, является бухта Золотой Рог, расположенная в центре г. Владивостока. Ежегодные объемы стоков в бухту в несколько раз превышают объем воды в ее акватории [1]. Воды бухты характеризуются одновременным присутствием как органических соединений, которые могут легко подвергаться гидролизу так и токсических веществ – труднорастворимых углеводородов, фенолов, тяжелых металлов, пестицидов [2]. Все эти факторы могут влиять на интенсивность синтеза гидролаз и активность экзогенных ферментов микроорганизмов, а значит на скорость и эффективность процессов самоочищения загрязненной среды. Однако, до настоящего времени в б. Золотой Рог подобных исследований проведено не было, изучено лишь распределение численности гидролитически активной микрофлоры в морской акватории [3]. Учет влияния факторов среды на синтез ферментов микроорганизмами важен для понимания способности микробных сообществ к самоочищению среды в естественных условиях ее загрязненности.

В связи с этим целью работы было изучить влияние различных факторов среды на синтез микробных гидролаз микроорганизмами, выделенными из бухты Золотой Рог г. Владивостока. Исследование было проведено поэтапно. На первом этапе изучали влияние температуры культивирования микроорганизмов на синтез микробных гидролаз (протеиназа, липаза), на втором изучали воздействие некоторых тяжелых металлов и сырой нефти на липазную активность микроорганизмов, на третьем исследовали влияние длительности хранения микробных

штаммов на синтез микробных гидролаз (липазы, протеиназы, амилазы).

**1. Влияние температуры.** Известно, что ферменты проявляют свою активность в определенном диапазоне температур. При этом для изолированных ферментов эта температура часто лежит в диапазоне выше + 30 °С [4]. Температура поверхностной воды в б. Золотой Рог летом обычно не поднимается выше + 22 °С, а зимой опускается до +1 – +2 °С [5]. По результатам наших исследований микроорганизмы, способные синтезировать в среду гидролитические ферменты выделяются из воды бухты в течение всего года. Для ответа на вопрос проявляется ли активность их экзогидролаз при низких температурах были проведены опыты, в которых использовали штаммы, выделенные из воды в разные сезоны года – в феврале, апреле, августе и октябре. Оценивали активность ферментов при температуре +22, +12 и + 4 °С. Результаты исследования показали, что только у 25 % штаммов при температуре +12 °С проявлялась слабая липазная активность, которая отличалась от соответствующей активности при + 22 °С в 2,5–3 раза (рис. 1). Такая особенность была характерна только для штаммов, выделенных из воды б. Золотой Рог в феврале и апреле. Казеиновая активность проявлялась у штаммов только при + 22 °С. Ни у одного из штаммов не было отмечено активности этого фермента при +12 °С, хотя микроорганизмы были способны к активному росту при этой и более низких (до +4 °С) температурах (рис. 1). Вероятно, микроорганизмы - гидролитики способны выживать при низких температурах, но активность и синтез гидролитических ферментов у них индуцируются только при достаточном прогреве воды.

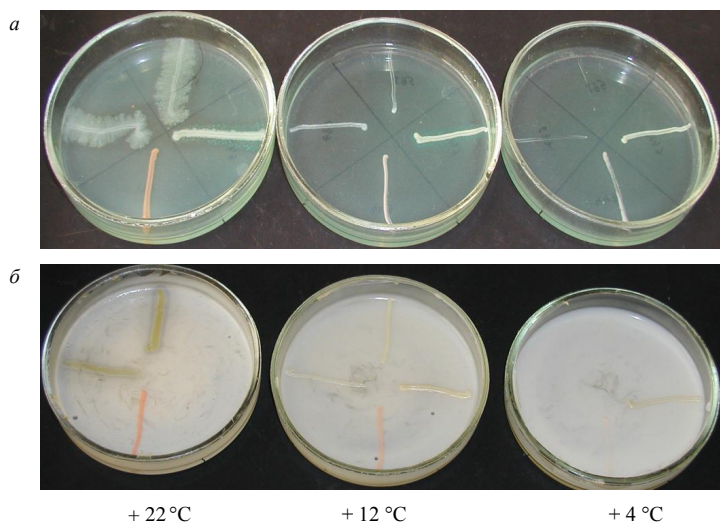


Рис. 1. Влияние температуры культивирования на гидролитическую активность бактерий, выделенных из поверхностных вод б. Золотой Рог (а – липазная, б – протеиназная активность бактерий)

**2. Влияние некоторых тяжелых металлов и сырой нефти.** Из литературных источников известно, что многие токсиканты, такие, например, как ионы  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ , а также нефтяные углеводороды могут отрицательно влиять на синтез ферментов, на их активность у микроорганизмов [4]. По данным Малышева А.А. с соавторами, Дулепова В.И. [6-7] известно, что в бухте Золотой Рог ежегодно отмечаются высокие концентрации нефтеуглеводородов, тяжелых металлов ( $\text{Cu}^{2+}$  и  $\text{Cd}^{2+}$ ), которые превышают ПДК в несколько раз выше нормы. Кроме того, значительная часть водной поверхности бухты большую часть года покрыта нефтяными пятнами [2]. В связи с этим, важно было изучить, изменяется ли гидролитическая активность микроорганизмов под длительным воздействием нефтеуглеводородов и некоторых тяжелых металлов.

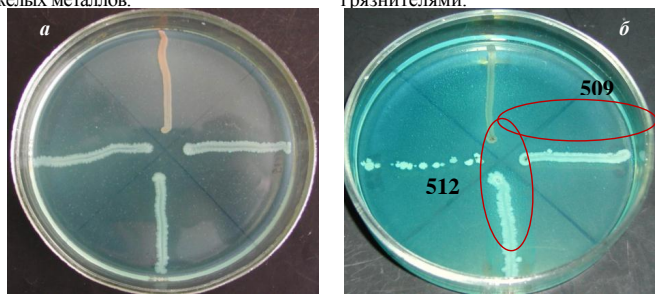


Рис. 2. Проявление липазной активности бактериальными штаммами, изолированными из вод бухты Золотой Рог (а - контроль (отсутствие активности), б - после 10 пассажей в присутствии 1% сырой нефти) (стимулируется у штаммов 509 и 512).

Результаты эксперимента показали, что ионы  $\text{Cd}^{2+}$  стимулировали проявление липазной активности у единичных штаммов. Воздействие на микроорганизмы ионов  $\text{Cu}^{2+}$  не способствовало синтезу фермента ни у одной из исследованных культур. Десятикратное пассирование выделенных штаммов в присутствии 1% сырой нефти, как единственного источника углерода, стимулировало проявление липазной активности у 1/3 всех микроорганизмов, что может указывать на индуцибельность гидролитических ферментов в присутствии соответствующего субстрата (рис. 2). Также это подтверждает, что количество микрофлоры, проявляющей определенную гидролитическую активность, может быть косвенным показателем уровня и характера загрязнения среды соответствующими загрязнителями.

**3. Влияние длительности хранения.** Так как известно, что хранение микроорганизмов может изменять способность бактерий к синтезу гидролитических ферментов [8], были проведены исследования влияния времени хранения микробных штаммов на их ферментативную активность. Анализ способности штаммов синтезировать казеиназу, липазу и амилазу проводили сразу же после их выделения из морской воды и спустя 3 месяца хранения. Штаммы хра-

нили в столбике полужидкого агара под слоем вазелинового масла при температуре  $+4^\circ\text{C}$ . Результаты исследования показали, что через 3 месяца хранения многие штаммы утратили свою гидролитическую активность или активность ее значительно снизилась. Изменение относительного количества коллекционных штаммов, способных к синтезу гидролитических ферментов после хранения показано на рис. 3.

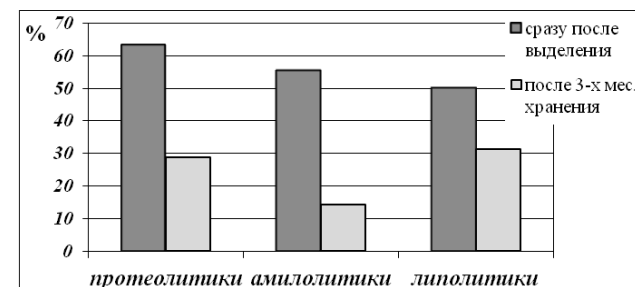


Рис. 3. Относительная численность коллекционных штаммов, выделенных из б. Золотой Рог и способных к синтезу различных экзогидролаз

Таким образом, установлено, что факторы среды могут влиять на синтез и активность микробных гидролитических ферментов. При пониженных температурах ( $+12^\circ\text{C}$ ) активность и синтез казеиназы у всех штаммов прекращался, липазная активность проявлялась только у зимних штаммов в значительно меньшей степени, чем при температуре  $+24^\circ\text{C}$ . Присутствие в среде сырой нефти стимулировало синтез и активность липазы. Гидролитическая активность штаммов значительно снижалась при их хранении. В результате исследований собрана коллекция штаммов, обладающих высокой гидролитической активностью и высокой устойчивостью к нефти. Данная коллекция в будущем может использоваться для ремедиации загрязненных морских акваторий.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гаврилевский А.В., Гаврилова Т.А., Кочергин И.Е. Комплексная количественная оценка параметров источников загрязнения морской акватории, прилегающей к Владивостоку // Гидрометеорологические процессы на шельфе: оценка воздействия на морскую среду. - Владивосток: Дальнаука, 1998. - С.102 – 113.
2. Ващенко М.А. Загрязнение залива Петра Великого Японского моря и его биологические последствия // Биология моря. - 2000. - Т. 26, №3. - С. 149 – 159.

3. Калитина Е.Г., Безвербная И.П., Бузалева Л.С. Динамика численности гидролитически-активной микрофлоры в условиях комплексного загрязнения бухты Золотой Рог // Электронный журнал «Исследовано в России», 007, с. 56 – 66. 2006.

<http://zhurnal.ape.relarn.ru/articles/2006/007.pdf>

4. Podgorska B. Mudryk Z. Distribution and enzymatic activity of heterotrophic bacteria decomposing selected macromolecular compounds in a Baltic sea sandy beach // Estuarine, Coastal and Shelf Science. - 2003. - Vol. 56, №3 – 4. - P. 539 – 546.

5. Звягинцев А.Ю., Корн О.М., Куликова В.А. Сезонная динамика пелагических личинок и оседание организмов – обрастателей в условиях термального загрязнения // Биология моря. - 2004. - Т. 30, №4. - С. 296 – 307.

6. Малышев А.А., Иванов К.А., Фролова А.А. Экологическое состояние бухты Золотой Рог залива Петра Великого // Морская экология – 2002: Материалы международной научно-практической конференции. - Владивосток: МГУ, 2002. - 175 с.

7. Дулепов В.И. О систематическом мониторинге прибрежных вод г. Владивостока // Сборник научных трудов первой региональной научно-технической конференции «Приморские зори». - Владивосток, 1998. - 156 с.

8. Цыбань А.В., Теплинская Н.Г. О методе изучения морских липолитических бактерий // Гидробиология. - 1974. - Т. 10, №2. - С. 116 – 121.

Аверкова О. А., канд. техн. наук, доц.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г.Шухова

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЯЗКИХ ОТРЫВНЫХ ТЕЧЕНИЙ НА ВХОДЕ ВО ВСАСЫВАЮЩИЕ КАНАЛЫ**

olga\_19572004@mail.ru

Решается задача об отрывном течении на входе в щелевые неплотности аспирационного укрытия с использованием осредненных по Рейнольдсу уравнений Навье-Стокса и неразрывности. Производится сравнение полученных расчетных данных с натурным экспериментом.

**Ключевые слова:** отрывные течения, всасывающие каналы, осреднение по Рейнольдсу.

Использование модели идеальной несжимаемой жидкости плодотворно сказалось на решении класса задач об отрыве потока на входе во всасывающие каналы [1-12], что необходимо для проектирования эффективных аспирационных укрытий сниженной энергоемкости [13]. Компьютерное моделирование трехмерных течений несжимаемой вязкой жидкости было осуществлено в [14]. Представляет интерес исследовать, как различаются результаты решения задачи при снижении ее размерности на единицу и определение достоверности полученных ре-

зультатов путем сравнения расчетных данных с данными натурального эксперимента.

Целью работы является исследование отрыва вязких течений несжимаемой жидкости на входе во всасывающие каналы неплотностей аспирационных укрытий.

Для моделирования методом RANS использовались осредненные по Рейнольдсу уравнения Навье-Стокса и неразрывности [14]:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial (\rho u_i)}{\partial x_i} = 0,$$

$$\frac{\partial (\rho u_i)}{\partial t} + \frac{\partial (\rho u_i u_j)}{\partial x_j} = -\frac{\partial p}{\partial x_i} + \frac{\partial}{\partial x_j} \left[ \mu \left( \frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} - \frac{2}{3} \delta_{ij} \frac{\partial u_l}{\partial x_l} \right) \right] + \frac{\partial}{\partial x_j} (-\rho \overline{u'_i u'_j}),$$

где все величины скорости  $u$ , давления  $p$ , плотности  $\rho$  осредненные по времени. Напряжения

Рейнольдса  $-\rho \overline{u'_i u'_j}$  определяются в рамках стандартной  $k-\epsilon$  модели турбулентности:

$$\frac{\partial (\rho k)}{\partial t} + \frac{\partial (\rho k u_i)}{\partial x_i} = \frac{\partial}{\partial x_j} \left[ \left( \mu + \frac{\mu_t}{\sigma_k} \right) \frac{\partial k}{\partial x_j} \right] - \rho \epsilon + \tau_{ij} \frac{\partial (u_i)}{\partial x_j},$$

$$\frac{\partial (\rho \epsilon)}{\partial t} + \frac{\partial (\rho \epsilon u_i)}{\partial x_i} = \frac{\partial}{\partial x_j} \left[ \left( \mu + \frac{\mu_t}{\sigma_\epsilon} \right) \frac{\partial \epsilon}{\partial x_j} \right] + C_{1\epsilon} \frac{\epsilon}{k} \tau_{ij} \frac{\partial u_i}{\partial x_j} - C_{2\epsilon} \rho \frac{\epsilon^2}{k},$$

$$\tau_{ij} = -\rho \overline{u'_i u'_j} = \rho \mu_t \left( \frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right) - \frac{2}{3} \rho k \delta_{ij},$$

$$\mu_t = \rho C_\mu \frac{k^2}{\epsilon},$$

$$C_{1\epsilon} = 1,44; C_{2\epsilon} = 1,92; C_\mu = 0,09; \sigma_k = 1,0; \sigma_\epsilon = 1,3.$$

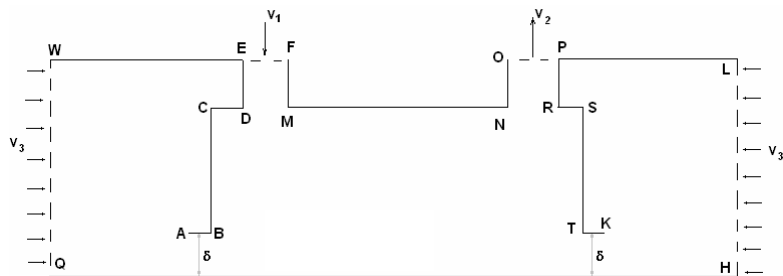


Рис. 1. Расчетная область течения

Для расчета использовались следующие геометрические и кинематические параметры (рис.1): CD = RS = 0,1м; DM = NR = EF = OP = 0,2м; MN = 1,2м; CB = ST = 0,63м;  $\delta = 0,03$ м; AB = TK = 0,03м; WE = PL = 0,8м; ED = FM =

ON = PR = 0,14м; WQ = LH = 0,8м;  $v_1 = 2$ м/с;  $v_2 = 2,24$ м/с;  $v_3 = 0,03$ м/с.

Для корректного сравнения величин скорости при сравнении разными методами, получен-

ные значения скорости домножались на коэффициент 0,52/0,8. Картина течения показана на рис. 2.

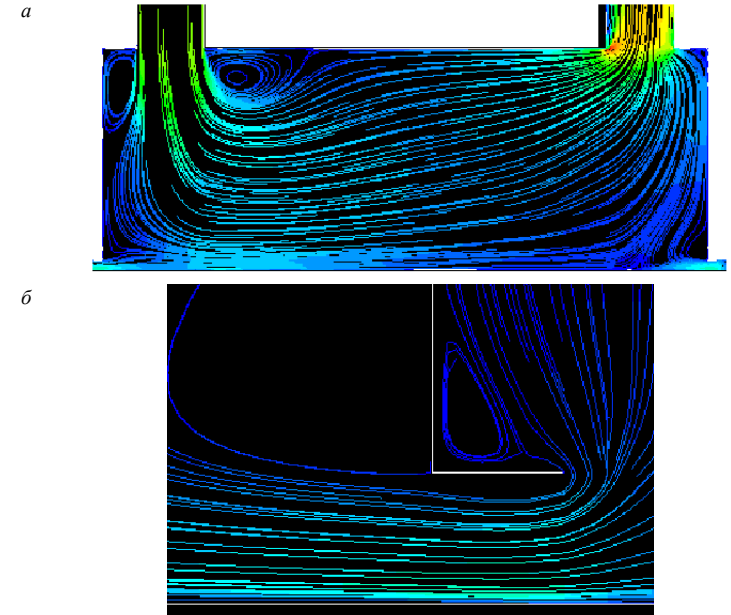


Рис. 2. Линии тока: а – в укрытии; б – на входе в щелевую неплотность

Из построенных линий тока видно, что при данных расчетных параметрах не наблюдается центрального вихря (рис.2 а), что можно объяснить малыми скоростями течений во всасывающем отверстии аспирационного укрытия. Отрыв потока на входе в щелевые неплотности аспирационных укрытий (рис.2 б) осуществляется не так явно, как в эксперименте и при расчетах с использованием теории функций комплексного

переменного и метода Н.Е.Жуковского (рис.3). Еще одно из отличий состоит в отсутствии резкого перепада продольной составляющей скорости при подходе к козырьку всасывающего канала. Однако расчеты с использованием осредненных по Рейнольдсу уравнения Навье-Стокса и неразрывности имеют удовлетворительное согласие с экспериментом в среднем (рис.3).

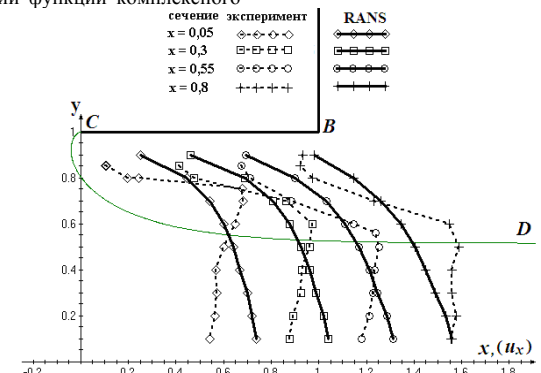


Рис. 3. Изменение продольной составляющей скорости воздуха по высоте плоского канала, оснащенного козырьком единичной длины

Проведенные исследования показывают, что для адекватного описания отрыва потока не обязательно привлекать сложные модели, а вполне достаточно использовать методы математического моделирования, построенные в рамках теории идеальной несжимаемой жидкости.

\*Исследования выполнены при поддержке Совета по грантам Президента РФ (код проекта НШ-588.2012.8) и гранта РФФИ №12-08-97500-р\_центр\_а.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Логачев, К.И. Расчет течений на входе в отсосы-раструбы методом дискретных вихрей/ К.И. Логачев, А.И. Пузанок, В.Н. Посохин // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2004. – № 7-8. – С. 61-69.
2. Логачев, К.И. Закономерности изменения дисперсного состава пылевых аэрозолей в аспирационном укрытии/ К.И. Логачев, О.А. Аверкова, В.Ю. Зоря // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2007. – № 9. – С. 46-52.
3. Аверкова, О.А. Особенности поведения аэрозольных частиц в аспирационном укрытии стандартной конструкции/ О.А. Аверкова, В.Ю. Зоря, К.И. Логачев // Химическое и нефтегазовое машиностроение. – 2007. – № 11. – С. 34-36.
4. Логачев, К.И. Расчет течения вблизи круглого всасывающего патрубка/ К.И. Логачев, В.Н. Посохин // Известия высших учебных заведений. Авиационная техника. – 2004. – № 1. – С. 29-32.
5. Логачев, К.И. Численное моделирование пылевоздушных течений вблизи вращающегося цилиндра-отсоса / К.И. Логачев, А.И. Пузанок // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2005. – № 9. – С. 63-70.
6. Логачев, К.И. Компьютерное моделирование пылегазовых потоков в пульсирующих аэродинамических полях/ К.И. Логачев, А.И. Пузанок, В.Ю. Зоря // Вычислительные методы и программирование: новые вычислительные технологии. – 2006. – Т. 7. – № 1. – С. 195-201.
7. Логачев, К.И. Численное исследование поведения пылевой аэрозоли в аспирационном укрытии/ К.И. Логачев, И.Н. Логачев, А.И. Пузанок // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2006. – № 5. – С. 65-71.
8. Логачев, И.Н. О прогнозировании дисперсного состава и концентрации грубодисперсных аэрозолей в местных отсосах систем аспирации/ И.Н. Логачев, К.И. Логачев // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2002. – № 9. – С. 85-90.

9. Посохин, В.Н. К расчету течения вблизи щелевидного отсоса-раструба/ В.Н. Посохин, Н.Б. Салимов, К.И. Логачев, А.М. Живов // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2002. – № 10. – С. 81-84.

10. Логачев, И.Н. Моделирование отрывных течений вблизи всасывающей щели/ И.Н. Логачев, К.И. Логачев, В.Ю. Зоря, О.А. Аверкова // Вычислительные методы и программирование: новые вычислительные технологии. – 2010. – Т. 11. – № 1. – С. 43-52.

11. Логачев, И.Н. Математическое моделирование отрывных течений при входе в экранованный плоский канал/ И.Н. Логачев, К.И. Логачев, О.А. Аверкова // Вычислительные методы и программирование: новые вычислительные технологии. – 2010. – Т. 11. – № 1. – С. 68-77.

12. Логачев, И.Н. Математическое моделирование струйного течения воздуха при входе в плоский канал с козырьком и непроницаемым экраном/ И.Н. Логачев, К.И. Логачев, О.А. Аверкова // Вычислительные методы и программирование: новые вычислительные технологии. – 2010. – Т. 11. – № 1. – С. 160-167.

13. Логачев, И.Н. Характеристика пылевых выбросов при перегрузках сыпучих материалов/ И.Н. Логачев, К.И. Логачев, О.А. Аверкова // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2009. – № 3. – С. 63-67.

14. Аверкова, О.А. К вопросу о моделировании пылегазовых потоков в аспирационном укрытии/ О.А. Аверкова, В.Ю. Зоря, И.Н. Логачев, К.И. Логачев // Вычислительные методы и программирование: новые вычислительные технологии. – 2009. – Т. 10. – № 1. – С. 371-376.

Свергузова С. В., д-р техн. наук, проф.  
Тарасова Г. И., канд. хим. наук, проф.  
Малахатка Ю. Н., аспирант

Белгородский государственный университет имени В.Г. Шухова

## О ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПЫЛИ ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

makakhatka@yandex.ru

Рассмотрены вопросы необходимости очистки водных объектов от тяжелых металлов, а также возможность использования отхода производства строительных материалов в качестве сырья для реагентной очистки железо- и цинкосодежащих модельных растворов.

При исследовании было установлено, что при добавлении пыли БКСМ к модельным растворам, содержащим ионы  $Fe^{3+}$ ,  $Fe^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$ , эффективности очистки возрастает до 98%.

**Ключевые слова:** очистка сточных вод, тяжелые металлы, реагентная очистка.

Сточные воды многих промышленных производств представляют собой поликомпонентные системы, очистка которых связана с протеканием коллоидно-реагентно-сорбционных процессов. К одним из таких систем относятся сточные воды гальванических производств, содержащие тяжелые и цветные металлы в виде различных соединений. Часто для очистки подобных вод используются дорогостоящие реагенты и сорбенты, которые, к тому же, после использования должны быть регенерированы или подвергнуты захоронению, что значительно удорожает процессы очистки [1]. В то же время на многих производствах образуются крупнотоннажные промышленные отходы, которые ввиду особенности своих физи-

ко-химических свойств могут быть использованы в водоочистке с достаточно высокой эффективностью. Кроме того, они не нуждаются в регенерации в виду их дешевизны, а осадки, полученные при этом, могут быть в дальнейшем утилизированы при изготовлении полезной продукции. Поэтому разработка способов очистки сточных вод от тяжелых металлов с использованием отходов производств является актуальной задачей [2].

В работе использовалась пыль аспирационного устройства, образующаяся при производстве силикатных бетонов Белгородского комбината строительных материалов (АУ БКСМ), имеющая следующий усредненный химический состав (табл. 1) [3]:

Таблица 1

Химический состав пыли								
Химический состав пыли, %								
CaO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	П.П.П.	Σ
45,7	46,8	0,7	2,12	0,05	0,03	0,3	4,1	99,8

Наряду с химическим составом определяли физико-химические свойства пыли: насыпную, истинную плотности (пикнометрическим мето-

дом в спиртовом растворе), содержание в ее составе ( $CaO_{\text{дст}}$ ), удельную поверхность, pH водной вытяжки и др. (табл. 2.)

Таблица 2

Физико-химические характеристики пыли БКСМ		
Характеристика	Размерность	Значения
Влажность, W	%	0,05
pH водной вытяжки	-	12
Насыпная плотность, $\rho_{\text{нас}}$	кг/м <sup>3</sup>	730
Истинная плотность, $\rho_{\text{ист}}$	кг/м <sup>3</sup>	2700
Содержание $CaO_{\text{дст}}$	%	48

Гранулометрический состав исследуемой пыли определяли на лазерном анализаторе размеров частиц «MicroSizer - 201». Так как в ходе очистки с использованием пыли могут протекать процессы растворения, массопереноса, адсорбции-десорбции, образования и растворения осадка, коагуляции и др., то сведения о размере частиц взаимодействующих веществ играет значительную роль.

На графике рис. 1 представлено процентное содержание частиц указанного гранулометрического состава в данном изучаемом образце пыли.

Вид кривой говорит о полидисперсности пыли. Размер частиц варьируется в диапазоне от 0,2 до 600 мкм. Из графика следует, что размер частиц максимальной фракции частиц пыли составляет от 3 до 40 мкм.

Для определения фазового состава был проведен рентгенофазовый анализ (РФА) пыли БКСМ (рис.2), который подтвердил качественный состав пыли по основным ингредиентам и показал наличие следующих пиков:  $Ca(OH)_2$  – порландит,  $d(A) = 4,969; 2,640; 2,284; 2,243; 1,935; 1,797; 1,694$ ;  $SiO_2$  – кварц,  $d(A) = 4,270; 3,351$ ;  $CaO$  –  $d(A) = 2,456; 1,223$ ;  $CaCO_3$  – кальцит,  $d(A) = 2,134$ ;

CaO · SiO<sub>2</sub> - метасиликат кальция,  $d(A) = 2,97$ ;  $\beta$ -2CaO · SiO<sub>2</sub> - ларнит,  $d(A) = 2,748$ ; 1,9166 [4].

По форме частицы в порошках подразделяют на равноосные, имеющие примерно одинаковые размеры по трем осям, волокнистые, длина которых значительно больше других размеров, и плоские, длина и ширина которых значительно больше толщины. Для определения формы частиц нами были проведены микрофотографические исследования.

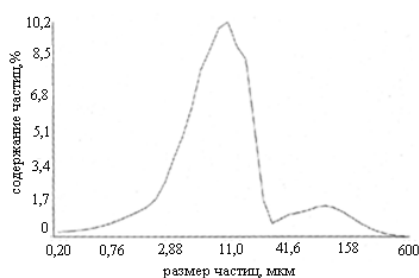


Рис. 1. Соответствие весовой доли частиц пыли заданным значениям размеров частиц

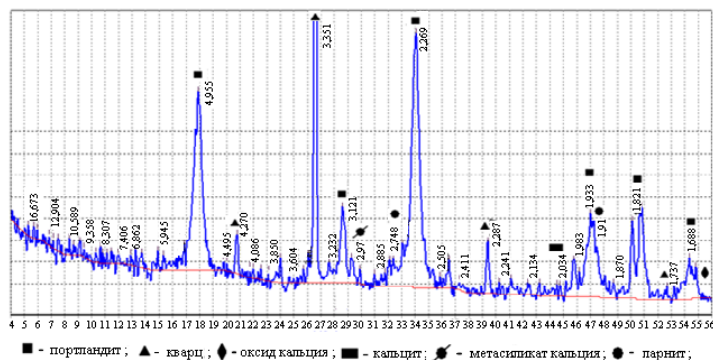


Рис. 2. Рентгенофазовый анализ пыли БКСМ

На микрофотографии (рис.3), видно, что частицы пыли представлены конгломератами, имеющими округлые формы с множеством выступов, впадин и других дефектов поверхности, что говорит о наличии высокоразвитой поверхности пыли. Последний фактор свидетельствует в пользу наличия у пыли БКСМ адсорбционных свойств. Размеры отдельных участков представленных конгломератов не превышают 2 мкм.

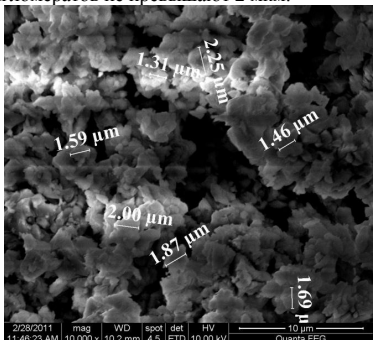


Рис. 3 Тонкодисперсная структура пыли БКСМ

В процессах очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов важную роль играет pH среды. Поэтому в экспериментах определяли pH водной вытяжки из пыли БКСМ. Для этого готовили суспензию путем добавления пыли БКСМ к дистиллированной воде в соотношении 1:10. pH дистиллированной воды предварительно корректировали до значения 6,8 с помощью 0,1 н. растворов NaOH и HCl. К 100 мл дистиллированной воды добавляем различные навески пыли массой от 0,05 до 0,2 г. После 20-минутного перемешивания измеряли pH суспензии на pH-метре марки И-500. Результаты исследования, представленные на рис. 4, показывают, что уже при массе добавки пыли 0,05 г pH среды достигает значения 11,6, а при добавке в 0,1 г достигает 12,3 и при дальнейшем увеличении массы навески практически не изменяется. Увеличение pH среды суспензии можно объяснить растворением CaO, Ca(OH)<sub>2</sub>, содержащихся в пыли БКСМ.

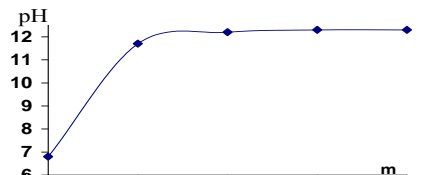


Рис. 4. Зависимость pH дистиллированной воды от массы добавки пыли БКСМ

В связи с тем, что в модельных растворах протекает гидролиз солей железа, цинка и pH среды отличается от pH дистиллированной воды, необходимо было исследовать изменение pH среды модельных растворов после добавления к ним различных навесок пыли БКСМ.

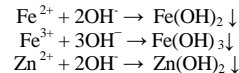
Готовили модельные растворы с концентрациями Fe<sup>3+</sup>, Fe<sup>2+</sup>, Zn<sup>2+</sup> 10 и 20 мг/л. С целью предотвращения гидролиза ионов металлов pH среды модельных растворов корректировали до значения 2 с помощью HCl (конец). К 100 мл модельного раствора добавляли заданную навеску пыли БКСМ, суспензию перемешивали в течение 20 мин, после чего определяли значение pH.

Изменение pH желез(II)(III)- и цинкосодержащих модельных растворов при добавке пыли БКСМ представлены на рис. 5.

Результаты исследований показывают, что при повышении массы пыли, добавляемой к модельному раствору pH среды повышается. Это обстоятельство является очень важным в процессе очистки растворов, содержащих ионы Fe<sup>2+</sup>, Fe<sup>3+</sup>, Zn<sup>2+</sup>, поскольку выведение перечисленных ионов из раствора в виде малорастворимых гидроксидов напрямую зависит от pH среды, которое отражает содержание в растворе ионов OH<sup>-</sup>, участвующих в формировании осадка Me(OH)<sub>n</sub>.

При добавлении к модельным растворам пыли БКСМ в количестве 0,02 г на 100 мл pH раствора с концентрацией Fe<sup>3+</sup> 10 мг/л составляет 7, а для раствора с концентрацией Fe<sup>3+</sup> 20 мг/л – 5,8; раствора с концентрацией Zn<sup>2+</sup> 10 мг/л pH = 5,4, для Zn<sup>2+</sup> 20 мг/л pH = 4,9 при времени контакта 10 мин. Из справочных данных [5] известно, что осадок Fe(OH)<sub>3</sub> – уже при 2,3; Zn(OH)<sub>2</sub> – при pH = 6,4 и Fe(OH)<sub>2</sub> - при pH = 7,5.

Очистка сточных вод с помощью пыли БКСМ сопровождается выпадением малорастворимых и нерастворимых осадков по следующим схемам:



Гидроксиды Fe(OH)<sub>2</sub>, Fe(OH)<sub>3</sub> и Zn(OH)<sub>2</sub> обладают низкими значениями растворимости.

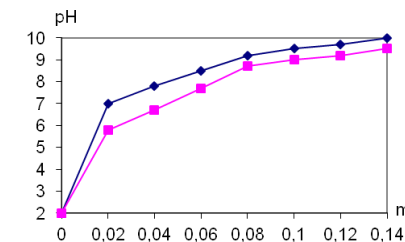
Зная концентрации ионов, взаимодействующих между собой в растворе, можно вычислить произведение их текущих концентраций. Резуль-

таты расчета (без учета гидролиза) произведены по формуле:

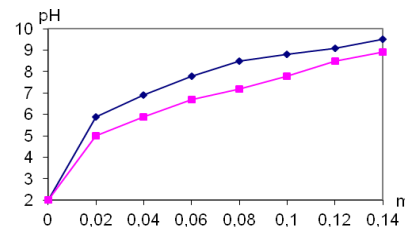
$$X_i = [n Z]^n \cdot [m N]^m,$$

где X<sub>i</sub> – произведение концентраций; [Z] и [N] – концентрации ионов в растворе, моль/л; n и m – показатели степени, соответствующие стехиометрическим коэффициентам в уравнениях диссоциации данных веществ. Если найденная величина больше произведения растворимости, значит, осадок образуется; если ниже – то осадок образоваться не может. Расчет выполнялся для концентрации ионов [Fe<sup>3+</sup>] = [Fe<sup>2+</sup>] = [Zn<sup>2+</sup>] = 10 мг/л.

а



б



в

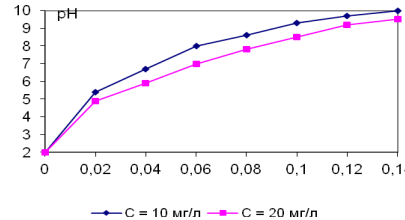


Рис. 5. Изменение pH модельных растворов, содержащих ионы а)-Fe<sup>3+</sup>, б)-Fe<sup>2+</sup>, в)-Zn<sup>2+</sup> в зависимости от массы добавки пыли БКСМ

Таблица 5

Вероятность образования осадков			
Гидроксид	Произведение растворимости	Произведение концентраций (pH=10)	Образование осадка
Fe(OH) <sub>2</sub>	1,65·10 <sup>-15</sup>	2,33·10 <sup>-10</sup>	+
Fe(OH) <sub>3</sub>	7,94·10 <sup>-38</sup>	2,19·10 <sup>-3</sup>	+
Zn(OH) <sub>2</sub>	5·10 <sup>-26</sup>	1,3510 <sup>-13</sup>	+

Из табл. 5 следует, что во всех трех случаях в растворах создаются благоприятные условия для образования осадков гидроксидов металлов, по-

скольку произведение концентраций взаимодействующих ионов выше произведений растворимости этих веществ.

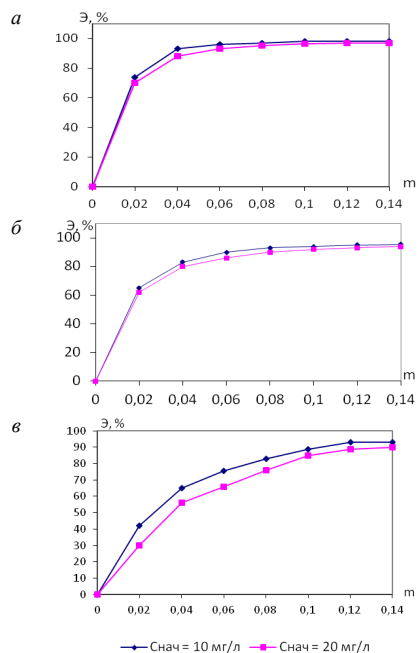


Рис. 6. Изменение эффективности очистки модельных растворов, содержащих ионы а)  $\text{Fe}^{3+}$ , б)  $\text{Fe}^{2+}$ , в)  $\text{Zn}^{2+}$  в зависимости от массы добавки пыли БКСМ

Для того, чтобы произошло химическое, физическое или физико-химическое взаимодействие, необходим контакт взаимодействующих веществ. При этом в соответствии с законом действия масс, скорость процесса прямо пропорциональна концентрации взаимодействующих частиц. Значит, скорость реакций, протекающих в процессе очистки модельных растворов от ионов  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$  должна быть пропорциональной массе добавляемой пыли БКСМ. Для того, чтобы определить рациональное количество добавляемой пыли, при котором достигается максимальная эффективность очистки и с целью избежания передозировки пыли проводились исследования зависимости эффективности очистки от массы добавляемой пыли БКСМ. Этот фактор очень важен в технологии очистки, т.к. излишняя добавка пыли приводит к образованию избыточного количества осадка водоочистки, влечет за собой излишние транспортные расходы на перевозку пыли БКСМ и осадка.

В данной серии опытов использовали модельные растворы, содержащие ионы  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$  с концентрацией 10 и 20 мг/л. К 100 мл модельного раствора добавляли расчетное количество пыли БКСМ. Масса навески варьировалась от 0,02 до 0,14 г на 100 мл раствора. Длительность перемешивания полученных суспензий во всех

опытах данной серии составляла 30 минут, температура реакционной среды не изменялась и составляла 20°C. После окончания перемешивания суспензию фильтровали через бумажный фильтр и в фильтрате определяли остаточную концентрацию ионов  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$  фотоколориметрическим методом [6]. Эффективность очистки рассчитывали по формуле:

$$\mathcal{E} = \frac{C_{\text{нач}} - C_{\text{кон}}}{C_{\text{нач}}} \cdot 100\%$$

где  $C_{\text{нач}}$  – начальная концентрация ионов железа и цинка, мг/л;  $C_{\text{кон}}$  – конечная концентрация ионов железа и цинка, мг/л;  $\mathcal{E}$  – эффективность очистки, %.

Максимальная степень очистки для ионов железа(III) составляет 98% для модельного раствора с концентрацией ионов  $\text{Fe}^{3+} = 10$  мг/л и 97% для модельного раствора с концентрацией ионов  $\text{Fe}^{3+} = 20$  мг/л и достигается при добавлении 0,1 г/100 мл модельного раствора (рис.6а). Для очистки от железа (II) при добавлении 0,12 г/100 мл модельного раствора достигается максимальная эффективность, степень очистки для ионов железа(II) составляет 95% для модельного раствора с концентрацией ионов  $\text{Fe}^{2+} = 10$  мг/л и 93% для модельного раствора с концентрацией ионов  $\text{Fe}^{2+} = 20$  мг/л (рис.6б).

Для цинка максимальная эффективность очистки достигается при добавлении 0,12 г/100 мл модельного раствора и составляет 92% для модельного раствора с концентрацией  $\text{Zn}^{2+}$ , равной 10 мг/л и 90% при концентрации  $\text{Zn}^{2+}$ , равной 20 мг/л (рис.6в).

Таким образом, в ходе исследований была установлена принципиальная возможность использования пыли БКСМ для очистки водных сред от тяжелых металлов.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Майстренко В.Н. Экологический мониторинг суперэкоотоксикантов/В.Н. Майстренко. - М.: Химия, 1996. -320 с.
2. Юсорин Ю.С. Промышленность и окружающая среда/ Ю.С. Юсорин. - М.: 2002. -450 с.
3. ГОСТ 5382-91 «Цементы и материалы цементного производства. Методы химического анализа»
4. В.С. Горшков Методы физико-химического анализа вяжущих веществ/ В.С. Горшков. - М.: Высшая школа, 1981. - 330 с.
5. Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии/ Ю.Ю. Лурье. - М.: Химия, 1971. - 450 с.
6. Тикунова И.В., Дробницкая Н.В., Артеменко А.И. Справочное руководство по аналитической химии и физико-химическим методам анализа/ И.В.Тикунова, Н.В. Дробницкая, А.И. Артеменко. - М.: Высшая школа, 2009. - 415 с.

Пендюрин Е. А., канд. с.-х. наук, доцент  
Смоленская Л. М., канд. хим. наук, доцент  
Старостина И. В., канд. техн. наук, доцент  
Рыбина С. Ю., ведущий инженер  
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

## ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ТЕХНОГЕННО-НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ ТЕРРИТОРИИ ПОЛИГОНА ТБО Г. БЕЛГОРОДА

starostinairinav@yandex.ru

На основании исследований физико-механических и химических свойств почв и почвообразующих пород произведена оценка их пригодности для дальнейшего использования в средствах рекультивации части полигона ТБО.

**Ключевые слова:** полигон ТБО, восстановление техногенно-нарушенных земель, физико-химические и химические показатели, почвы, грунты.

Проблема размещения и утилизации отходов ТБО является актуальной на всей территории Российской Федерации. Не исключением является и Белгородская область, расположенная в Центрально-Черноземном регионе [1].

Одна из современных проблем градостроительства на территории Белгородчины – это рациональное и эффективное использование территориальных ресурсов. Увеличение численности городского населения, развитие экономики и повышение жизненного уровня сопровождаются ростом потребления земельных ресурсов и значительным увеличением объемов образования отходов производства и потребления. Основная часть бытовых отходов, образующихся в г. Белгороде, аккумулируется на полигоне ТБО ООО ТК «Экотранс», который представляет собой специализированное предприятие, предназначенное для обезвреживания и захоронения отходов. Основное достоинство используемой технологии захоронения – простота, малые капитальные и эксплуатационные затраты и относительная безопасность для окружающей среды.

Расширение городской черты привело к тому, что исследуемая техногенно-нарушенная территория полигона ТБО расположена в городской черте, часть которой закрыта для приема бытовых отходов и требует природоохранных мероприятий по ее восстановлению.

Оценка пригодности почв и почвообразующих пород для дальнейшего использования в средствах рекультивации части полигона ТБО производится на основании исследований их физико-механических и химических свойств по результатам выполненных инженерных изысканий, которые проводятся в соответствии с требованиями градостроительного, санитарного и природоохранного законодательства при проектировании, строительстве, реконструкции, эксплуатации объектов, инженерных коммуника-

ций и подземных сооружений, связанных с проведением земляных работ.

Поскольку результаты данного исследования не предусматривают строительства рекреационной зоны и изменений технологических параметров на анализируемой территории, то можно ограничиться только инженерно-экологическими изысканиями. Кроме того, существующий накопитель в настоящее время еще не выработал свой ресурс, и длительное время может быть использован в технологическом цикле.

На любом земельном участке в составе инженерно-экологических изысканий выполняется комплексное обследование и оценка экологического состояния компонентов природной среды – почв, грунтов, растительности и др. с целью:

- оценки характера и уровня загрязнения территории;
- выявления пространственной структуры – границы распространения, мощности и состава загрязнения природных сред, требующих проведения санации (или рекультивации) для соответствующих видов функционального использования;
- разработки рекомендаций по безопасным условиям использования (или перемещения) почв и грунтов в ходе земляных и строительных работ;
- разработки мероприятий, направленных на предотвращение, снижение или ликвидацию опасного воздействия радиоактивных элементов, загрязняющих химических веществ, санитарно-показательных и патогенных микроорганизмов, а также возбудителей паразитарных заболеваний, на здоровье населения и объекты окружающей природной среды при реализации проектных решений и проведении строительных работ на территории [2].

При проведении инженерно-экологических изысканий осуществляются следующие работы:

- санитарно-гигиеническое обследование и оценка уровня химического и токсикологического загрязнения земельных участков;
- оценка пригодности почв и грунтов по химическим и агрохимическим показателям для посадки (произрастания) зеленых насаждений;
- комплексная оценка экологического состояния компонентов природной среды – почвенного покрова и растительности.

В ходе изысканий выполняются дополнительные исследования, по результатам которых

осуществляется оценка пригодности почв и грунтов для целей благоустройства и озеленения, и даются практические рекомендации и перечень конкретных мероприятий по подготовке почвенного покрова для размещения древесно-кустарниковой и газонной растительности [3].

С целью выявления пригодности технологических грунтов и поверхностного слоя почвы для биологической рекультивации закрытой части отработанного полигона был проведен их физико-химический анализ.

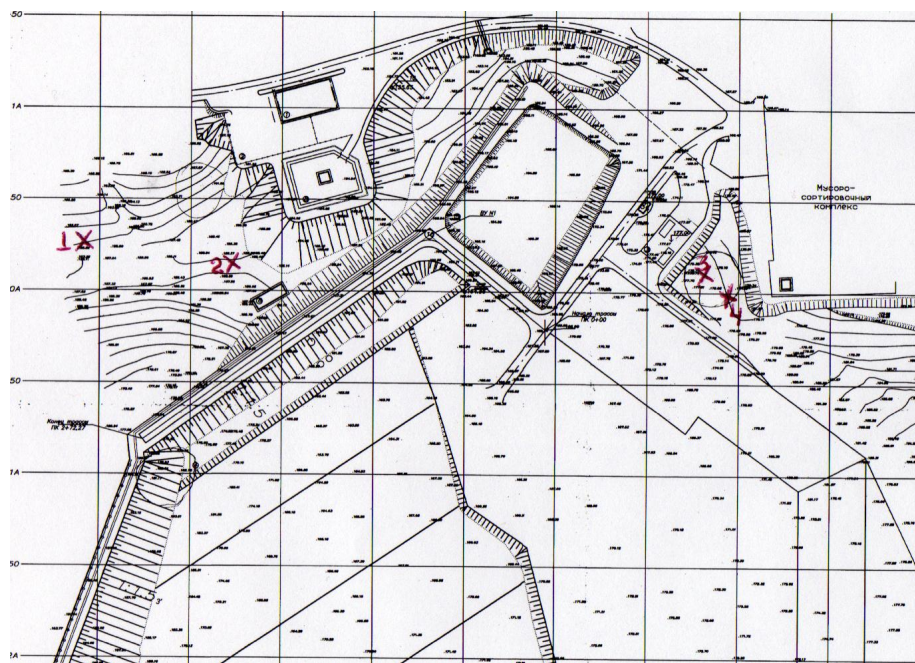


Рис. 1. Места отбора проб образцов на полигоне ТБО

Образцы грунтов, располагающиеся на территории полигона и служащие в качестве изолирующего слоя, а также почвенные образцы со склада временного хранения (рис. 1) были подвергнуты анализу на основные физико-химические показатели (табл. 1). Анализ грунтов и почв представлен в виде следующей маркировки: Грунт 1 – 1, Грунт 2 – 2, Почва 1 – 3; Почва 2 – 4.

Начальным этапом определения свойств анализируемых образцов была исследована их структура. Под структурой понимают совокупность агрегатов или структурных отдельных

различной величины, формы, пористости, механической прочности и водопрочности.

Фракционный состав исследуемых образцов представлен в основном удовлетворительной и хорошей структурой (рис. 2), которая обеспечивает их пригодность для восстановления нарушенных территории без дополнительных мероприятий по улучшению.

В почвенных образцах были определены показатели кислотности. Полученные данные свидетельствуют о слабощелочной реакции почвенной среды, что указывает на преобладание карбонатных пород. Этот факт подтверждается величиной обменной кислотности которая со-

ставляют от 0,3501 до 1,2088 мг-экв/100 г (табл. 1). Низкие показатели кислотности указывают на отсутствие гидроксильных групп, которые

способны изменять реакцию среды в сторону подщелачивания.

Таблица 1

Химические показатели	Маркировка образцов					Нормативы для почв с/х назначения
	1	2	3	4		
pH водной вытяжки (актуальная)	8,29	8,34	8,26	8,22		6,5-7,0
pH солевой вытяжки (KCl)	7,54	7,45	7,35	7,39		6,5-7,0
Hг гидролитическая	0,85	0,12	1,70	1,70		
Величина обменной кислотности, мг-экв/100 г	1,2088	0,8731	0,3501	0,4777		2
Подвижная, форма алюминия, мг-экв/100 г	0,20	0,24	0,077	0,079		4
Валовая форма алюминия, %	1,24	1,19	2,02	3,88		-
Свободная щелочность, мг-экв/100 г	0,275	0,263	0,183	0,185		
Общая щелочность, мг-экв/100 г	2,979	2,765	2,973	3,029		
Содержание гумусовых веществ, %	1,115	1,162	3,299	3,207		3-6
Емкость катионного обмена ЕКО (мг-экв/100г)	21,13	22,38	23,75	26,24		30-40
Содержание Ca <sup>2+</sup> , мг/100 г	17,40	17,83	18,74	20,50		30-60
Содержание Mg <sup>2+</sup> , мг/100 г	2,68	3,03	3,23	3,97		10-15
Сумма поглощенных оснований, мг/100 г	11,51	10,73	8,84	8,88		60-90
Содержание NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/кг	93,94	100,96	173,83	178,02		130
Содержание NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , мг/кг	1503,23	1603,58	1259,80	1230,0		
Содержание PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> , мг/кг	6,87	13,84	141,23	135,83		30
Содержание Cl <sup>-</sup> , мг/100 г	0,96	1,23	1,28	1,62		0,1
Содержание SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , %	2,015	1,79	0,89	0,42		0,004
Содержание марганца в виде MnO, мг/100 г	2,41	4,32	21,43	29,74		150

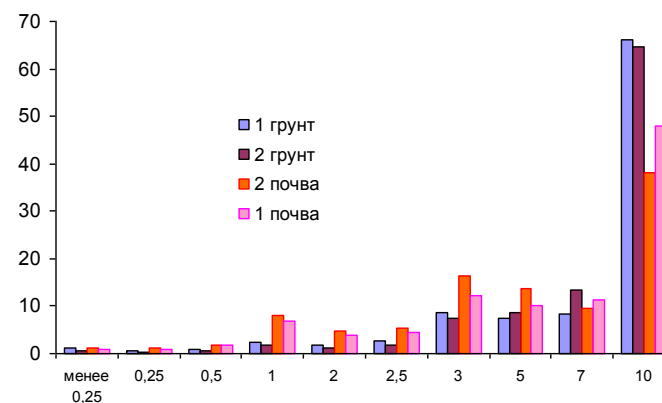


Рис. 2. Фракционный состав почвы и грунтов

Подвижный алюминий тесно связан с обменной кислотностью и обычно появляется при pH солевой вытяжки меньше 5,0-5,3, наряду с обменным водородом обуславливает обменную

кислотность и позволяет установить природу почвенной кислотности.

Результаты анализа представленные в табл. 1, свидетельствуют о невысоком содержании как подвижной, так и валовой форм алюминия,



что не противоречит полученным ранее данным о величине кислотности. Присутствие в исследуемых образцах карбонатов натрия, гидрокарбонатов кальция и магния, подтверждается величинами свободной и общей щелочности.

Таким образом, проанализируемые образцы не будут способствовать увеличению подвижности токсичных для биоты химических элементов.

Главные особенности химического состава грунта и почвы: присутствие органических веществ и в их составе специфической группы – гумусовых веществ, разнообразие форм соединений отдельных элементов, непостоянство (динамичность) состава во времени.

Как и следовало ожидать, образцы грунта характеризуются низкими содержанием гумуса, в то время как образцы почв показали величину гумуса близкую к почвам сельскохозяйственного назначения.

Поскольку грунт и почва представляют собой сложную полидисперсную систему, то основное внимание необходимо уделить почвенным коллоидам, так как даже при незначительном содержании именно они придают почве сорбционные свойства.

Почвенные образцы характеризуются несколько большим содержанием исследуемых катионов по сравнению с грунтами, но в целом, они недостаточно насыщены по сравнению с почвами сельхоз назначения.

Все полученные результаты емкости катионного обмена имеют величины гораздо ниже, чем почвы сельскохозяйственного назначения.

Согласно полученным данным, приведенным в табл. 1, преобладающей формой азота является аммонийная, что может быть связано с относительно невысокой нитрифицирующей способностью почв, а также возможностью адсорбции аммонийной формы в грунтах.

Содержание нитратов больше в почвенных образцах, что и характеризуется способностью почвенной биоты переводить аммонийный азот в нитратный.

Важным биогенным элементом в почве является фосфор, поэтому было проведено его определение во всех исследуемых образцах. Как и следовало ожидать основное количество фосфора находится в почвенных горизонтах, что связано малым круговоротом биогена.

Известно, что в состав почвенного раствора входят хлориды. Обладая высокой подвижностью, они мигрируют по всему почвенному профилю, проникая в глубину. Вследствие высокой растворимости солей-хлоридов, их присутствие может наблюдаться по всем исследуемым горизонтам. Данные, приведенные в табл. 1 подтверждают это высказывание, поскольку ни-

каких закономерностей их распределения между горизонтами выявлено не было.

Поскольку в анализируемых образцах присутствуют катионы кальция и магния, которые при определенных условиях могут образовывать нерастворимые соединения с сульфат-анионами, то их подвижность будет способствовать их миграции в более глубокие слои, что подтверждается их количественным присутствием в грунтах по сравнению с почвой (табл. 1).

Известно, что для роста и развития растений необходимы как макро- так и микроэлементы. Одним из микроэлементов является марганец. Особенностью микроэлементов является их стимуляция роста и развития только в определенных количествах, как правило, это микродозы. Поэтому для таких элементов установлены строгие нормативы по содержанию в почвенных образцах.

Исследуемые образцы по содержанию марганца не превышают установленные нормативы, следовательно, он выступает только как стимулятор роста, не оказывая угнетающего действия на рост и развитие растений, и не влияет на состояние почвенного биоценоза.

Таким образом, проанализированные образцы грунта и почвы представлены в основном смесью суглинков и черноземов малогумусными, слабощелочными, с невысокой емкостью катионного обмена, хорошим структурным состоянием, и полностью удовлетворяют нормативным показателям их пригодности к использованию при рекультивации закрытой части полигона ТБО.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Атлас «Природные ресурсы и экологическое состояние Белгородской области». Учебно-справочное картографическое пособие. – Белгород. Изд-во: Белгородская областная типография. – 2005. – 180 с.
2. Андроханов В.А., Куляпина Е.Д., Курачев В.М. Почвы техногенных ландшафтов: генезис и эволюция. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2004
3. Методические рекомендации по выявлению деградированных и загрязненных земель. Роскомзем от 27.03.1995 № 3-15/582.

*Порожняк Л. А., канд. техн. наук, доц.,*

*Василенко Т. А., канд. техн. наук, доц.,*

*Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова*

*Порожняк Е. В., студент,*

*Белгородский государственный национальный исследовательский университет*

## РОЛЬ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО АУДИТА В ОБРАЩЕНИИ С ОТХОДАМИ В БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

**Iporozhnyuk@yandex.ru**

*Современные экологические проблемы связаны с отсутствием эффективного экологического управления на конкретном хозяйствующем субъекте. Одним из элементов экологического управления является экологический аудит. В статье рассмотрены цели экологического аудита, паспортизация отходов, лицензирование деятельности по сбору, использованию и обезвреживанию и размещению отходов. Предложено решение проблемы утилизации твердых бытовых и промышленных отходов путем создания в Белгородской области «Технопарка по обращению с отходами производства и потребления».*

**Ключевые слова:** экологическое управление, экологический аудит, твердые бытовые и промышленные отходы, утилизация отходов.

Природным ресурсам и окружающей среде в Белгородской области присущи, в той или иной мере, многие признаки современного глобального экологического кризиса. Размещаясь в центре европейской территории России, область испытывает значительные антропогенные и техногенные нагрузки вследствие существенной освоенности территории, развитой горнодобывающей, металлургической промышленности, строительного комплекса, интенсификации сельского хозяйства, густой сети автомобильного, железнодорожного и трубопроводного транспорта, большого количества передвижных средств и высокой плотности населения (55 чел/км<sup>2</sup>). Ежегодно в области:

- выбрасывается в атмосферу свыше 300 тысяч тонн загрязняющих веществ;
- сбрасывается в водные объекты до 200 млн. м<sup>3</sup> сточных вод, в том числе до 30 млн. м<sup>3</sup> сильнозагрязнённых;
- образуется более 1,5 млн. м<sup>3</sup> бытовых и до 1 млн. т промышленных отходов, в том числе около 1 тыс. – I и II классов опасности. При этом проблемы их полной утилизации находятся на стадии решения.

Многие из перечисленных современных экологических проблем связаны с отсутствием эффективного экологического управления на конкретном хозяйствующем субъекте. Одним из элементов экологического управления является экологический аудит (ЭА). Благодаря результатам экологического аудита предприятие имеет возможность выстроить наиболее эффективную экологическую политику, минимизировать свои издержки и способствовать уменьшению уровня антропогенного воздействия того или иного предприятия на окружающую среду.

Понятие «экологический аудит» введено в России постановлениями Правительства Российской Федерации от 27.12.94 № 1418 «О лицензировании отдельных видов деятельности», от 26.02.96 № 168 «Об утверждении Положения о лицензировании отдельных видов деятельности в области охраны окружающей среды» и от 26.05.97 № 643 «Об утверждении Положения о Государственном комитете Российской Федерации по охране окружающей среды».

Федеральный закон «Об охране окружающей среды» № 7-ФЗ от 10 января 2002 года описывает экологический аудит как независимую, комплексную, документированную оценку соблюдения субъектом хозяйственной и другой деятельности требований, в том числе нормативов и нормативных документов, в области охраны окружающей среды, требований международных стандартов и подготовку рекомендаций по улучшению таковой деятельности.

Предметом экологического аудита является фактическая экологическая деятельность экономического субъекта (ассоциации, концерна и т. д.), в том числе размещение, переработка, ликвидация отходов.

Целью экологического аудирования отходов производства и потребления предприятий, организаций и учреждений вне зависимости от их ведомственной принадлежности и форм собственности является оценка соответствия системы управления отходами (по всему циклу обращения) требованиям действующей нормативно-правовой и технологической документации на территории Российской Федерации. В процессе экологического аудирования:

- рассматривается регламентирующая документация предприятия, касающаяся построе-

ния, содержания, изложения, оформления действующей на объекте ЭА системы управления отходами на всех стадиях жизненного цикла, методическое и организационное обеспечение инвентаризации отходов, в том числе накопленных и вывозимых за пределы предприятия, а также предназначенных к утилизации;

– осуществляется идентификация и сертификационная оценка отходов, включая хранение, транспортировку и переработку;

– производится паспортизация отходов производства и потребления I–IV класса опасности с учетом стадий их жизненного цикла;

– осуществляется сертификационный контроль необходимых данных по обеспечению безопасности для окружающей среды при обращении с отходами;

– проводятся прочие виды работ в соответствии с программой ЭА.

Применяемые на предприятиях отдельные документы ориентированы на учет различных технико-экономических характеристик отходов. Документация чаще всего слабо пригодна для комплексного практического использования и обмена данных. В ходе экологического аудирования оценивается действующая на отраслевом уровне система учета и контроля на стадиях жизненного цикла отхода; используются соответствующие формы статистической отчетности, прежде всего № 2-ТП отходы, паспорта и др. В ходе ЭА оцениваются свойства отходов на основе всего действующего комплекса нормативных документов, имея в виду решение проблем комплексной и эффективной переработки, складирования, транспортирования, захоронения и утилизации отходов с учетом требований экологической безопасности.

Аудиторская программа по отходам производства и потребления предусматривает три уровня:

1. Сбор и систематизация сведений об отходах, исходя из истории их возникновения;

2. Формирование информационного массива, обеспечивающего инвентаризацию отходов с учетом сведений о месте образования, объемах, реквизитов владельца и исходных данных;

3. Система обязательных сертификационных характеристик отхода, которые отражают степень их опасности для человека и окружающей среды, товарно-сырьевую сущность отхода (состав; технологии переработки; особенности жизненного цикла; возможности и условия реализации); места временного хранения.

Номенклатура сведений и обязательных характеристик отхода при ЭА вносятся в паспорт отхода – владельца отходов, согласовывая эти данные с требованиями Управления Росприрод-

надзора и действующего законодательства. Паспорт отходов – документ, удостоверяющий принадлежность отходов к отходам соответствующего вида и класса опасности, содержащий сведения об их составе. В паспорта и исходные сведения об отходах включаются: юридические данные предприятия; химический или морфологический состав согласно ГОСТа, технических условий, протоколов анализов аккредитованных лабораторий; сведения о технологическом процессе образования; информация об использовании и обезвреживании отхода; характеристика объекта хранения отхода с указанием ОКАТО; данные по безопасному обращению.

Аудит обращения с отходами в Белгородской области производится в соответствии с Постановлением Правительства Белгородской области от 12 марта 2004 г. № 6-пп «О мерах по организации обращения с отходами производства и потребления на территории области» в целях совершенствования и систематизации деятельности по обращению с отходами производства и потребления, уменьшения и локализации негативного воздействия отходов на окружающую природную среду, создания экономических, социальных и правовых условий для более полного использования отходов на территории области.

Документ регламентирует порядок организации деятельности в сфере обращения с отходами производства и потребления на территории области:

– деятельность собственников отходов при образовании отходов;

– порядок обезвреживания отходов;

– порядок транспортирования (перемещения) отходов;

– размещение отходов;

– государственный контроль за деятельностью в сфере обращения с отходами.

Особое внимание в практике аудирования отходов экологи-аудиторы обращают на деятельность по обезвреживанию отходов. Обезвреживание отходов I, II, III и некоторых IV классов опасности производится на специальных установках субъектов хозяйственной деятельности, имеющих лицензию на деятельность по сбору, использованию, обезвреживанию и размещению отходов I–IV класса опасности. Таким образом, передача отходов I–IV класса опасности должна осуществляться только при наличии лицензии у организации, осуществляющей сбор отходов не меньшего класса опасности. Наиболее опасными отходами являются отходы I класса опасности, к которым относятся отработанные люминесцентные лампы, термометры и приборы, содержащие ртуть. Каждая

люминесцентная лампа содержит 3–5 мг ртути, находящейся в агрегатном состоянии в виде паров. К отходам II класса опасности относят отработанные кислотные аккумуляторы с кислотой, отработанный кислотный электролит. К отходам III класса опасности относятся отработанные масла, обтирочный материал, опилки и песок, загрязненные нефтепродуктами, отработанные смазочные-охлаждающие масла, нефтешлам, нефтешлам и др. В перерабатываемым видам отходов IV класса опасности относят шины, камеры, покрышки, полимерную тару из-под пестицидов и др.

Отходы, содержащие серебро (отработанные фиксаж и рентгеновская пленка, титровальные растворы, отходы фотобумаги) должны передаваться специализированной организации по договору, имеющей регистрационное удостоверение на работы по извлечению материалов, содержащих драгоценные металлы. Обращение с такими отходами проводится согласно РД 34.20.702 «Инструкция по учету, сбору, хранению и сдаче в государственный фонд серебра в виде лома и отходов, получаемого при сборе изношенных репарационных узлов и деталей электроаппаратуры, приборов и иных изделий».

Предприятиям также необходимо соблюдать правила обращения с ломом и отходами черных и цветных металлов и их отчуждения согласно Постановлениям Правительства РФ № 369 и 370 от 11.05.01 г. и передавать данные отходы организациям, имеющим лицензии на подготовку, переработку и реализацию соответствующего вида лома, которые выдаются Управлением или комитетом по лицензированию каждого субъекта РФ.

К сожалению, в Белгородской области, в экономике которой сельское хозяйство является приоритетным, отсутствует предприятие, специализирующееся на утилизации тары из-под пестицидов. Данный вид отхода не подлежит захоронению на муниципальных свалках или полигонах ТБО и должен быть обезврежен. Обезвреживание и утилизация тары проводится в соответствии с СанПиН 1.2.1077-01 и «Временной инструкцией по подготовке к захоронению запрещенных и непригодных к применению пестицидов и тары из-под них» (ВНИИПИагрохим, Рязань, 1989 г.).

Функционирование объектов размещения отходов I–V классов опасности согласуется с органами Роспотребнадзора и разрешается при наличии положительных заключений государственной экологической экспертизы, проводимой в Министерстве природных ресурсов Российской Федерации и экспертизы проектной до-

кументации, проводимой в ФАУ «Главгосэкспертиза России». Объект размещения отходов – специально оборудованное сооружение, предназначенное для размещения отходов, к нему относят полигон, шламохранилище, хвостохранилище, отвал горных пород и другое. В соответствии с правилами инвентаризации объектов размещения отходов устанавливаются порядок сбора, составления и оформления информации о находящихся в эксплуатации объектах хранения и захоронения отходов. К ним кроме перечисленных относят ряд объектов: выработанный шахта, штольня, отработанный карьер, используемый для захоронения отходов; отвал горных пород; навозохранилище и др.

Все объекты хозяйственной деятельности обязаны осуществлять плату за негативное воздействие за размещение отходов на объектах депонирования, администратором платежей являются органы Росприроднадзора. Субъекты малого и среднего предпринимательства представляют в уведомительном порядке отчетность в территориальные органы Росприроднадзора по месту осуществления своей хозяйственной деятельности, в результате которой образуются отходы, т.к. они освобождены от разработки проекта нормативов образования отходов и лимитов на их размещение (ПНООРЛ). Лимитами на размещение отходов для таких субъектов являются количества отходов, фактически направленные на размещение в соответствии с отчетностью об образовании, использовании, обезвреживании, о размещении отходов. Субъекты малого и среднего предпринимательства должны иметь паспорта отходов, вести первичный учет отходов согласно приказу Минприроды РФ от 01.09.2011 № 721 «Об утверждении порядка учета в области обращения с отходами» и соблюдать экологические требования при обращении с отходами производства и потребления. Действие настоящего Порядка не распространяется: на вопросы обращения с радиоактивными отходами, биологическими отходами и отходами лечебно-профилактических учреждений.

Прием отходов на объекты размещения отходов производится с учетом весового (в тоннах) или объемного (в кубических метрах) контроля их поступления и класса опасности с занесением соответствующих данных в учетные документы (журнал учета поступающих отходов, акт сдачи-приемки, накладные, талоны за размещение отходов). Отходы, предназначенные к использованию в качестве вторичных ресурсов, размещаются на местах временного хранения субъектов хозяйственной деятельности, занимающихся переработкой этих отходов.

Размещение отходов вне установленных для этого мест, а также отсутствие отходов на территории собственника отходов, образовавшихся в процессе производственной или непроизводственной деятельности или полученных от других собственников отходов, но не использованных и не реализованных как вторичное сырье, не переданных на места временного хранения или обезвреживания, квалифицируется как организация несанкционированной свалки.

В случае, если отходы брошены собственником отходов или иным образом оставлены им с целью отказаться от права собственности на них, лицо, в собственности, во владении или в пользовании которого находится земельный участок, водоем или другой объект, на территории которого находятся брошенные отходы, может обратиться в свою собственность, и, при невозможности их использования в качестве вторичных ресурсов, принимает меры к размещению этих отходов на объектах размещения отходов и восстановлению нарушенных земельных участков.

Решению проблемы утилизации твердых бытовых и промышленных отходов будет способствовать создание в Белгородской области «Технопарка по обращению с отходами производства и потребления». Данный проект осуществляется в соответствии с поручением Президента Российской Федерации от 06 июня 2010 г. № Пр-1640 (подпункт «б» пункта 2 «О подготовке предложений по реализации пилотных проектов переработки отходов в субъектах Российской Федерации»). Проект направлен на экономическое стимулирование деятельности в области обращения с отходами в целях уменьшения количества отходов и вовлечения их в хозяйственный оборот, а также на реализацию долгосрочных целевых инвестиционных программ обращения с твердыми бытовыми и промышленными отходами, в том числе связанных с переработкой отходов.

Создание «Технопарка» в рамках инновационного экономического развития и совершенствования системы государственно-частного партнерства на территории Белгородской области будет осуществляться с целью комплексного решения вопросов обращения с отходами, образующимися на территории Белгородской области.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федеральный закон «Об охране окружающей среды». – М.: Издательство «Омега М», 2011. – 41 с.
2. *Бабина*, Ю.В. Государственная экологическая экспертиза объектов обезвреживания и размещения отходов / Ю.В. Бабина // Экология производства. – 2010. – № 5. – С. 25–32.
3. *Байдаков*, С.Л. Экологический аудит / С.Л. Байдаков, Г.П. Серов // Комментарий к Федеральному закону «Об аудиторской деятельности». М.: «Ось-89» – 2002.

*Брюхань А. Ф., канд. техн. наук  
ООО «ГрафПроектСтройИзыскания» (г. Шелково Московской обл.)*

## ИДЕНТИФИКАЦИЯ ЗОН ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ЛАНДШАФТОВ ВЫБРОСАМИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ПО ДАННЫМ СПУТНИКОВЫХ СНИМКОВ СНЕЖНОГО ПОКРОВА

pvvv@mail.ru

*На примере территории, прилегающей к Черепетской ГРЭС (г. Суворов Тульской области), исследована возможность выявления зон техногенного воздействия по данным спутниковых снимков снежного покрова, дополненным результатами химического анализа проб снега. Получены количественные характеристики интенсивности осадения на земную поверхность загрязняющих веществ, выбрасываемых из дымовых труб ГРЭС. Показано, что уровень загрязнения снежного покрова можно интерпретировать как индикатор экологического состояния ландшафтов.*

**Ключевые слова:** *загрязнение ландшафта, зона техногенного воздействия, химический анализ, спутниковый снимок, снежный покров, проба снега, инженерно-экологические изыскания.*

### Введение

Среди ландшафтных компонентов наиболее уязвима к техногенным загрязнениям атмосфера, через которую загрязняющие агенты попадают в другие среды. Вследствие характерной для атмосферы высокой подвижности, зоны загрязнения характеризуются большими пространственными масштабами. Согласно различным оценкам, всесторонний ущерб от загрязнения воздушного бассейна оценивается в 60 % от общего экологического ущерба загрязнения природной среды [1]. В результате техногенной деятельности человека в атмосферу выбрасывается огромное количество различных загрязняющих агентов в газообразном, аэрозольном и твердом состояниях. Так, по данным Государственного доклада «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации» [2], в масштабе страны в атмосферу выбрасывается из стационарных источников свыше 20 млн т загрязняющих веществ (ЗВ).

Для решения различных задач прикладной экологии, и в частности, проведения инженерно-экологических изысканий, большое значение представляет собой выявление протяженности зон загрязнения, обусловленных функционированием промышленных предприятий. Оценка масштаба таких зон обосновывает выбор территории исследования на стадии планирования изыскательских работ для намечаемого строительства промышленных объектов.

Ниже рассматривается возможность идентификации зон техногенного загрязнения ландшафтов выбросами промышленных предприятий по данным спутниковых снимков снежного покрова.

### Зона техногенного воздействия

В процессе инженерно-экологических изысканий исследованию обычно подвергается территория зоны влияния объекта, в пределах которой концентрация ЗВ в атмосферном воздухе превышают 5 % от предельно допустимых

максимальных разовых концентраций [3]. Поскольку зона влияния объекта характеризует только загрязнение атмосферы, более корректным является производство инженерно-экологических изыскательских работ в пределах зоны техногенного воздействия (ЗТВ). Согласно [4], ЗТВ определяется как территория вокруг промышленного (хозяйственного) объекта, на которую распространяется его воздействие, что выражается в ухудшении состояния воздушной, водной и геологической среды (загрязнение, нарушение баланса вод, естественного ландшафта и др.). В уточненной интерпретации ЗТВ понимается как территория вокруг промышленного (хозяйственного) объекта, в пределах которой возможно достоверное выявление негативных изменений в ландшафтной оболочке, обусловленных многофакторным влиянием объекта [5, 6]. В такой интерпретации речь идет о значимых воздействиях, которые могут быть достоверно установлены тем или иным способом.

Производство инженерно-экологических изысканий в пределах ЗТВ обеспечивает получение более адекватной картины геоэкологического состояния природной среды, чем в пределах зоны влияния объекта. Однако с учетом многих обстоятельств в большинстве случаев выявление границ ЗТВ перед выполнением инженерно-экологических изысканий невозможно. Тем не менее, можно предполагать по данным объектов-аналогов, что горизонтальный масштаб ЗТВ составляет десятки километров. В ряде случаев, как это показано ниже, конфигурацию ЗТВ можно определить с помощью спутниковых снимков снежного покрова

### Идентификация ЗТВ по данным спутниковых снимков снежного покрова

Уровень техногенного загрязнения ландшафтов определяется главным образом интенсивностью выпадения ЗВ, выбрасываемых из дымовых труб промышленных предприятий на

земную поверхность. Наиболее простой и эффективный способ выявления ЗТВ состоит в использовании космических снимков снежного покрова исследуемой территории. В качестве

иллюстрации такой возможности на рис. 1 приведена карта загрязнения снежного покрова Тульской области, заимствованная из [7].

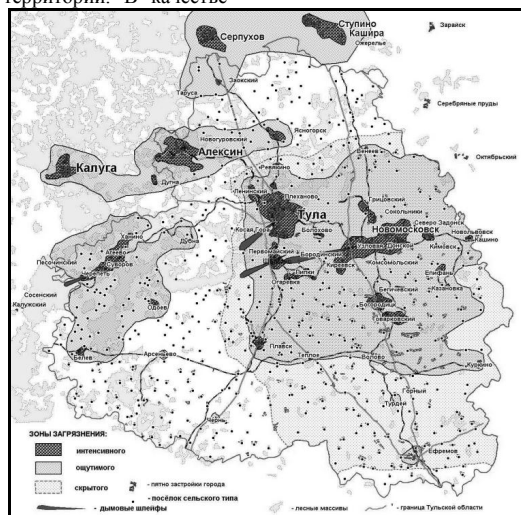


Рис. 1. Фон загрязнения Тульской области (по данным дешифрирования космических снимков снежного покрова) [7]

На карте отчетливо прослеживаются ареалы загрязнения, создаваемые промышленными предприятиями, в том числе, и Черепетской ГРЭС – единственным крупным предприятием г. Суворова Тульской области. Главная особенность космических снимков снежного покрова заключается в высокой степени идентификации пятен его загрязнения. Поскольку при ходе снежного покрова загрязняющие агенты проникают в почву, поверхностные и подземные воды, а также усваиваются растительностью, указанные на рис. 1 ареалы загрязнения характеризуют комплексное загрязнение ландшафта. Таким образом, ареалы загрязнения с высокой степенью приближения соответствуют конфигурациям ЗТВ.

Принимая Черепетскую ГРЭС в качестве объекта-аналога, можно считать, что размеры ЗТВ для аналогичных объектов – того же порядка (десятки километров). Отметим, что выявление границ ЗТВ по результатам космических снимков снежного покрова имеет принципиальное преимущество перед геохимическими методами. Так, определение концентраций ЗВ в атмосферном воздухе с точностью нескольких процентов ПДК возможно лишь с помощью тонких химико-аналитических анализов. Кроме того, попытка выявления ЗТВ на основании исследования химического загрязнения почвы, по-

верхностных вод и растительности требует значительного числа проб.

На рис. 1 также отчетливо прослеживается зона загрязнения вокруг г. Щекино, вызванная совокупным влиянием Щекинской ГРЭС и Первомайской ТЭЦ. Вокруг г. Тулы и г. Новомосковска – крупных промышленных центров, выделяются аналогичные протяженные зоны загрязнения. Однако идентификация ЗТВ отдельных предприятий этих городов по спутниковым снимкам снежного покрова невозможна.

Необходимо отметить, что идентификация ЗТВ промышленных объектов описанным способом возможна лишь для тех территорий и сезонов, где формируется устойчивый снежный покров. Для территорий, характеризующихся наличием снежного покрова при его отсутствии в теплое время года информация о ЗТВ может дать роза ветров – совокупность повторяемости ветра в румбах горизонта и штилей. При этом следует отметить, что масштаб ЗТВ для объектов, находящихся в климатических районах с отсутствующим устойчивым снежным покровом, остается таким же, что и для объектов, размещенных в средних широтах России.

Повышенная интенсивность выпадения ЗВ, отмеченная на рис. 1, подтверждается лабораторными анализами результатов снегомерной съемки, выполненной в 2004 г. в рамках инженерно-экологических изысканий для разработки

рабочего проекта увеличения емкости золоотвала № 4 Черепетской ГРЭС [6]. Для оценки интенсивности выпадения ЗВ в районе Черепетской ГРЭС были отобраны 3 пробы снега: на расстояниях 5 и 6 км от дымовых труб ГРЭС и одна фоновая проба на расстоянии 18 км. Затем снеговая вода была подвергнута многоэлементному спектральному атомно-эмиссионному анализу, стандартному химическому анализу и анализу на содержание бенз(а)пирена. Точки отбора проб отмечены на рис. 2, общая характеристика проб приводится в табл. 1, а результаты оценки выпадения вредных веществ за год – в табл. 2. Количество ЗВ, выпадающих за год, определено пересчетом результатов, относящихся к снежному периоду, к году в целом с учетом розы ветров.

Согласно результатам, представленным в табл. 2, за год вблизи Черепетской ГРЭС на поверхность земли выпадает 2.0-2.9 г/м<sup>2</sup> аэрозолей и твердых частиц (пробы 1, 2) при фоновом значении 0.28 г/м<sup>2</sup> у с. Григоровское (проба 3). Плотность потока выпадения отдельных химических веществ убывает в следующем порядке: марганец, барий, цинк, стронций, медь, бор, свинец, ванадий, хром, никель, кобальт, бериллий, вольфрам, молибден, бенз(а)пирен. Порядок убывания плотности выпадения перечисленных веществ во всех трех пробах одинаков, что свидетельствует об общем источнике загрязнения. Снеговая вода, согласно результатам стандартного химического анализа воды, харак-

теризуется минерализацией 124 мг/л, нейтральная (рН = 7.14), сульфатно-натриевая. Содержание К<sup>+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Cl<sup>-</sup> составляет менее 5 % экв., а гидрокарбонатов – около 20 % мг-экв.



Рис. 2. Схема расположения точек отбора проб снега в районе Черепетской ГРЭС

Характеристика проб снега отобранных на исследуемой местности

№№ проб	Площадь отбора проб, м <sup>2</sup>	Толщина снежного покрова, м	Объем снеговой воды, л	рН снеговой воды	Масса твердого осадка, г
1	0.33	0.14	15	7.28	1.89
2	0.30	0.13	12	7.14	2.51
3	0.23	0.12	10	7.44	0.04

Таблица 1

Количество аэрозолей и твердых частиц, выпадающих за год, мг/м<sup>2</sup>

ЗВ	Номера проб		
	1	2	3
Аэрозоль	2900	2000	280
Стронций	1.8×10 <sup>-1</sup>	1.2×10 <sup>-1</sup>	2.5×10 <sup>-2</sup>
Барий	8.8×10 <sup>-1</sup>	6.0×10 <sup>-1</sup>	6.4×10 <sup>-2</sup>
Марганец	1.5	6.0×10 <sup>-1</sup>	9.5×10 <sup>-2</sup>
Хром	1.2×10 <sup>-1</sup>	6.0×10 <sup>-2</sup>	9.5×10 <sup>-3</sup>
Ванадий	1.5	8.2×10 <sup>-2</sup>	1.3×10 <sup>-2</sup>
Никель	1.2×10 <sup>-1</sup>	6.0×10 <sup>-2</sup>	9.5×10 <sup>-3</sup>
Кобальт	2.9×10 <sup>-2</sup>	1.6×10 <sup>-2</sup>	2.5×10 <sup>-3</sup>
Медь	1.8×10 <sup>-1</sup>	1.2×10 <sup>-1</sup>	1.9×10 <sup>-2</sup>
Цинк	6.0×10 <sup>-1</sup>	2.0×10 <sup>-1</sup>	3.2×10 <sup>-2</sup>
Свинец	1.8×10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-1</sup>	1.9×10 <sup>-2</sup>
Бериллий	8.8×10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-2</sup>	6.4×10 <sup>-4</sup>
Молибден	2.9×10 <sup>-3</sup>	2.0×10 <sup>-3</sup>	3.9×10 <sup>-4</sup>
Вольфрам	1.8×10 <sup>-2</sup>	6.0×10 <sup>-3</sup>	–
Бор	1.4×10 <sup>-1</sup>	1.2×10 <sup>-1</sup>	9.5×10 <sup>-2</sup>
Бенз(а)пирен	2.4×10 <sup>-6</sup>	9.5×10 <sup>-7</sup>	–

Таблица 2

Вредные вещества, выпадающие на поверхность земли, содержат соединения бериллия, никеля, хрома и других элементов, представляющих канцерогенную опасность при их поступлении в организм человека ингаляционным путем. Большое содержание канцерогенных веществ в составе аэрозоля, выбрасываемого ГРЭС, может являться причиной высокого уровня онкологических легочных заболеваний, наблюдаемых в Суворовском районе [8].

Визуальный анализ ареалов загрязнения снежного покрова по спутниковым снимкам в совокупности с результатами оценки интенсивности осаждения твердых частиц и аэрозолей на основе снегомерных съемок позволяют получить общую картину загрязнения снежного покрова. С учетом последующего загрязнения других ландшафтных компонентов (почвы, поверхностных и подземных вод, растительного покрова) уровень загрязнения снежного покрова можно интерпретировать как индикатор экологического состояния ландшафтов.

#### Выводы

1. На примере территории, прилегающей к Черепетской ГРЭС, выполнен анализ возможности выявления зоны техногенного воздействия ГРЭС по данным спутниковых снимков снежного покрова, дополненным результатами химического анализа проб снега.
2. Получена количественная характеристика интенсивности осаждения на земную поверхность загрязняющих веществ, выбрасываемых из дымовых труб ГРЭС.
3. Показано, что уровень загрязнения снежного покрова можно интерпретировать как индикатор экологического состояния ландшафтов.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Протасов В.Ф. Экология, здоровье и охрана окружающей среды в России. – М.: Изд-во «Финансы и статистика», 1999. – 671 с.
2. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2008 году». – М.: ООО «РППР РусКонсалтингГрупп», 2009. – 495 с.
3. СП 11-102-97. Инженерно-экологические изыскания для строительства. – М.: ПНИИИС, 1997. – 41 с.
4. Термины и определения по охране окружающей среды, природопользованию и экологической безопасности // Под ред. Д.А. Голубева и Н.Д. Сорокина. – СПб.: Изд-во СПбГУ, 2001. – 136 с.
5. Брюхань А.Ф. Зоны техногенного воздействия тепловых электростанций // Вестник Рос-

сийского государственного университета им. И. Канта. – 2011. – Вып. 1. – Сер. «Естественные науки». – С. 16-22.

6. Брюхань А.Ф. Комплексное исследование геоэкологического состояния биотопов «природно-техногенная среда – тепловые электростанции» и оптимизация экологического проектирования // Вестник Московского государственного строительного университета. – 2008. – № 1. – С. 32-40.

7. Зоны хронического загрязнения вокруг городских поселений и вдоль дорог по республикам, краям и областям Российской Федерации: справочник. – СПб.: ГГИ, 1992. – 188 с.

8. Колокольцев А.А., Бирюков В.В., Кобешавидзе Т.В. Экологические аспекты работы Черепетской ГРЭС: сегодня и завтра // Тульский экологический бюллетень. – 2002. – Вып. 1. – С. 47-54.

Федосеенко Н. И., ст. преп., соискатель  
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова  
(Новороссийский филиал)

#### ВЛИЯНИЕ ОПАСНЫХ И ВРЕДНЫХ ФАКТОРОВ НА КАЧЕСТВО ВОЗДУХА РАБОЧЕЙ ЗОНЫ ПРИ ОБРАБОТКЕ МЕТАЛЛОВ РЕЗАНИЕМ И ПОВЕРХНОСТНЫМ ПЛАСТИЧЕСКИМ ДЕФОРМИРОВАНИЕМ

fedoseenko\_natal@mail.ru

В статье рассмотрены опасные и вредные факторы, действующие на человека при обработке металлов резанием. Проведено сравнение валового годового выброса загрязняющих веществ при обработке металлов по существующей технологии обработки и предлагаемой к внедрению.

**Ключевые слова:** опасные и вредные факторы производства, смазывающее-охлаждающая жидкость, валовый выброс загрязняющих веществ, обкатывание поверхности.

На человека в процессе его трудовой деятельности могут воздействовать опасные (вызывающие травмы) и вредные (вызывающие заболевания) производственные факторы. Опасные и вредные производственные факторы (ГОСТ 12.0.003-74) [1] подразделяются на четыре группы: физические, химические, биологические и психофизиологические.

Металлообрабатывающие станки составляют широчайшую группу оборудования, предназначенную для обработки металлических заготовок. Обработка резанием металлов и их сплавов проводится на токарных, шлифовальных, фрезерных, сверлильных, расточных, обрзных и других станках.

Основными травмоопасными производственными факторами, которые могут проявиться в процессе обработки различных материалов резанием, являются следующие:

- режущие инструменты в случаях внезапного их разрушения (известны случаи излома токарных резцов, выкрашивания их рабочих поверхностей, разрыва шлифовальных кругов);
- приспособления для закрепления обрабатываемой детали. Они представляют собой опасность как при случайном к ним прикосновении, так и в случаях захвата одежды выступающими частями в процессе работы станка.
- обрабатываемые детали, особенно быстро вращающиеся заготовки. При современных режимах резания обрабатываемая деталь может вырваться из закрепляющих устройств. Травма может быть нанесена тяжелой заготовкой, устанавливаемой на станок, и обработанной деталью при ее снятии со станка вручную, без соответствующих приспособлений;
- приводные и передаточные механизмы станка, особенно ходовые винты и валики токарных станков, а также ременные, цепные и зубчатые передачи, которые могут нанести

травму в процессе наладки, смазки и ремонта станка;

– металлическая стружка (ленточная сливная), образующаяся при точении вязких металлов (сталей), представляет серьезную опасность для станочника. Работать, не убирая стружки, опасно: стружка, запутавшаяся на рычагах управления, иногда делает невозможным своевременное выключение станка, вследствие чего может произойти поломка частей станка и вылет обрабатываемой детали.

– отлетающие частицы обрабатываемого материала и инструмента нередко обладают большой кинетической энергией, разлетаются на значительное расстояние от места обработки и способны нанести серьезные ранения людям, находящимся в зоне их действия.

Основными вредными производственными факторами при обработке различных материалов резанием являются пыль обрабатываемого материала и смазочно-охлаждающие жидкости (СОЖ) [2].

В зависимости от условий обработки СОЖ должна обеспечивать смазывающее, охлаждающее, диспергирующее или моющее действие. Однако в большинстве случаев от СОЖ требуется обеспечить одновременно несколько действий в различной степени.

Предъявляемые к СОЖ требования выражаются в виде конкретных предельно допустимых норм показателей качества. Выбор этих показателей и норм по ним должен быть научно обоснован и экспериментально подтвержден. В случае ошибки СОЖ не обеспечит требуемого технологического эффекта. Кроме того, высокое качество СОЖ является предпосылкой безопасности и здоровья людей, обслуживающих металлообрабатывающее оборудование, что представляет задачу первостепенной важности.

При проектировании технологических процессов обработки деталей целесообразно

использовать такие виды обработки, которые позволили бы снизить влияние вредных и опасных производственных факторов на человека.

В данной статье рассмотрена оптимизация технологии обработки штоков гидроцилиндров и связанные с этим изменения параметров воздуха рабочей зоны.

Так, при обработке штоков гидроцилиндров на предприятии было принято однократное черновое и чистовое обтачивание поверхности с последующим шлифованием.

Для оптимизации технологического процесса нами было предложено операцию шлифования заменить на обкатывание поверхности штоков гидроцилиндров роликами.

Характерной особенностью процессов механической обработки является образование отходов в виде твердых частиц (промышленной пыли), а в случае применения смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ) – аэрозолей масла и эмульсола [3,4].

Наибольшим пылевыведением сопровождаются процессы абразивной обработки металлов: зачистка, полирование, шлифование и др. Образующаяся при этом пыль на 30 – 40 % по массе представляет материал абразивного круга

и на 60 – 70 % - материал обрабатываемого изделия. Интенсивность пылевыведения при этих видах обработки связана, в первую очередь, с величиной зерна абразивного инструмента и некоторыми технологическими параметрами резания.

Применение СОЖ снижает выделение пыли до минимальных значений, однако, в процессах шлифования изделий количество выделяющейся совместно с аэрозолями СОЖ металлоабразивной пыли остается значительным.

Количество выделяющегося аэрозоля зависит от многих факторов: формы и размеров изделия, режимов резания, расхода и способов подачи СОЖ. Экспериментально установлена зависимость количества выделений аэрозоля эмульсола от энергетических затрат на резание металла. Удельные показатели выделений в этом случае определяются как масса загрязняющего вещества, выделяемая на единицу мощности оборудования (на 1 кВт мощности привода станка).

Проведем сравнительную оценку выделяющихся вредностей при использовании в качестве СОЖ эмульсола ТНК Универсал ТУ 0258-027-44918199-2006 [5].

Таблица 1

#### Сравнительные показатели выделения производственных вредностей при обработке штоков гидроцилиндров

Наименование станка	Применяемая СОЖ	Валовые выделения вредности, г/ч
Ориентировочное количество аэрозоля эмульсола ТНК Универсал ТУ 0258-027-44918199-2006, выделяющегося при работе станков с охлаждением режущего инструмента		
Существующая технология обработки		
1Токарный станок, черновая обработка, N=10кВт	ТНК Универсал 5-6%	0,0162
2Токарный станок, черновая обработка, N=10кВт	ТНК Универсал 5-6%	0,0162
3 Шлифовальный, N=10кВт	ТНК Универсал 3-5%	0,3726
Итого		0,402
Предлагаемая технология обработки		
1Токарный станок, черновая обработка, N=10кВт	ТНК Универсал 5-6%	0,0162
2 Токарный станок, чистовая обработка, N=10кВт	ТНК Универсал 5-6%	0,0162
3 Токарный станок, обкатывание штока, N=10кВт		-
Итого		0,0324

Валовый годовой выброс загрязняющих веществ при обработке металлов в случае применения СОЖ и газоочистки при токарной обработке штоков  $M_1 \text{ м}^3/\text{год}$  рассчитывается по формуле:

$$M_1 = 3600 \cdot K \cdot N \cdot (1 - j) \cdot 10^{-3}, \text{ м}^3/\text{год}$$

где  $K$  – удельные показатели выделения эмульсола  $K=0,045 \cdot 10^{-5}$ , г/с- для токарной обработки и  $K=1,035 \cdot 10^{-5}$ , г/с- при шлифовании;  $N$  – установленная мощность станка, кВт,  $N=10\text{кВт}$ ;  $T$ - фактический годовой фонд времени работы оборудования, ч (принимая  $T=1400$  часов)  $j$  – степень очистки воздуха пылеулавливающим оборудованием (в долях единицы).

$$M_1 = 3600 \cdot 0,045 \cdot 10^{-5} \cdot 10 \cdot 1400(1 - 0,74) \cdot 10^{-3} = 0,00589, \text{ м}^3/\text{год}$$

При шлифовании  $M_2, \text{ м}^3/\text{год}$

$$M_2 = 3600 \cdot 1,035 \cdot 10^{-5} \cdot 10 \cdot 1400(1 - 0,74) \cdot 10^{-3} = 0,135, \text{ м}^3/\text{год}$$

Итого при существующем технологическом процессе суммарный валовый годовой выброс загрязняющих веществ  $M_{\text{сумм}} \text{ м}^3/\text{год}$ , при обработке штоков экскаваторов равен

$$M_{\text{сумм}} = 0,00589 + 0,135 = 0,14089 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$M_{\text{сумм}} = 3600 \cdot 0,045 \cdot 10^{-5} \cdot 10 \cdot 1400(1 - 0,74) \cdot 10^{-3} = 0,00589, \text{ м}^3/\text{год}$$

Из приведенных расчетов видно, что предлагаемая технология значительно снижает валовый выброс загрязняющих веществ и улучшает качество воздуха рабочей зоны.

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

- 1) Предлагаемая технология обработки штоков гидроцилиндров позволит значительно улучшить качество воздуха рабочей зоны.
- 2) Для поддержания качества рабочей зоны в оптимальных параметрах, необходимо организовать в цеху приточно-вытяжную вентиляцию.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 ГОСТ 12.0.003-74 Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация [Текст]. — Введ. 1974—01—01. — М.: Изд-во стандартов, 1974. — IV, 27 с.
- 2 Арустамов Э.А. Безопасность жизнедеятельности / Э.А.Арустамов. — М.: Изд-во Дашков и К, 2004. — 496 с.
- 3 Бондин В.И. Безопасность жизнедеятельности / В.И. Бондин, А.В. Лысенко. — Изд-во Феникс, 2005. - 351 с.
- 4 Лапин В.П. Безопасность жизнедеятельности. Производственная безопасность и охрана труда / В.Р. Лапин. — М.: Изд-во Высшая школа, 2003. — 439 с.
- 5) 5160-89 «Санитарные правила для механических цехов (обработка металлов резанием)» ,утв. Главнымгосударственным санитарным врачом СССР 7 декабря 1989 г. N 5160-89)- М.: Изд-во стандартов, 1989. — 32 с.

# ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Шаптала В. Г., д-р техн. наук, проф.,  
Радоуцкий В. Ю., канд. тех. наук, доц.,  
Шаптала В. В., канд. тех. наук, доц.

Белгородский государственный университет им. В.Г. Шухова

## СИСТЕМЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ ОРГАНАМИ УПРАВЛЕНИЯ ВУЗа

zchs@intbel.ru

Представлены результаты теоретических исследований по разработке системы информационной поддержки принятия управленческих решений при ликвидации возможных последствий чрезвычайных ситуаций осуществляемые органами управления ВУЗа на основе функциональных моделей.

**Ключевые слова:** чрезвычайная ситуация, управление, динамическая модель, ликвидация чрезвычайных ситуаций, система управления, сценарий, формирование.

Разработка системы информационной поддержки принятия решений при ликвидации ЧС основана на следующих подходах и методологиях:

- методология функционального моделирования, позволяющая описать процесс принятия управленческих решений в виде иерархической системы взаимосвязанных функций;

- методология информационного моделирования, основанная на концепции «сущность – связь»;

- функционально-стоимостный анализ, основанный на определении стоимости (затрат на осуществление) мероприятий, используемых в моделируемых процессах;

- методология создания динамической модели процесса (методология сетей Петри), позволяющая исследовать динамику ЧС и распределение ресурсов для её ликвидации;

- метод построения многоуровневых функциональных моделей, позволяющий моделировать взаимосвязи между отдельными блоками модели.

Применение различных методов моделирования позволяет описать возникновение и развитие ЧС с различных точек зрения и получить полную её картину.

Для решения задач автоматизированной поддержки принятия решений по управлению в условиях ЧС рассмотрим функциональную модель, предусматривающую декомпозицию функций (действий) до элементарных операций.

Функциональная модель описывается формулой:

$$ФМ \in [Ф, ФС], \quad (1)$$

где  $Ф$  – функции, описывающие процессы управления в условиях ЧС;  $ФС$  – функциональные связи.

Системы управления в системе ЧС имеет многоуровневый характер, причем каждый уровень функционирует по своим руководящим и нормативным документам. В соответствии с этим её функциональная модель представляет собой совокупность функциональных подмоделей для каждого уровня управления отдельно:

$$F = (F_1, F_2, \dots, F_n), \quad (2)$$

где  $n$  – количество уровней управления.

Например, для системы управления в ЧС (СУЧС) региона  $n = 3$ . Первый уровень соответствует уровню комиссии по чрезвычайным ситуациям ВУЗа, другого учреждения или объекта экономики, второй уровень – уровень района (города), третий – уровень субъекта РФ. Поведение КЧС каждого уровня, алгоритмы принятия решений определяются соответствующими инструкциями.

В связи с этим функциональная модель управления при возникновении ЧС (например, пожара) в ВУЗе включает в себя три модели:

- модель действий самого ВУЗа,
- модель действий районной (городской) КЧС,
- модель действий Главного управления МЧС по региону.

КЧС различных уровней активно взаимодействуют, что сопровождается взаимным дублированием функций. Для устранения этого недостатка многоуровневую функциональную модель необходимо строить в следующем порядке:

1. Создание функциональных моделей отдельных уровней управления;
2. Согласование семантики (гlossария) для достижения однозначности использования од-

них и тех же понятий на различных уровнях управления;

3. Анализ координационных и информационных связей между уровнями и их унификация;

4. Построение многоуровневой модели.

Принятие решений при ликвидации ЧС характеризуется тем, что лицо, принимающее решения (ЛПР), вынуждено анализировать большой объем разноплановой информации. Структура исходных данных и действия подразделений СУЧС описываются с помощью информационной модели.

Информационная модель типа «сущность – связь» выражается формулой:

$$ИМ \in \{СУЩ, СВ, АТ\}, \quad (3)$$

где  $СУЩ = \{СУЩ_1, СУЩ_2, \dots\}$  – сущности;  $СВ$  – связи;  $АТ$  – атрибуты.

Информационная модель включает в себя перечень объектов предметной области составляющих множество сущностей модели, атрибуты сущностей и формализованные связи между сущностями. Для информационного моделирования техногенных ЧС в ВУЗах используются следующие типы данных:

1. Слабоструктурированные и трудно формализуемые знания о ликвидации ЧС, представленные:

- типовыми сценариями развития и ликвидации ЧС;
- знаниями о техногенных источниках опасностей;

- ликвидационными планами;
  - опытом экспертов по ликвидации ЧС.
2. Формализованные данные:
    - статистика случившихся ранее ЧС;
    - параметры источников опасности;
    - силы, средства и ресурсы ликвидации ЧС;

- характеристики защищаемых объектов;
- параметры систем жизнеобеспечения;
- характеристики имеющихся средств защиты;
- формы и структура документов о ЧС.

Схема информационной модели представлена на рисунке 1. Каждая из показанных на рисунке сущностей является сложным понятием, содержащим несколько сущностей, а технологически представляет собой отдельную базу данных, ведение которых реализуется из нескольких автоматизированных рабочих мест [1].



Рис. 1. Схема концептуальной информационной модели ликвидации техногенной ЧС в ВУЗе

Важной особенностью информационной модели ЧС является присутствие в структуре модели знаний о ликвидации ЧС. Эти знания содержатся в инструктивно-методических доку-

ментах, ими владеют также привлекаемые для создания модели эксперты.

Для описания такого сложного и развивающегося во времени явления, как ЧС, одних лишь функциональных и информационных мо-

делей недостаточно. Необходима динамическая модель, отражающая временные характеристики и взаимосвязь протекающих при ЧС процессов. Процессы развития и ликвидации ЧС взаимосвязаны, что выражается:

- во влиянии процесса ликвидации ЧС, на динамику ее развития;
- в корректировке плана действий по ликвидации ЧС особенностей ее развития.

Динамическая модель ликвидации ЧС помимо описания временных изменений характеристик ЧС, позволяет:

- получить прогноз развития ЧС во времени по заданным начальным условиям;
- моделировать взаимодействие процессов ликвидации и развития ЧС;
- прогнозировать характер и величину потерь и ущерба от ЧС с учетом принимаемых защитных мер.

Эти возможности динамической модели можно формализовать следующим образом: динамическая модель реализует во времени отображение  $F$  внешних условий  $W$  и действий ликвидации сил  $D$  на характеристики ЧС  $X$ , в состав которых входят и потери от ЧС:

$$X(t) = F(W(t), D(t)), \quad (4)$$

$$t \in (0; T). \quad (5)$$

Для динамического моделирования процесса ликвидации ЧС целесообразно использовать методологию сетей Петри. В основе моделирования ЧС на сетях Петри лежит декомпозиция процесса развития ситуации на множество отдельных взаимодействующих элементарных процессов, описывающих изменение параметров ЧС во времени. Время представляется набором последовательных дискретных событий. Процессы взаимодействуют в определенных точках, называемых состояниями. Состояния фиксируют значения параметров текущей ситуации. Тем самым пространство взаимосвязанных характеристик развития ЧС представляется в виде сети из промежуточных состояний и процессов [2].

$$DM \in [C, E], \quad (6)$$

где  $C = \{C_1(x_1, \dots, x_m), C_g(x_1, \dots, x_m)\}$  – множество из  $g$  состояний, каждое из которых описывается параметрами  $x_1, \dots, x_m$ ;  $E = \{E_1, E_2, \dots, E_h\}$  – множество из  $h$  процессов, преобразующих параметры  $X$  состояний  $C$ . Модифицированную сеть Петри, моделирующую развитие и ликвидацию ЧС в ВУЗе, можно представить набором  $N$ :

$$N = (C, E, X, F, H, \mu_0), \quad (7)$$

где  $C$  – множество позиций, соответствующих состояниям;  $E$  – переходов (процессов);  $X$  –

множество параметров (маркеров);  $F : C \times E \rightarrow N$ ,  $H : E \times C \rightarrow N$  – функции инцидентности множеств позиций и переходов;  $\mu_0$  – начальная разметка сети, т.е. совокупность маркеров с заданными параметрами в определенных позициях-состояниях.

Множество процессов  $E$  состоит из трех подмножеств:

$$E = \{E_d, E_n, E_i\}, \quad (8)$$

где  $E_n$  – физико-химические основы развития ЧС;  $E_d$  – действие ликвидационных формирований;  $E_i$  – условные процессы взаимодействия процессов  $E_n$  и  $E_d$  при смене состояний.

Множество состояний  $C$  представлено подмножеством состояний развития аварии  $C_a$  и подмножеством  $C_d$ , моделирующим действия по ликвидации ЧС:

$$C \in [C_a, C_d]. \quad (9)$$

В множество параметров  $X$  входят подмножества:

$$X = \{x_i, X_w, X_p, X_s, X_d\}, \quad (10)$$

где  $x_i$  – параметр, характеризующий сдвиг во времени для текущего состояния  $c_i$ ;  $X_w$  – внешние условия;  $X_p$  – потери;  $X_s$  – промежуточные характеристики;  $X_d$  – параметры, характеризующие выполнение ликвидационных мероприятий.

Рассмотрим динамическую модель ликвидации ЧС в ВУЗе – аварию в химической лаборатории с выбросом токсического газа. Динамическая модель ликвидации ЧС строится в три этапа.

1. Построение динамической модели развития ЧС без учета действий по ликвидации аварии (рис. 2).

2. Построение динамической модели принятия решений в условиях ЧС.

Динамическая модель принятия решений строится на основе динамической модели развития ЧС путем добавления состояний, соответствующих предупредительным мероприятиям по ликвидации опасных состояний. Динамическая модель принятия решений позволяет прогнозировать и фиксировать параметры развития ЧС, показатели необходимых мероприятий, объемы требуемых ресурсов. На основе этих показателей формируется план ликвидации ЧС.

3. Построение динамической модели ликвидации ЧС.

Эта модель создается на базе двух предыдущих моделей посредством добавления состояний, соответствующих ликвидационным мероприятиям. В рамках динамической модели ликвидации ЧС задача синтеза алгоритма ликвида-

ции ЧС формулируется как поиск набора управляющих воздействий минимизирующих величину потерь. Определение наиболее эффективного перечня мероприятий предлагается осуществлять методом перебора возможных комбинаций

мероприятий из множества, выделенного на стадии динамического моделирования принятия решений.

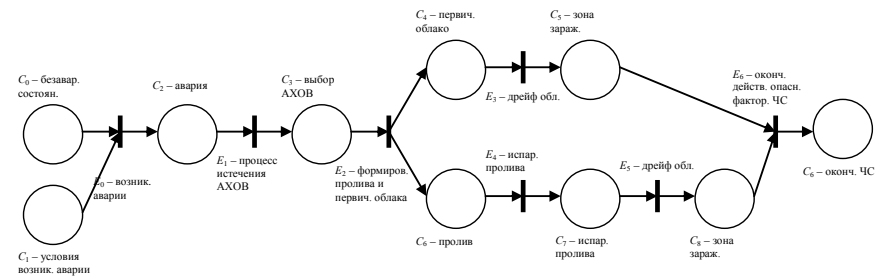


Рис. 2. Схема динамической модели развития ЧС в ВУЗе

В условия возникновения и динамического развития ЧС в ВУЗах критическим фактором для принятия решений о ликвидации ЧС является информация, ее полнота, непротиворечивость и надежность. Отсюда следует актуальность информационной поддержки оперативного управления в ЧС на самых ранних этапах – на стадии распознавания ЧС на основе недостаточной и часто противоречивой информации. Одним из способов осуществления информационной поддержки распознавания ЧС – разработка и реализация системы, содержащей список всех ожидаемых аварий и средств поиска наиболее близкой ситуации. В настоящее время одним из наиболее широко используемых методов оперативного управления в ЧС является сценарный подход [3, 4]. В связи с этим для большинства классов возможных ЧС построены сценарии их развития. Набор описаний сценариев может быть взят за основу базы знаний о возможностях ЧС, которая используется для решения задачи распознавания.

Актуальной задачей системы информационной поддержки управляющих решений в условиях ЧС является разработка метода генерации плана ликвидации ЧС на основе имеющихся ресурсов и правил их использования. Поскольку процесс принятия решений по ликвидации ЧС является слабоформализуемым, то метод составления плана ликвидации ЧС включает в себя осуществление следующих действий:

- уточнение характеристик ЧС с помощью алгоритма распознавания и получения на основе динамических моделей уточненных прогнозных оценок развития опасных факторов ЧС и перечня необходимых ликвидационных мероприятий;

- выполнение уточненного расчета параметров использования имеющихся сил, средств и ресурсов на основе прогноза развития ЧС;

- поиск оптимального распределения ресурсов в рамках выбранного плана действий.

Реализация данного метода осуществляется в два этапа:

- 1) формирование необходимого базового плана ликвидации ЧС с неуказанными параметрами выполнения и не назначенными исполнителями;
- 2) формирование эффективного детального плана с рассчитанными параметрами и назначенными исполнителями.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Радоуцкий В.Ю., Шаптала В.Г. Система информационного обеспечения прогнозирования чрезвычайных ситуаций в образовательных учреждениях высшего профессионального образования // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2009. – № 2. – С. 130-132.
2. Акимов В. А., Новиков В. Д., Радаев Н. Н. Природные и техногенные чрезвычайные ситуации: опасности, угрозы, риски. – М.: ФИД «Деловой экспресс», 2001. – 343 с.
3. Акимов В. А., Лесных В. В., Соколов Ю. И. Риски катастрофических наводнений на территории России в начале XXI века: анализ и управление // Оценка и управление природными рисками. Матер. Всероссийской конференции «Риск – 2003». М.: Изд-во РУДН, 2003. Т. 1. С. 293-297.



Белоусов А. В., канд. техн. наук, проф.,  
Кошлич Ю. А., аспирант,  
Быстров А. Б., аспирант

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

## ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ СТАТИСТИЧЕСКИХ И ДЕТЕРМИНИРОВАННЫХ МЕТОДОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ В СИСТЕМАХ МОНИТОРИНГА ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ

ntk@intbel.ru

Типовая система диспетчерского контроля и управления энергопотреблением осуществляет сбор технологической информации, ее визуализацию и представление оператору производственного процесса. В этом случае информационная система работает в режиме оперативной визуализации, полагаясь на оператора в вопросах прогнозирования развития ситуации. Однако в сложных ситуациях, обусловленных большим числом внешних гетерогенных факторов, специалисты не всегда находят наиболее рациональные решения. Автоматизация анализа технологического процесса требует применения сложных математических средств исследования многомерных ситуаций и прогнозирования их развития.

Среди таких средств анализа можно выделить статистические методы, основанные на выделении главных компонент временных рядов наблюдаемых переменных, такие как анализ сингулярного спектра (ACC) и получивший развитие в последние годы пространственный анализ главных компонент (Sparse Principal Component Analysis), а также подходы, основанные на обучении модели иерархической темпоральной памяти.

**Ключевые слова:** энергоэффективность, мониторинг, прогнозирование, идентификация систем, анализ временных рядов, метод главных компонент, сингулярный спектральный анализ.

Анализ временных рядов наблюдаемых переменных динамических систем находит всё более широкое прикладное значение в различных сферах промышленности. Современные методы анализа временных рядов применяются в области построения систем автономного адаптивного управления, прогнозирования поведения сложных технических систем и систем естественного происхождения с трудом поддающихся формализации, в том числе в сфере электроснабжения и энергообеспечения [1], фильтрации сигналов и распознавания образов в электронике и медицине.

В течение последнего десятилетия значительно продвинулась вперёд теория глобальных методов прогнозирования поведения нелинейных динамических систем на основе анализа нестационарных временных рядов наблюдаемых переменных. Развивается теория методов анализа нестационарных рядов с пропусками значений [2].

Современный этап в развитии методов прогнозирования в теории идентификации характеризуется прагматичным взглядом на имеющуюся в наличии у проектировщика априорную информацию об объекте контроля и условиях его функционирования. В сложных системах, работающих в разнообразных условиях, как сама математическая модель, так и ее параметры и действующие возмущения не только не известны с достаточной точностью, но в ряде случаев их достаточно сложно определить экспериментально заранее. К таким системам относятся и объекты электропотребления: энергосистемы, объединения, предприятия и т.п. [3]

Преодоление данной априорной неопределённости является задачей современных интеллектуальных адаптивных систем идентификации. Проблемы применения классических статистических технологий анализа и прогнозирования развития ситуации в управлении производственными процессами проявляются в неспособности алгоритмов отследить качественные, скачкообразные изменения контролируемых процессов. В свою очередь, низкая эффективность алгоритмов анализа, прогнозирования и оптимизации часто обуславливается недостаточной полнотой и оперативностью мониторинга состояния объекта управления, связанной с недостаточным быстродействием алгоритмов и используемой вычислительной техники.

В настоящее время основным и наиболее распространенным инструментом прогнозирования развития сложных ситуаций и выработки управляющих решений на производстве является эмпирический анализ. Большинство систем диспетчерского контроля работают по единой методологии: осуществляется сбор информации, ее визуализация и представление специалистам по оперативному управлению производственными процессами. В этом случае информационная система работает в режиме оперативной визуализации.

Однако в сложных, нестационарных ситуациях, обусловленных большим числом разнообразных гетерогенных факторов влияния, специалисты не всегда находят наиболее рациональные решения. Необходимость быстрой обработки

большого числа аналитических запросов в области построения систем диспетчерского контроля привела к разработке многомерного формата представления данных и созданию новых концепций хранения данных, выраженных в теоретических постулатах Б. Инмона и Е. Кодда. В этом случае оперативный анализ текущей ситуации, ее сопоставление с данными ретроспективного анализа реализуются средствами аналитической обработки в реальном времени (on-line analytical processing, OLAP).

Такой подход позволяет сократить время, затрачиваемое специалистом на анализ протекающих в наблюдаемом объекте процессов, сокращая время реакции системы. Риск ошибки со стороны оператора в этом случае сохраняется, так как не исключено влияние человеческого фактора. Данную проблему можно решить с помощью математических методов исследования многомерных ситуаций и прогнозирования их развития с использованием программно-алгоритмических средств интеллектуального анализа данных (Data Mining).

При этом необходимо учитывать, что многомерный временной ряд наблюдаемых переменных процесса имеет пропуски значений, возникающие в результате отказов оборудования и проблем с сетевой инфраструктурой, которые усложняют процесс анализа показаний при недостаточных объёмах накопленной информации

и могут привести к построению недостаточно адекватных прогнозов. Закономерно, что решению проблемы прогноза на основе временных рядов с пропусками в современной прикладной науке уделяется значительное внимание [2].

Таким образом, возникает задача создания систем распознавания и контроля состояния - программного комплекса, предназначенного для автоматического обеспечения принятия решения при оперативном, краткосрочном моделировании, прогнозировании и контроле сложной системы, работающей в условиях временных ограничений и недостатка априорной информации. К ним можно отнести системы мониторинга состояния энергопотребления объектов промышленности, одной из задач которых является накопление и хранение значений контролируемых параметров, получаемых с датчиков оборудования и электросчётчиков.

Примером такой системы является многоуровневая система мониторинга электропотребления распределённых объектов — учебных корпусов, технических зданий и сооружений БГТУ им. В.Г. Шухова (см. рис. 1) [5].

В результате работы системы мониторинга формируются базы данных показателей энергопотребления объектов. Накопленная архивная информация используется при построении отчётов, краткосрочных и долгосрочных прогнозов энергопотребления.



Рис. 1. Интерфейс системы мониторинга электропотребления БГТУ им. В.Г. Шухова

Одной из важнейших задач эффективного управления объектами энергопотребления является задача краткосрочного прогнозирования потребления энергии с целью формирования организационных и технических мероприятий по энергосбережению. Такой прогноз, непрерывно осуществляемый на основе накопленной архивной информации, в совокупности с имеющейся информацией о текущих значениях показателей потребления электрической энергии (см. рис. 2) позволяет

выявить возможный перерасход электрической энергии и может быть положен в основу методов предупреждения перерасхода и обнаружения проблем электроснабжения потребителей [6]. В простейшем случае в расчёт принимается мгновенная потребляемая мощность, получаемая с электросчётчиков. При этом показатели могут обладать значительной инерционностью, а опрос состояния может происходить реже одного раза в минуту.

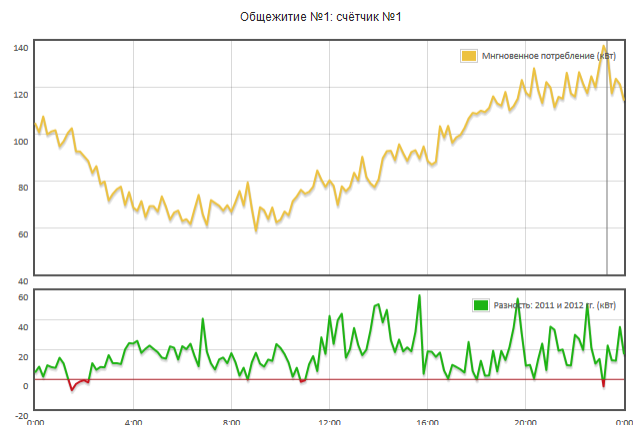


Рис. 2. График поминутного потребления электроэнергии общежитием БГТУ им. В.Г. Шухова

Анализ литературы позволяет сформировать следующую классификацию математических моделей процессов для оперативного и краткосрочного прогнозирования. Данная классификация вытекает из общих подходов к моделированию процессов и теории идентификации [3]. В зависимости от используемого математического аппарата, четко выделяются три основные группы моделей и методов моделирования процессов:

- 1) статистические (вероятностные);
- 2) детерминированные (алгебраические);
- 3) комбинированные вероятностно-детерминированные.

Статистические модели получили наиболее широкое применение в задачах моделирования, прогнозирования процессов электропотребления. Популярность моделей данного типа объясняется высокой степенью адекватности для решения целого ряда задач теории и практики радиотехники, прогнозирования процессов в энергетике и иных областях [7-10].

В последние десятилетия наметилась тенденция критического отношения к статистической постановке проблемы идентификации объектов и процессов [3], особенно в случае, когда отсутствует возможность получения представительных выборок для построения математических моделей, статистических характеристик процессов и проверки их адекватности. Кроме того, статистическая теория использует операции усреднения по множеству реализаций, что в целом ряде случаев приводит к ухудшению математической модели, особенно в условиях малых и нестационарных выборок.

В электроэнергетике есть примеры, когда вероятностные модели применяются без надлежащего обоснования, если отсутствует возмож-

ность получения представительных выборок для построения математических моделей и проверки их адекватности [8].

В этих случаях эффективно использовать детерминированный, а не статистический подход к решению проблемы идентификации.

Основные отличия детерминированного подхода:

- 1) при моделировании находятся, уточняются и используются не статистические характеристики ошибок измерений, а непосредственно сами значения ошибок в конкретном эпизоде идентификации;
- 2) уточнение параметров модели осуществляется непосредственно по невязке сигналов на выходе объекта и на выходе текущей модели.

В настоящее время находят распространение математические прогнозирующие модели, являющиеся комбинацией статистических и детерминированных моделей. Эти модели позволяют обеспечить наилучшую точность прогнозирования и адаптацию к изменениям характера электропотребления. [4]

Активно развивается теория кортикальных методов моделирования и прогноза, в основе которых лежит модель темпоральной иерархической памяти, моделирующей работу прогностической функции коры головного мозга человека. [9]

Поскольку величина мгновенной потребляемой мощности одновременно обладает явно выраженным случайным характером и возможной повторяемостью во времени, то в качестве метода моделирования, основанного на выделении главных компонент сигнала, может быть использован анализ сингулярного спектра (Singular Spectrum Analysis), относящийся к методам статистического моделирования. [6]

Основная идея метода состоит в представлении временного ряда в виде последовательно-

сти векторов достаточно большой размерности с дальнейшим анализом линейной структуры их совокупности как реализации многомерной случайной величины с помощью метода главных компонент (ГК). Такой анализ дает фактическое разложение исходной функции, порождающей временной ряд, в аналог ряда Фурье по базису, порожденному самой функцией.

Одним из достоинств метода является отсутствие требования априорного знания модели ряда, что практически не влияет на качество полученных результатов. Кроме того данный метод позволяет работать с модулированными гармониками, в отличие от методов, основанных на разложении Фурье.

Для наибольшей наглядности алгоритм метода целесообразно разбить на несколько шагов:

- развертка одномерного ряда в многомерный (вложение);
- анализ главных компонент: сингулярное разложение выборочной корреляционной матрицы; результат данного шага – сингулярное разложение матрицы.
- отбор наиболее значимых главных компонент ряда;
- восстановление одномерного ряда.

Вложение и сингулярное разложение в совокупности называются разложением. Группи-

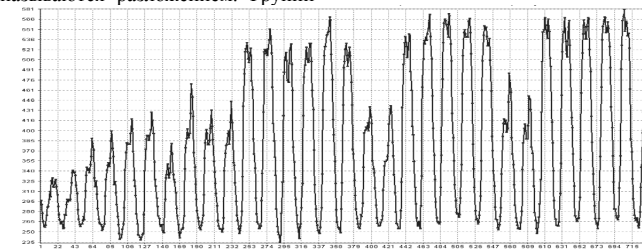


Рис. 3. График почасового электропотребления

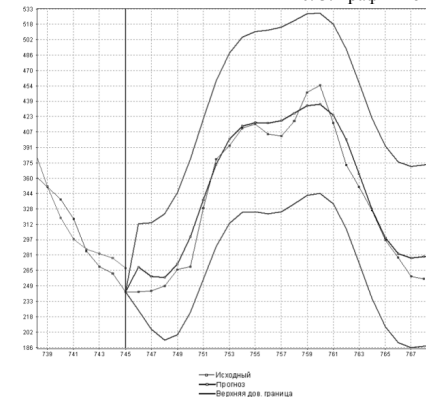


Рис. 4. Прогноз почасового электропотребления для ширины окна равной 24 (в единицах часов)

ровка и диагональное усреднение — восстановлением. При этом, основным параметром данного алгоритма служит, так называемая, длина окна  $L$  причем  $1 < L < N$ . Результатом алгоритма является разбиение временного ряда на аддитивные составляющие.

В качестве исходного временного ряда процесса электропотребления рационально использовать ряд значений почасового потребления электроэнергии объектом (см. рис. 3). В этом случае возможно наиболее полное выделение повторяющихся во времени компонент процесса и определение зависимости качества прогноза (по критерию величины среднеквадратического отклонения) от длины окна, выраженной в единицах часов.

Прогноз оказывается наиболее точным при длине окна равной 24 часам, что обусловлено характерной суточной периодичностью в распределении электрической нагрузки объекта. [6]

Результаты существующих экспериментальных исследований, как показано на рис. 4, позволяют говорить о том, что метод сингулярного спектрального анализа может быть использован для моделирования и оперативного краткосрочного прогнозирования электропотребления.

Таким образом, существующие статистические методы идентификации динамических систем, направленные на выделение и анализ главных компонент, дают возможность осуществлять прогнозирование изменений показателей энергопотребления объектов, решая задачу автоматического выявления аномалий в развитии временного ряда и своевременно обеспечивая специалистов необходимой информацией для принятия организационных и технических мер по энергосбережению. Среди таких методов можно выделить методы, основанные на анализе сингулярного спектра (ACC) и получившем развитие в последние годы пространственном анализе главных компонент (Sparse Principal Component Analysis), существенный недостаток которых заключается в высокой ресурсоёмкости операции повторного построения модели процесса с учётом новых значений временного ряда. Пер-

спективной альтернативой могут выступать подходы, основанные на разреженном пространственном представлении данных и алгоритмах обучения иерархической темпоральной памяти, разрабатываемых с учётом нейробиологических открытий последнего десятилетия.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мирошниченко А.А. Мониторинг качества теплоснабжения, основанный на сингулярно-спектральном анализе связанного потребления энергоресурсов // Научно-технический сборник. Коммунальное хозяйство городов. 2006.
2. Голяндина Н.Э., Осипов Е.В. Метод Гусеница - SSA для анализа временных рядов с пропусками // Математические модели. Теория и приложения. 2005.
3. Теряев Е.Д., Шамриков Б.М. Цифровые системы и поэтапное адаптивное управление. Наука, 1999.
4. Седов А.В., Надтока И.И. Системы контроля, распознавания и прогнозирования электропотребления: модели, методы, алгоритмы и средства. Ростов-н/Д: Изд-во Рост. ун-та, 2002. 318 с.
5. Белоусов А.В. и др. Система визуализации и мониторинга технологических параметров распределенных объектов энергопотребления на основе web-базированного доступа // Материалы Седьмой Всероссийской научно-практической конференции «Перспективные системы и задачи управления». Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2012. С. 85

6. Мартко Е.О., Белицын И.В. Сингулярный спектральный анализ как метод моделирования электрической нагрузки // Ползуновский вестник.–Барнаул: Изд-во АлтГТУ. 2009. № 4. С. 76–86.

7. Бэнн Д.В. и др. Сравнительные модели прогнозирования электрической нагрузки. Энергоатомиздат, 1987.

8. Беляев Л.С., Крумм Л.А. Применимость вероятностных методов в энергетических расчетах // Изв. АН СССР Энергетика и транспорт. 1983. № 2. С. 3–11.

9. Hashmi A., Lipasti M. Discovering cortical algorithms // Proceedings of the International Conference on Neural Computation (ICNC 2010). 2010.

10. Рубанов В.Г., Порхало В.А. Получение математической модели обжига клинкера с применением статистических методов // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: История. Политология. Экономика. Информатика. 2010. Т. 7. № 14-1-1. С. 80-87.

## ТРАНСПОРТ И ЭНЕРГЕТИКА

Богданович С. В., канд. техн. наук, доц.  
Казахская академия транспорта и коммуникаций им. М. Тынышпаева  
Жардемев Б. Б., д-р техн. наук  
ТОО «Научно-исследовательский центр комплексных транспортных проблем»,  
г. Астана

### К ВОПРОСУ ОПЕРАТИВНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ СХЕМЫ И ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ МАРШРУТА ПАССАЖИРСКИХ ПОЕЗДОВ

s.v.bogdanovich@mail.ru

Установлено, что для эффективного управления пассажирскими перевозками на базе используемых в оперативной работе данных АСУ «Экспресс-3», необходимо создание оперативного механизма управления, или, комплекса программных приложений, который автоматизировал бы обработку исходных данных, и давал рекомендации по принятию оперативных решений при регулировании схемы (структуры состава) отправляемого в рейс поезда с учетом снижения затрат и повышения доходности перевозок.

Такая система должна привести к повышению эффективности использования парка подвижного состава, а также максимальному удовлетворению спроса населения в пассажирских перевозках с учетом колебания пассажиропотоков.

**Ключевые слова:** пассажирские перевозки, оптимизация схемы пассажирского поезда, пассажиропоток, спрос на пассажирские перевозки.

Железные дороги играют ведущую роль в единой транспортной системе Республики Казахстан по обеспечению потребностей населения в пассажирских перевозках. Необходимость информатизации управления пассажирскими перевозками вызвана, прежде всего, тем, что технологические процессы пассажирских перевозок неразрывно связаны с массовым обслуживанием населения и требуют обработки, анализа и оценки значительного объема данных, которые имеют случайный характер поведения. При этом вся деятельность в организации управления такими перевозками в конечном итоге сводится к оперативному установлению оптимального соотношения между потребностью населения в перевозках (возможным размером населенности поезда) и имеющимися транспортными средствами (размером наличного парка вагонов) в условиях различного колебания пассажиропотоков (недельного, декадного, месячного, сезонного и годового).

Решение задачи оптимизации поездных схем сопряжено не только с оценкой доходов от продажи билетов (пассажиро-км работа) и с учетом расходов на пробег вагонов (вагоно-километровая работа), но и комплексом других количественных и качественных показателей работы отдельного маршрута пассажирского поезда. Алгоритм такой методики должен оптимизировать схемы составов пассажирских поездов не только в момент отправления их в рейс, но и с учетом спроса пассажиропотоков по пути следования.

Внедрение в 2005 году на железных дорогах РК автоматизированной системы управления пассажирскими перевозками АСУ «Экспресс-3» открыло большие возможности. Эксплуатируемые в оперативном режиме автоматизированные программные комплексы и рабочие места на базе АСУ «Экспресс-3» такие, как АПК «Поезд-Мониторинг», АРМ «Ход продаж», АРМ «АСУ ПВ» позволяют разработать прогрессивные технологии по оптимизации схемы поезда. Технические возможности АСУ «Экспресс-3» обеспечивают функционирование оперативной (БД-1) и аналитической базы данных (БД-2) по пассажирским железнодорожным перевозкам, отражающих в реальном масштабе времени динамику пассажиропотоков, количественные и качественные показатели использования вагонов, спрос на перевозку и доходные поступления по различным типам вагонов и т.д.[1].

В 2011 году руководством АО «Пассажирские перевозки» (далее АО «ПП») АО «Национальная компания «Казакстан темір жолы»» перед научным коллективом ТОО «Научно-исследовательский центр комплексных транспортных проблем» («НИЦ КТП») была поставлена задача по проведению ряда НИОКР и на их основе создание комплекса программных приложений по оперативному регулированию схемы поезда и тем самым оптимизации использования парка пассажирских вагонов.

В основу разработанной методики по оперативному регулированию схемы и оценке эффективности работы маршрута пассажирских

поездов заложены аналитико-методические итоги выполненных НИОКР и алгоритмы созданных ТОО «НИЦ КТП» программных комплексов «Программа-обработчик информации» (далее ПК «ПОИ») и «Оперативное регулирование схемы пассажирского поезда и оптимизация использования парка вагонов» (далее ПК «ОРС-ПВ») для оперативных работников центрального аппарата АО «ПП».

Таким образом, в перспективе для эффективного управления пассажирскими перевозками на базе используемых в оперативной работе АО «ПП» информационных и автоматизированных подсистем АСУ «Экспресс-3» необходимо создать *оперативный механизм управления*, или, иначе говоря, *комплекс программных приложений*, который автоматизировал бы обработку исходных данных, и на основе расчета по разработанной методике выдавал бы руководству АО «ПП» систему принятия оперативных решений по регулированию схемы (структуры состава) отправляемого в рейс поезда с учетом максимального удовлетворения спроса населения в пункте отправления и по пути следования поезда.

Оценку и анализ технико-экономических показателей курсирования пассажирских поездов в международном и внутривнутриреспубликанском сообщениях (всего 50 маршрутов), осуществляемых АО «ПП», можно разделить на четыре части:

- анализ динамики основных количественных показателей работы АО «ПП»;
- анализ структуры и динамики парка пассажирских вагонов АО «ПП»;
- анализ динамики основных экономических показателей работы АО «ПП»;
- анализ динамики основных качественных показателей работы АО «ПП».

Для проведения этого объема аналитической работы использованы:

- служебные расписания движения пассажирских поездов за исследуемый период;
- статистические и нормативные данные оперативно-управленческих и экономико-аналитических подразделений АО «ПП»;
- архивные базы данных подсистем АСУ «Экспресс-3» АПК «Поезд-Мониторинг» и АРМ «Ход продажи».

Данные материалы были исследованы за период 2008-2011 гг.

Полученные аналитические материалы легли в основу причинно-следственного анализа показателей работы по отдельным маршрутам и типам вагонов в составе поезда. На основе таких исследований произведено формирование пара-

метров оптимизации и критериев регулирования схемы пассажирского поезда.

В основу разрабатываемой методики оптимизации схемы пассажирского поезда положены нелинейные и экономико-математические модели прогнозирования пассажиропотока (населенности поезда) и учета использования вместимости и доходности отдельного маршрута по типам вагонов и в целом по составу. Нелинейность используемых моделей позволяет, в первую очередь, качественно оценить поведение технико-экономических показателей курсирования пассажирского поезда. Такой подход позволяет более адекватно смоделировать реальные динамические процессы в формировании населенности поезда до момента отправления в рейс и с учетом влияния на этот процесс использования вместимости состава и колебаний пассажиропотоков в пути следования до конечного пункта назначения.

На рис. 1. приведена схема взаимодействия ПК «ПОИ» и ПК «ОРС-ПВ» с находящимися в эксплуатации подсистемами АСУ «Экспресс-3».

Программные комплексы ПК «ПОИ» и ПК «ОРС-ПВ» устанавливаются на персональном компьютере оперативного работника по регулированию схем поездов в центральном офисе АО «ПП».

ПК «ПОИ» является программным комплексом обработки количественных и качественных технико-экономических показателей работы отдельного маршрута до начала отправления поезда (45 суток до отправления), находящихся в архивной базе данных АПК «Поезд-Мониторинг» и АРМ «Ход продажи» за предыдущие годы. При этом в базе данных ПК «ПОИ» создается исторический «портрет» курсирования отдельного маршрута по каждой отправке, история формирования населенности поезда в пункте отправки и реализованные технико-экономические параметры данного маршрута в пути следования.

ПК «ОРС-ПВ» является программным комплексом по регулированию схемы отправляемого в рейс пассажирского поезда, т.е. конечной автоматизированной системой принятия управленческих решений. Система принятия решений по формированию схемы поезда ПК «ОРС-ПВ» выведена на монитор ПЭВМ оперативного работника центрального аппарата АО «ПП» по формированию схемы поезда в форме интерфейсов.

Система построена так, что при моделировании отдельного маршрута в оперативном режиме расчетно-аналитические модули ПК «ОРС-ПВ» обращаются к результатам обработки архивно-статистической информации, нахо-

дящихся в базе данных ПК «ПОИ». На основе выданных из ПК «ПОИ» моделей «поведения» каждого маршрута пассажирского поезда за

предыдущие годы производится моделирование поведения данного маршрута в момент принятия решений по регулированию схемы поезда.

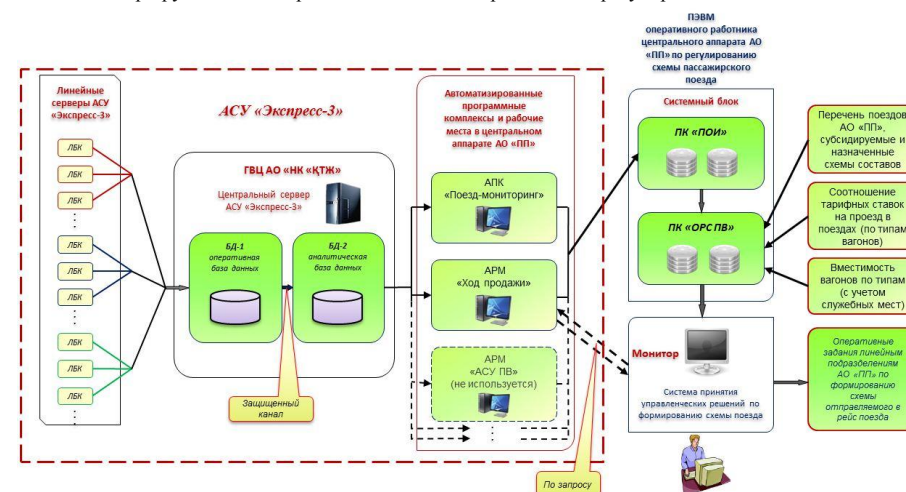


Рис. 1. Схема взаимодействия ПК «ПОИ» и ПК «ОРС-ПВ» с подсистемами АСУ «Экспресс-3»

Расчетные оптимальные параметры поезда в ПК «ОРС-ПВ» являются оперативными заданиями для линейных подразделений АО «ПП» по формированию схемы отправляемого в рейс отдельного маршрута (см. рис. 1).

Таким образом, оба программных приложения составляют единый комплекс и не могут быть рассмотрены раздельно – один программный комплекс (ПК «ПОИ») является предыдущей продукцией для другого (ПК «ОРС-ПВ»).

В базу данных ПК «ОРС-ПВ» также вводятся отдельные внешние ограничения и нормативные параметры: нормативные задания к схеме («ядру») состава поезда, утвержденные государственными надзорными органами РК – Министерством транспорта и коммуникаций (МТК) и Агентством по регулированию естественной монополии (АРЕМ) (госзаказ); вместимость вагонов по типам, категории и маршруты следования поездов; длины маршрутов и т.д.

Построение расчетных модулей ПК «ПОИ» и ПК «ОРС-ПВ» можно разделить на 2 этапа:

- моделирование поведения населенности поезда определенного маршрута до отправления нелинейными функциями и построение прогнозных моделей населенности поезда;
- оптимизация схемы поезда и потребного парка вагонов на основе **иерархического подхода**.

Этап 1 является задачей ПК «ПОИ», этап 2 – ПК «ОРС-ПВ».

На рис. 2 приведены структура и схема взаимодействия подсистем ПК «ПОИ» и ПК «ОРС-ПВ».

По мнению авторов, разработанные программные приложения позволяют выполнить анализ технико-экономических и финансовых показателей курсирования пассажирских поездов в международном и внутривнутриреспубликанском сообщениях, накопленных в архивной базе данных (АБД) системы АСУ «Экспресс-3», и выявить причинно-следственные связи изменения рентабельности перевозок по категориям пассажирских поездов и типам вагонов за исследуемый период наблюдения. Результаты анализа позволяют выполнить построение нелинейных и экономико-математических моделей оптимизации структуры (схемы) поезда и использования парка пассажирского (и грузо-багажного) подвижного состава, позволяющих определить критические значения параметров управления (регулирования).

Таким образом, в перспективе, для эффективного управления пассажирскими перевозками на базе используемых в оперативной работе АО «ПП» информационных и автоматизированных систем, необходимо создать оперативный механизм управления, или, иначе говоря, комплекс программных приложений, который автоматизировал бы обработку исходных данных, и на основе расчета по разработанной методике

выдавал бы руководству АО «ПП» систему принятия оперативных решений по регулированию схемы (структуры состава) отправляемого в рейс

поезда с учетом снижения затрат и повышения доходности перевозки.

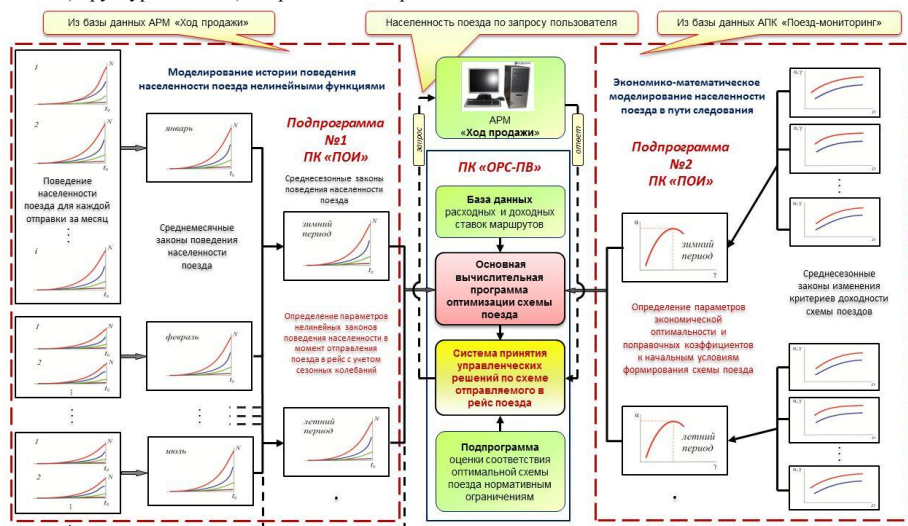


Рис. 2. Структура и схема взаимодействия подсистем ПК «ПОИ» и ПК «ОРС-ПВ»

Такая система должна привести к повышению эффективности использования парка подвижного состава АО «ПП», а также максимальному удовлетворению спроса населения в пассажирских перевозках с учетом колебания пассажиропотоков.

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Марчук, Б.Е. Проблемы управления пассажирским комплексом и их решения на базе «Экспресс-3»/ Б.Е. Марчук//Вестник ВНИИЖТ. - 2007. - № 5. - С. 3-8.

Стоцкий В. В., аспирант

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

**ПОСТРОЕНИЕ СИСТЕМ УЧЕТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ МОДУЛЬНОГО (БЛОЧНОГО) ТИПА**

Stotskiy.VV@mrsk-1.ru

Мировая электроэнергетика в целом и региональная в частности имеет множество проблем. Одной из них является неэффективное использование энергоресурсов, отсутствие механизмов стимулирования уменьшения потребления. Одним из ограничивающих факторов воплощения программ энергосбережения является повсеместная установка приборов учета потребителям, не имеющим приборов учета и замена приборов учета с истекшим сроком государственной поверки, учитывающих ресурсы вне зоны своего класса точности. Для заинтересованности потребителя в установке приборов учета необходимо сделать прибор более привлекательным, как по цене, так и по дополнительному функционалу, использующего существующие знания в отрасли электроэнергетики.

**Ключевые слова:** энергосбережение, модульные приборы учета, экономия электропотребления, ФЗ №261 «Об энергосбережении»

Мировая электроэнергетика в целом и региональная в частности имеет множество проблем. К основным из них можно отнести следующие:

- Потребность в электроэнергии возрастает. При ожидаемом росте потребления в 2% в год суммарное увеличение потребления через 20 лет составит около 50%.
- Воздействие на окружающую среду: 50% увеличение генерирующих мощностей обуславливает 50% увеличение затрат на сохранение окружающей среды.
- Износ оборудования – 60% - 70% систем управления, коммуникаций, трансформаторов, линий электропередачи и выключателей почти выработали свой ресурс.
- Проблемы безопасности. Вопрос технологической безопасности все более актуален. Более 50 000 людей в развитых странах были травмированы электрической дугой в период с 1992 по 1998 годы. По данным компании «Аксенчер» среднестатистическая энергокомпания за период своего функционирования потеряла в результате аварийных ситуаций порядка 8 – 10 млн. долларов в прямых или косвенных затратах.

- Экономический ущерб. Перерывы в электроснабжении, приводящие к нарушениям технологических процессов, по различным подсчетам в развитых странах обходятся в более чем 350 млрд. долларов в год.

Как говорится, мы не можем управлять тем, что не можем измерить.

На самом деле прибор учета, является сильным ограничивающим фактором в данном восприятии. И сразу появляется мысли об экономии ресурсов. Об энергосбережении при использовании домашнего освещения, при выборе энергоэффективной бытовой техники, при расчете с энергосбытовыми компаниями по тарифам, дифференцированным по зонам суток.

На самом деле речь идет не только о потребителях с отсутствующими приборами учета, так называемыми бесприборниками, но и о потребителях, счетчики которых считают не в своем классе точности. Другими словами счетчики с истекшим сроком государственной поверки, счетчики с меньшим классом точности не дают достоверной информации о корректном потреблении электроэнергии, поэтому не способствует более рациональному использованию электроэнергии.

На сегодняшний момент для экономии энергоресурсов есть мощная законодательная база в виде Федерального Закона №261 «Об энергосбережении». Который вменяет в обязанность до 2013 года установить приборы учета потребителям, не имеющим их, и заменить приборы потребителям, которые не соответствуют нормативным требованиям.

Условия стоят жесткие, а сроки исполнения сжатые. Что касается дополнительных затрат населения, всегда вызывают негативную реакцию и рефлекс противоречивого неисполнения.

Возникает проблема объяснить обычному потребителю, что это крайне необходимая мера, а не очередная попытка присвоения средств общества.

Товар, даже в такой консервативной отрасли как электроэнергетика, должен быть инновационно новым, и нести в себе некую изюминку. И в то же время быть одинаково полезным.

Мое мнение, что нужно начать абсолютно с простого, а именно с чего я написал писать статью.

Во-первых, счетчик естественно должен учитывать электроэнергию, причем делать это качественно, в пределах определенного законодательством класса точности. Но как мы выяснили этого мало, чтобы потребитель задумался

о самостоятельной замене, изжившего себя прибора учета.

Следовательно, необходимо продумать дополнительные функции в обычном счетчике. Ведь если подумать, то потенциал сегодняшних знаний и используемых, в том числе, в электроэнергетике при построении «смарт» систем учета электроэнергии вполне достаточен, чтобы объединить усилия и направить все ресурсы на жизненно важную проблему – проблему энергосбережения.

Для этого я предлагаю создать прибор, который имеет способность трансформироваться с помощью дополнительных модулей из обычного счетчика в сложное multifunctionalное устройство по желанию потребителя.

Какие функции, дополнительные модули можно реализовать в обычном приборе учета, исходя из существующих знаний:

1. Кнопка экстренного вызова аварийных служб;
2. Предоставление телекоммуникационных услуг (интернет, телефон, ТВ);
3. Платежный терминал для услуг ЖКХ;
4. Сбор и передача информации с прибор учета всех ресурсов (при возможности таковых передавать данные);
5. Терминал предоплатного пользования электроэнергией (при внесении изменений в существующее законодательство);
6. Модуль замера параметров сети и снятие профилей

Оценка стоимости такого прибора как отдельно, так и каждого модуля отдельно. Ведь вся прелесть данного прибора заключается в том, что каждый потребитель может выбрать функции, которыми он будет пользоваться индивидуально и не переплачивать лишнего. Аналогично ситуации на рынке сотовой связи, где каждый выбирает для себя оптимальный тариф, который наиболее сочетается с основными потребностями клиента.

Начнем с того, что предложим потребителю «базовую комплектацию» пункта учета.

Самое важное самое дешевое.

Внешние данные основополагающего прибора. Сам шкаф, всего лишь с одним модулем, с модулем учета электроэнергии, который будет помещен в модуль общей сборки, где все остальные посадочные места будут заглушены «обманками».

Основная цель, качественный учет электроэнергии.

Стоимость такого «базового варианта» составит порядка 1000 рублей.

В условиях рыночной экономики – приемлемая цена, даже для простого счетного устройства.

Далее для работоспособности всех остальных модулей, необходим модуль-коннектор, то что будет принимать и передавать сигнал, либо на емкостной уплотнитель либо на устройство сбора передачи данных УСПД через PLC модем.

Это уже будет дополнительный модуль, интеллектообразующий, который будет так называемым проводником между миром электроники и оператором необходимой услуги.

Итак рассмотрим принцип работы модуля коннектора на основе системы PLC модема:

Модульный прибор учета, передает необходимый сигнал посредством PLC модема через существующую электрическую сеть на УСПД, которые располагаются в трансформаторной подстанции, далее сигнал с УСПД, попадает либо на GSM - модем либо на сотовый телефон и оттуда уже непосредственно идет к назначенной цели, в зависимости от потребности потребителя и конфигурации прибора учета.

Следующий модуль - модуль замера параметров сети и снятие профилей.

На сегодняшний момент мы можем погрузиться в широкий выбор тарифного меню, предлагаемый нам сбытовой компанией, это и расчет и дифференцировано по зонам суток и по тарифу день-ночь, а если Вы потребитель – юридическое лицо то к Вашим услугам и двухставочный тариф и с почасовой оплатой и в общем обильное разнообразие для того, чтобы выбрать для себя оптимальные условия при потреблении электроэнергии. Следовательно, если данный модуль позволяет разбивать полное потребление на профили, то он может справляться с такой задачей как контроллинг параметров сети в текущий момент либо за определенный период времени, что является важнейшим элементом выполнения обязательств сбытовых компаний в части качества электроэнергии.

Модуль платежный терминал для услуг ЖКХ.

В условиях загруженных мегаполисов и даже в дальних селах существует проблема затрачиваемого времени на оплату коммунальных ресурсов. С помощью внедрения дополнительного модуля – платежный терминал проблема в большинстве случаев будет решена, без выделенного подключения к интернету и наличия персонального компьютера. Что касается пенсионеров, то в ближайшее время все пенсионные начисления будут переводиться на электронную карту. Так вот для того чтобы оплатить услуги ЖКХ необходимо ввести свой идентификатор в поле ввода, и оплатить необ-

ходимую услугу с помощью банковской карты через терминал, встроенный в прибор учета.

Следующий модуль действительно направлен на глобальную экономию ресурсов. Это действительно ограничивающий фактор, который заставит каждого задуматься об использованной электроэнергии во всем труде ее производства и передачи.

Приведу пример нашего с Вами поведения в начале 2000 годов по отношению к сотовой связи. К тому насколько были дорогими тарифы за разговоры, и как мы пытались уложить необходимую информацию, оппоненту на другом конце линии. Чуть ли не подготавливали речь. Но был один маленький нюанс, который у большинства операторов остался до сих пор, это сдерживающий фактор – предоплатная система расчетов...

На сегодняшний момент законодательство не предполагает ведения расчетов за электроэнергию по предоплатной системе для физических лиц, для юридических лиц, частично система работает. Но сами подумайте, что это наиболее эффективный сдерживающий фактор в условиях тотального энергосбережения.

Стоит отметить снижение издержек сбытовых компаний на судебные разбирательства по долгам, а также по фактам неучтенного потребления.

Прогресс не стоит на месте, и если не двигаться в ногу с ним, либо не опережать его семимильными шагами, то можно остаться очень далеко за бортом. Тем более это необходимо крупным организациям, гигантам нашей индустрии, в том числе и сетевым – организациям распределительного комплекса.

В настоящее время все больше приборов учета потребляемых ресурсов в домах попадают под звание – интеллектуальные. Т.е. имеет связь с внешним миром через определенный интерфейс, будь это программный комплекс, УСПД, сервер администрирования в интернете. Множество видов приборов учета, работающих на разных программных платформах не упорядочивают процесс учета и обслуживания. Цель - построение единой smart системы высшего интеллектуального уровня. Один из модулей данного прибора отвечает за сбор информации с других интеллектуальных приборов учета разного рода ресурсов, объединение ее и передачи по своему протоколу на верхний уровень, где посредством программного обеспечения, происходит интеграция всех необходимых данных.

Для того чтобы все приборы входили в объединенную интеллектуальную систему, со-

всем не важно, где и когда был произведен прибор, важно лишь одно – наличие импульсного выхода, того интерфейса, через который можно считать информацию с прибора энергоресурса. В конечном итоге, мы получаем полностью автоматизированный комплекс учета энергоресурсов. Причем это привилегия не только огромных промышленных магнатов, но абсолютно любого гражданина, желающего принять участие в программе и понимающего стратегию развития государства и сохранения энергоресурсов.

А теперь, если проанализировать информационную организацию у нас в стране, то можно увидеть некую закономерность. Чем меньше удаленный участок заселен, тем с меньшей охотой операторы скоростного интернета приходят туда. Оно и правильно никто не захочет вкладывать свои средства с очень долгим периодом окупаемости или вообще без него.

На самом деле при осуществлении проекта с передачей телекоммуникационных сигналов, дополнительный модуль прибора учета может служить приемником и преобразователем сигнала. В итоге, дополнительный модуль нам даст полноценный модем со всеми вытекающими отсюда функциями. И все это в одном устройстве. Даже если технология передачи данных и будет реализована, то потребитель все равно выигрывает и останется при «интернете» пусть не таком высокоскоростным, но вполне удовлетворяющим требованием обычного пользователя. По сигналу PLC организуется передача данных к многоканальному модему, который способен передавать и получать данные.

И как же не подумать о защите всех нас в непредвиденных обстоятельствах, которые не зависят от нас и могут угрожать нам и нашей жизнедеятельности. Никто не застрахован от таких ситуаций. Можно в некотором роде обезопасить себя, установив дополнительный модуль в прибор, модуль экстренной связи. Нажав кнопку экстренного вызова, будет по каналу ВЧ связи (PLC) передавать информацию либо на ситуационный центр, либо непосредственно оператору служб экстренных вызовов. Где лицо, может сообщить причину обращения, для немедленного реагирования и устранения.

Вот новый тип приборов учета, который сочетает в себе массу функций. Уверен данный прибор имеет преимущества перед своими дискретными оппонентами, при цене такого прибора в максимальной комплектации 10000 и минимальной 1000 рублей.

# ПРОБЛЕМЫ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ

Николаенко Д. А., соискатель

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

## ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ РОССИЙСКОГО РЫНКА ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УСЛУГ

[gubina\\_da@mail.ru](mailto:gubina_da@mail.ru)

В статье рассмотрена диагностика состояния рынка образовательных услуг. В связи с формированием многоукладной образовательной системы и становлением рынка образовательных услуг перед высшими учебными заведениями страны возникает целый ряд проблем, связанных с необходимостью адаптации к жестким конкурентным условиям.

**Ключевые слова:** вуз, рынок образовательных услуг, конкуренция в образовании.

Из-за значительного сокращения числа будущих абитуриентов в скором времени ожидается сокращение вузов страны.

Как отмечается в обзоре, в последние годы потенциальных абитуриентов в России стало вдвое меньше, поэтому 1,3 тыс. вузов с 2 тыс. филиалов стране объективно не нужны. Какая часть учебных заведений будет ликвидирована пока неизвестно, но речь может идти о сокращении в разы [1].

На данный момент может оказаться невостребованным практически половина вузов. Проанализировав рынок труда, сокращение коснется юридических факультетов, т.к. наблюдается явный избыток этой специальности. В то время как специалистов с техническим образованием явный недостаток.

В планах Правительства России намечено дальнейшее сокращение армии - до 1 млн. человек в 2012 году. Ежегодное число призывников вряд ли опустится заметно ниже отметки в 500 тысяч. В 2009 году на военную службу отправилось около 580 тысяч призывников. На дневное обучение в вузы, где предоставляется отсрочка от армии, было принято порядка 730 тысяч человек, из которых примерно половина (около 350 тысяч) – юноши. По прогнозным оценкам, в 2017 году юношей, окончивших школу, будет насчитываться всего лишь 650 тысяч [2]. С учетом вышеприведенных цифр, а также стоящих задач по модернизации экономики, становится очевидной неизбежность реформирования как системы образования (в сторону сокращения приема студентов и повышения качества их обучения), так и российской армии (в пользу развития набора по контракту). На рынке труда, в свою очередь, должны распространяться гибкие формы занятости, соответствующие трудовым возможностям учащейся молодежи.

В последние годы рынок образовательных услуг претерпевает качественные изменения,

главную роль в которых играет Болонский процесс.

• Лидирующее место на рынке образовательных услуг занимает Москва. В настоящее время в Москве 112 государственных вузов и более 250 негосударственных.

• Повышению качественного уровня образовательных услуг способствует демографическая ситуация в стране, особенно ее прогнозирование на ближайшие несколько лет. Как следствие следует ожидать повышения конкурентной борьбы между вузами. Это коснется двух показателей: качества образования и востребованности на рынке труда выпускников.

• Одной из самых актуальных проблем для негосударственного сегмента рынка образовательных услуг остается отсутствие четкой нормативной базы и барьеры со стороны государства при лицензировании учебных заведений.

• Одной из самых перспективных форм развития образовательных услуг является дистанционное обучение, которое позволяет получить желаемое образование, не выходя из дома.

• В целом, взгляд на систему образования как на рынок образовательных услуг, где встречаются продавец и покупатель, еще находится в стадии формирования. Потребитель пока не может в полной мере воспользоваться предоставленными правами. Продавец же пока не готов в полной мере мобильно и адекватно реагировать на образовательный запрос общества.

Содержательно образовательные услуги большинства современных российских вузов характеризуются следующим:

1) отсутствуют взаимосвязи с реальным сектором экономики и механизмы, которые позволили бы вузам и научным организациям осуществлять трансферт технологий;

2) мала познавательная ценность знаний, недостаточна их дифференциация по образовательным уровням;

3) нерациональна организация учебных процессов, в которой не учитываются особенности специальностей и контингентов слушателей;

4) налицо деформация спроса на рынке образовательных услуг (платежеспособный спрос выражает потребности в образовании лишь 10 % населения – самых богатых семей;

5) недостаточно используется потенциал хозяйственной самостоятельности (законодательно предоставленное право создания малых инновационных предприятий (см. План первоочередных действий по модернизации общего образования на 2010 г./ Сборник законодательства РФ, 2010, № 10; и Национальную образовательную инициативу «Наша новая школа» / Вестник образования России: сборник приказов и инструкций Министерства образования и науки, 2010, февраль, № 4) имеет много демотивирующих ограничений (например, по правам интеллектуальной собственности для преподавателей – авторов идей);

6) нерационально используется труд выпускников вузов, что выражается в несбалансированности рынка труда и рынка образовательных услуг. Более 30% выпускников не получают направления на работу;

7) неэффективен контроль за качеством образовательных услуг;

8) ухудшается качество трудовой жизни преподавателей вуза (увеличивается аудиторная нагрузка, снижается заработная плата, учебники устаревают, а новые дорожают) [3].

По результатам исследования и диагностики состояния рынка образовательных услуг можно сделать следующие выводы:

• рынок давно вышел за пределы национальных границ, и любой вуз действует в условиях жесткой международной конкуренции;

• международная конкуренция в образовании пришла и на российский рынок, поэтому российские вузы должны учитывать международные стандарты образования, наряду с соблюдением национальных образовательных стандартов и сохранением преимуществ национальной системы образования;

• использование успешного зарубежного опыта в организации учебного процесса (модульная система обучения, письменные экзамены, перенесение акцента с контактных часов на организацию самостоятельной работы, использование как можно больше реальных бизнес ситуаций и заданий, чередование теоретического обучения с практической работой) способствуют укреплению конкурентоспособности российских вузов;

• разработка и подготовка учебно-методических комплексов, включающих поми-

мо учебника целый ряд дополнительных материалов для преподавателей и студентов - необходимое условие качественного обучения;

• сотрудничество преподавателей, читающих один и тот же курс, позволяет существенно разнообразить набор методических материалов и повысить качество преподавания;

• выбор и подготовка к международной сертификации помогает вузу не только укрепить свои имидж и конкурентное положение, но и повысить эффективность и качество образования;

Эффективная работа вуза на рынке невозможна без продуманной бизнес стратегии и маркетинга [4].

Проблемы подготовки специалистов у всех одинаковы вне зависимости от вуза и его статуса и престижности. Практически у всех молодых специалистов недостаточно сформирован уровень профессиональной квалификации, узкое представление о профессии, неготовность к практической работе.

Поэтому одним количественным снижением вузов, проблему качества образования решить невозможно. Необходимы глобальные преобразования, затрагивающие всю систему подготовки студентов во всех вузах. Только таким образом можно повысить качество и увеличить эффективность образовательных услуг.

Вузам необходимо проводить оценку уровня конкурентоспособности и на ее основе разрабатывать стратегии повышения конкурентоспособности, а это требует проведения вузом постоянного мониторинга внешней среды в части содержания и структуры образовательных услуг. Такой мониторинг и будет являться базой повышения конкурентоспособности. Эта работа может быть осуществлена на базе стратегического управления вузом и вузы, которые смогут ее правильно и своевременно организовать в перспективе будут конкурентоспособны на рынке образовательных услуг.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Интернет ресурс: [www.marketologi.ru/lib/saginova/inter\\_vuz.html](http://www.marketologi.ru/lib/saginova/inter_vuz.html)
- Рынок образовательных услуг на волнах демографических изменений // <http://demoscope.ru/weekly/2010/0431/tema06.php>
- Родионова Н., Зайцева И. «Система российского образования: проблемы и перспективы» // Проблемы теории и практики управления, 2010, № 10, стр. 20-26.
- Интернет ресурс: [www.marketologi.ru](http://www.marketologi.ru)

Реутов Н. Н., канд. соц. наук, доц.,  
Битюцкий К. Б., соискатель

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

## КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ ВЫПУСКНИКОВ ТЕХНИЧЕСКИХ ВУЗОВ НА РЫНКЕ ТРУДА: ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ АСПЕКТЫ

nic0301@rambler.ru

*В статье рассмотрены основные проблемы конкурентоспособности выпускников технических высших учебных заведений на рынке труда, исследуются их организационные аспекты. Предлагается модель управления конкурентоспособностью выпускников высших учебных заведений на рынке труда.*

**Ключевые слова:** рынок труда, трудоустройство, конкурентоспособность выпускника вуза на рынке труда, регулирование.

В настоящее время одна из задач высшей школы – подготовка компетентного специалиста, способного в короткие сроки приспособиться к реалиям и требованиям рынка труда. Успешность трудоустройства выпускников вузов является одним из критериев эффективности работы не только системы высшего образования, но и экономики в целом.

Поэтому главной отличительной чертой конкурентоспособности вузов является высокая конкурентоспособность их выпускников на рынке труда – умение применять полученные знания на практике, профессиональный успех, умение работать в команде, карьерный рост, уровень заработной платы.

В условиях конкуренции, не имея достаточного социального и профессионального опыта, выпускники оказываются слабо защищенной социальной группой и испытывают трудности в процессе трудоустройства. Это обостряет ситуацию в молодежном сегменте рынка труда, особенно среди девушек в условиях определенной гендерной дискриминации [2].

Модель конкурентоспособного выпускника в настоящее время существует в виде государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования. Однако он отражает только часть требований, а именно – знания, умения и навыки (т.н. профессиональные компетенции), которыми должен обладать выпускник вуза. Не секрет, что выпускники, обладающие отличными знаниями, прекрасными умениями и практическими навыками в своей сфере подготовки, тем не менее, далеко не всегда конкурентоспособны на рынке труда. Конкурентоспособность специалиста должна ассоциироваться не только в профессиональной, но и в личностной сферах.

Понятие конкурентоспособности специалиста в настоящее время практически не разработано. Если рассматривать это определение в отношении любого другого товара, то его смысл заключается в следующем: конкурентоспособность товара – это его относительная и обобщенная характеристика, выражающая его выгодные отличия от товара-конкурента по степени удовлетворения потребности и по затратам. Таким образом,

комплекс конкурентоспособности любого товара может состоять из трех групп параметров – технических, экономических и социально-организационных. Рассмотрим их применительно к будущему специалисту.

В группу технических входят специальность и специализация, объем освоенной программы в часах, дисциплинах, уровнях подготовки, соответствие стандарту или повышение его, соответствие образовательному ориентиру и стратегии, цели и содержанию профессионального обучения, получаемый документ.

Вторая составляющая оценки конкурентоспособности – экономическая. Она предусматривает затраты на подготовку специалиста: квалификация преподавательских и научных кадров, материально-техническое, нормативное оснащение и методическое сопровождение учебного процесса и т.д.

И наконец, социально-организационные параметры: учет социальной структуры потребителей, в данном случае самих выпускников и работодателей, национальных и региональных особенностей организации производства; социальный заказ на специалиста, спрос на рынке образовательных услуг, ситуация на рынке труда, конкурентность модели специалиста в отношении мировых стандартов.

Таким образом, конкурентоспособность выпускника – это совокупность профессиональных, психологических и морально-нравственных характеристик молодого специалиста, которые определяют его место на рынке труда, относительно других соискателей [3]. Конкурентоспособность – это свойство специалиста, выпускника побеждать на рынке высококвалифицированного труда.

Конкурентоспособность выпускника технического вуза – интегративная характеристика, которая определяется качеством его личности (комплексом профессиональных, личностных качеств и т.д.), качеством его деятельности (индивидуальных способностей решения конкретных задач, вопросов, проблем), а также степенью соответствия потенциальных возможностей специалиста и реализованного умения организовать свою деятельность по запросам работодателей, другими сло-

вами, социальному заказу и социально-экономическим условиям, обеспечивающая ему более высокий профессиональный и социальный статус, продолжительный спрос на его услуги на соответствующем отраслевом рынке труда.

Более полувека назад Анри Файоль писал: «Исключительно техническое образование не отвечает общим запросам предприятий, даже предприятий промышленных... Необходимо распространить управленческие познания во всех слоях населения. Очевидно, в этом деле школа должна сыграть значительную роль». Этот вывод основателя классической школы управления актуален по сей день. В условиях, когда государственное руководство высшей школы не в состоянии определить количественные и качественные требования к выпускникам, содействовать трудоустройству молодых специалистов должны сами вузы.

Положение выпускников на рынке труда обусловлено уровнем адаптационной деятельности образовательных учреждений города, региона, которые в контексте обучения и воспитания конструируют квалификационный уровень выпускников, их ценностные ориентации, модель поведения на рынке труда.

В Белгородском государственном технологическом университете им. В.Г. Шухова (БГТУ им. В.Г. Шухова) в настоящее время реализуется ряд направлений по содействию занятости студенческой молодежи, созданию эффективной системы трудоустройства выпускников.

Содействия трудоустройству выпускников осуществляется при взаимодействии всех структурных подразделений университета: регионального научно-методического центра профессиональной адаптации и трудоустройства специалистов (РНМЦ ПАТС), директоров, выпускающих кафедр, штаба студенческих строительных отрядов, центра дополнительного профессионального образования, бизнес-инкубатора и др. [1].

Систематически осуществляется информационная поддержка студенческой молодежи по вопросам занятости и трудоустройства с использованием Интернет-ресурсов.

РНМЦ ПАТС проводит консультационную и мотивационную работу, направленную на повышение готовности выпускников к самостоятельному трудоустройству, усиление их миграционной активности и профессиональной мобильности.

В университете организованы циклы занятий «Проблемы профессиональной адаптации» по формированию у студентов-выпускников знаний и навыков поведения на рынке труда (составление резюме, технологии поиска работы, прохождение собеседования и др.). Приобретают большое значение активные методы обучения студентов и выпускников навыкам поиска работы и трудоустройства (деловые игры, тренинги и др.) [4]

Комплекс мероприятий по повышению конкурентоспособности выпускников на рынке труда реализует РНМЦ ПАТС и кадровое агентство «ПРОФЕССИОНАЛ-ТЕХНОЛОГ»: обучение выпускников технологиям поиска работы, трудоустройство по заявкам предприятий, проведение ярмарок вакансий рабочих мест и презентаций компаний и др.

Ярмарки вакансий рабочих мест на базе университета регулярно проводятся для студентов старших курсов с целью организации непосредственной встречи с работодателями, сотрудниками Управления по труду и занятости Белгородской области, центров занятости населения и кадровых агентств. Масштабы ярмарок варьируются от фокусированных на уровне отдельных институтов до общеуниверситетских в зависимости от запросов выпускающих кафедр университета и работодателей. Регулярно проводятся презентации российских и зарубежных компаний.

РНМЦ ПАТС систематически проводит работу по организации временной занятости студентов. Создана и обновляется база данных малых и средних предприятий г.Белгород, которые регулярно осуществляют запросы на выполнение работ, не требующих специального образования и квалификации. Также РНМЦ ПАТС занимается содействием временному трудоустройству студентов, осуществляет поиск рабочих мест и организацию работы студентов в свободное от учебы время совместно со штабом Студенческих строительных отрядов (ССО) БГТУ им. В.Г. Шухова.

Совместно с выпускающими кафедрами и директоратами университета РНМЦ ПАТС осуществляется тесное взаимодействие с предприятиями и организациями Белгородской области и других регионов РФ. Работа осуществляется в рамках долгосрочных договоров, систематически заключаемых между указанными выше организациями и университетом.

Взаимодействие БГТУ им. В.Г. Шухова и работодателей включает в себя:

- вовлечение компаний в формирование и модернизацию учебных программ, определение требований к специалистам и оценку качества подготовки выпускников;
- участие в отборе будущих выпускников на ранних стадиях обучения, организацию дополнительных учебных курсов для отобранных студентов;
- финансирование целевой подготовки студентов, дополнительные стипендии и гранты для студентов и преподавателей, развитие материально-технической базы вузов (предоставление оборудования, компьютеров и др.);
- информационное взаимодействие, включающее предоставление предприятием вузу данных о вакансиях и о потребностях в кадрах на временное и постоянное трудоустройство, сбор



данных для анализа спроса на специалистов и прогноза развития ситуации на рынке труда, предоставление предприятию информации об образовательных услугах в вузе и за его пределами;

- организацию стажировок преподавателей в компаниях;
- профориентация и консультирование обучающихся;
- участие представителей работодателей в защите дипломных проектов;
- организация совместных научных мероприятий (семинаров, форумов, конференций и др.);
- организация и проведение научно-исследовательских работ с привлечением исполнителей студентов и преподавателей и др.

На базе университета еще в 2009 г. было создано кадровое агентство «ПРОФЕССИОНАЛ-ТЕХНОЛОГ» с целью оказания более широкого спектра услуг для студентов и предприятий промышленности строительных материалов и других отраслей (проведение консультаций, поиска, отбора и предоставления кандидатов по заявкам предприятий (организаций); оказание информационно-консультативной помощи студентам по вопросам прохождения практики, трудоустройства и вторичной занятости, а также обучение умению ориентироваться и адаптироваться на рынке труда и способам эффективного трудоустройства).

РНМЦ ПАТС содействует развитию малого предпринимательства и самозанятости студентов и выпускников университета в рамках региональных программ, направленных на снижение напряженности на рынке труда, взаимодействуя с Инновационно-технологическим центром (ИТЦ) БГТУ им. В.Г. Шухова и центром занятости населения г. Белгород. Это способствует вовлечению в инновационную деятельность студентов и аспирантов, поддержке малых инновационных предприятий.

Согласно договору о взаимоотношениях БГТУ им. В.Г. Шухова с Управлением по труду и занятости населения Белгородской области РНМЦ ПАТС сотрудничает с Управлением по труду и занятости по таким направлениям, как: проведение мониторинга трудоустройства выпускников университета; формирование базы данных вакансий на региональном рынке труда; организация ярмарок вакансий и презентаций компаний; обеспечение стажировки и временной занятости студентов; оказание информационно-методической, психологической и юридической помощи студентам и др.

РНМЦ ПАТС проводит социологические и маркетинговые исследования процессов, происходящих на рынках труда и образовательных услуг; анализ ситуаций, происходящих на них с

выработкой соответствующих рекомендаций для образовательного процесса в вузе. Опрашиваемые работодатели отмечают, что для успешного трудоустройства молодых специалистов необходимо наличие у них как профессиональных, так и личностных компетенций. При отборе на работу наиболее важными профессиональными качествами выпускников работодателей отмечают хорошую теоретическую подготовку (55,6%), высокую обучаемость (55,6%), профессиональную компетентность (44,4%) и наличие практических навыков (33,3%). Среди личностных качеств, которыми должен обладать молодой специалист, приоритет отдается ответственности (72,2%), исполнительности (66,7%), творческой инициативе (55,6%), коммуникабельности (33,3%), активности (16,7%) и др.

С целью содействия поддержанию профессиональных связей между выпускниками БГТУ им. В.Г. Шухова, укрепление их контактов с Alma mater создана Ассоциация выпускников. Для реализации своих целей Ассоциация интегрирует методический, научный, кадровый и информационный потенциал членов Ассоциации, взаимодействует с государственной и муниципальными властями, устанавливает партнерское сотрудничество с инновационно-ориентированным бизнесом.

Таким образом, в университете работа по содействию трудоустройству выпускников, усиление их востребованности на рынке труда приобретает характер одного из важнейших направлений деятельности, позволяющего эффективно решать комплексные задачи подготовки конкурентоспособных специалистов в современных рыночных условиях.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Реутов, Н.Н. Управление занятостью молодежи в регионе: опыт БГТУ им. В.Г. Шухова / С.Н. Глаголев, В.С. Севостьянов, Н.Н. Реутов // Спрос и предложение на рынке труда и рынке образовательных услуг в регионах России: сб. докладов VII Всеросс. науч.-практ. интернет-конференции (13–14 октября 2010 г.). Кн. I. – Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2010. – С. 83–97.
2. Савенкова, И.В. Гендерная профессиональная сегрегация на российском рынке труда / И.В. Савенкова // Общероссийский научно-практический журнал «Общество: экономика, политика, право». – 2010. – № 3. – С. 40–46.
3. Сальникова, Л.Ю. Концепция управления конкурентоспособностью выпускников вузов на рынке труда // Фундаментальные исследования. – 2011. – № 12 (часть 4). – С. 805–808.
4. Фомин, В.Н. Профессиональное становление и профессиональное определение личности: актуализационно-потенциальный подход: монография / В.Н. Фомин. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2009. – 163 с.

**Крикунов Е. О., аспирант**  
**Белгородский государственный институт искусств и культуры**

### КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЛЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ ПО БИБЛИОТЕЧНО-ИНФОРМАЦИОННЫМ ДИСЦИПЛИНАМ

k\_e\_o@mail.ru

*В статье рассматривается применение компьютерного тестирования в библиотечно-информационном образовании. Описываются методические и практические аспекты использования тестирования*

**Ключевые слова.** Контроль; тест; информационный; метод; обучение; автоматизированные; компьютерные; технологии.

Все большее значение приобретают в мире информационные ресурсы знания и умения ими пользоваться. Новые виды, формы и типы информации, способы ее обработки и хранения требуют и совершенно новых, не традиционных подходов к подготовке специалистов. Используя традиционные методы обучения, невозможно за короткий срок подготовить высококвалифицированных специалистов в этой области. Интенсивные методы обучения требуют не менее интенсивных способов их контроля, организации которых невозможно без использования современных компьютерных технологий.

Использование современных информационных технологий в системе контроля повышает качество обучения. С их помощью возможно быстрее и эффективнее осваивать как новые учебные предметы, так и современные технические средства. Они позволят выявлять умение студентов логически мыслить и точнее определять уровень знаний каждого студента, своевременно скорректировать имеющиеся недостатки, и, следовательно, способствуют выпуску специалистов более высокой квалификации [4].

Перемены, происходящие как в обществе, так и высшей школе, свидетельствуют, что важным аспектом развития любой системы становится ее способность саморегулироваться и самообновляться. Современная концепция высшей школы предлагает подготовку будущих специалистов с ориентацией на развитие способностей индивидуумов, обеспечение при этом их непосредственной и углубленной подготовки с использованием новых информационных технологий. В связи с этим многие исследования в области совершенствования высшего образования направлены на поиск моделей педагогических технологий с использованием средств автоматизации, способствующих дидактическому воспроизводству фундаментальных знаний на общепрофессиональном и специальном уровнях освоения.

В качестве факторов перестройки системы образования в вузе сегодня следует рассматривать не только создание автоматизированных технологий обучения, но и их внедрение. Для этого необходимо устанавливать аспекты учебной деятельности, подлежащие автоматизации, и осуществлять их последовательную, поэтапную реализацию, способствуя повышению эффективности обучения, не нарушая наиболее устойчивых связей между предметами [1]. Выбор для внедрения этапа контроля знаний можно рассматривать как мотивационную основу управления познавательной деятельностью обучающегося. Среди многообразия методов контроля для совершенствования библиотечного образования можно считать перспективным такой метод контроля как автоматизированное тестирование.

В настоящее время при изучении гуманитарных курсов развитые компьютерные технологии, в том числе для использования автоматизированного тестирования, имеют ограниченное применение. Особенность тестирования студентов, получающих библиотечное образование, заключается, с одной стороны, в том, что получение фундаментальных знаний не может быть связано только с решением некоторых формализованных задач, легко поддающихся тестологизации (то есть процедуре перевода знаний на тестовый уровень) и алгоритмизации. С другой стороны, библиотечная наука стоит перед задачей обновления и пересмотра многих существующих положений. Процесс длительный, сопровождающийся изменением понятий, характеристик и т.п. Следовательно, любая создаваемая система контроля знаний в библиотечном образовании в идеале должна быть динамичной и легко адаптироваться к конкретным методикам и знаниям с минимальными потерями, т.е. быстро реагировать на любые изменения в теории и практике библиотечного дела. Между тем процесс создания метода тестирования, не говоря уже о его автоматизации, является доста-

точно динамичным, поскольку требует достаточно глубоких аналитических усилий со стороны его создателей.

В вузах культуры и искусств формировалась своя история использования метода тестирования и автоматизированного контроля знаний. В начале 90-х годов началась разработка метода тестирования применительно к контролю библиотечно-библиографических знаний, в том числе и впервые с применением автоматизированного подхода, так, в период 1991-1993 на библиотечном факультете МГИК разработаны и успешно применены первые компьютерные тесты по курсам "Библиотечное. Общий курс" и "Основы научных исследований". Преподаватели и студенты высоко оценили этот метод контроля. Проведенный экспресс-опрос показал, что подавляющее большинство студентов предпочитают экзаменоваться по названным дисциплинам исключительно на компьютерах[2].

Решение этой проблемы оказывается не таким простым, как кажется на первый взгляд. Существующие системы контроля знаний предоставляют многообразные варианты их организации и применения, что предполагает глубокое изучение данной проблемы. В работах по тестовой библиотечно-библиографической диагностике не случайно обращается внимание на печальные результаты не вполне продуманного использования систем контроля знаний библиотечных работников в 20-30-е годы прошлого века.

Вот почему на современном этапе развития библиотечно-информационного образования важной предпосылкой системы контроля является целевая задача тестового обследования. Очевидно, что первоочередным при проведении проверки полученных знаний должно быть определение целей контроля. Полагаем, что в вузах и сузах культуры в большей степени целесообразно проверять у обучающихся как глубину знаний учебных дисциплин, так и умение будущих специалистов логически мыслить, сопоставлять различные предметы и явления, делать правильные выводы и принимать оптимальные решения. Поэтому набор контрольных заданий максимально полно должен охватывать учебную дисциплину, а тематическое их разделение - позволять осуществлять в процессе изучения предмета этапный контроль, выявлять индивидуальные пробелы знаний обучаемых, корректировать учебные программы и т.п. Именно на основе такого подхода была создана программа для двух курсов, позволяющие преподавателям автоматически и максимально полно контролировать знания студентов по учебным дисципли-

нам "Библиотечное. Общий курс" и "Основы научных исследований". Проводить сравнительный анализ осуществляемых разработок с целью выявления возможности создания эффективных и достоверных тестирующих программ, позволяющих в короткий срок максимально полно и точно оценивать индивидуальные знания студентов по различным учебным курсам библиотечного цикла.

Важное место при формировании базы заданий занимает их формулировка. Как и любое предложение, задания подразделяются на явные и неявные, вопросительные и утвердительные, суждения, мнения и другие вопросы. От искусства преподавателя зависит многообразие их форм, несущее в себе богатство языка, обилие специальных терминов. Использование подобных заданий способствует повышению у обучающихся умения логически мыслить, а также уровня их общей культуры[3].

Другим важным моментом является определение правильности ответа обучаемого на предложенные вопросы. Существуют различные варианты ответов, закладываемые в программу. Предпочтительно, чтобы студент "отвечал" компьютеру как бы в устной форме, как преподавателю (открытая форма ответа).

Широкое распространение получила такая форма ответов, когда отвечающему предлагается заранее сформированный набор ответов для выбора одного или нескольких, являющихся, по его мнению, правильными (форма закрытых ответов). При автоматизации тестирования с такой формой ответов программа автоматически оценивает правильность сделанного выбора. В другом случае контролируемый вводит с клавиатуры некоторые формулировки или отдельные слова, являющиеся ответом на поставленный вопрос (форма полукрытых ответов). На экране ЭВМ нет этих вариантов ответов, но программа содержит максимально возможный, по мнению ее авторов, набор ответов. Считается, что в большинстве случаев в программе имеются необходимые модификации и она сможет, осуществив сравнение, дать свое заключение о правильности ответа. Имеются и другие варианты. Каждый способ формирования ответа контролируемым имеет свои достоинства и недостатки. Здесь следует придерживаться поставленной цели и выбирать наиболее подходящий вариант для ее реализации[5].

Смена поколения вычислительных машин на машины типа IBM привела к потребности практически полностью переработать имевшиеся компьютерные программы. Но появлявшиеся работы представляли в большей степени лишь

подступы к решению проблемы машинной организации контроля знаний.

Параметры используемых ЭВМ в значительной степени определяют возможности эффективного контроля знаний студентов. К важным преимуществам ПЭВМ относится их возможность создавать обучаемому условия для самостоятельного принятия решений, т.е. индивидуализировать процесс обучения путем создания адаптивных компьютерных программ. Они позволяют успешно автоматизировать учебный процесс, в т.ч. и процедуру контроля знаний. Такие системы позволяют демонстрировать студентам учебный материал, оценивать их ответы и т.п. Конечно, на первом этапе трудоемкость создания таких программ достаточно высока. По оценке некоторых зарубежных специалистов, она может в 10 раз превышать трудоемкость написания учебника. Но это лишь на первом этапе. С другой стороны, традиционный способ проверки вообще не выдерживает сравнения с автоматизированным его аналогом, так как носит эпизодический, субъективный и фрагментарный характер. Так, экспериментально установлено, что оптимальным является 6-8 циклов текущего контроля, что обеспечивает высокую успеваемость студентов и достигается лишь с помощью автоматизированных систем, позволяющих осуществлять более всестороннюю и полную проверку уровня обученности студентов. Кроме того, возникает возможность оперативно обрабатывать результаты контроля без дополнительных затрат времени преподавателя, что обеспечивает рациональное планирование учебного процесса.

На основании сказанного выше наш выбор пал на IBM-совместимый компьютер, как наиболее подходящее техническое средство повышения качества обучения и контроля знаний студентов в современных условиях. Он работает с помощью системных, инструментальных и прикладных компьютерных программ. Для нас большой интерес представляет второй тип программ. Инструментальные программы - программы "полуфабрикаты", написанные на языках высокого уровня (Бейсик, Фортран, Паскаль, Си и др.), позволяют программистам создавать программы специального назначения - пользовательские, прикладные программы. К числу прикладных программ относятся также программы обучения и контроля знаний студентов. Основные принципы создания подобных программ заключаются в том, что они ориентируются на конкретный курс обучения и позволяют квалифицированным пользователям создавать авторские программы обучения и контроля знаний студентов.

Разработанные нами компьютерные тесты обладают свойствами, присущими подобным системам: адаптивностью, открытостью, стандартностью, унифицированностью, возможностью ее расширения и наращивания, способностью осуществлять индивидуальный и групповой контроль знаний студентов и др.

В результате проведенных нами исследований формировалась система, работающая с которой студенты получают возможность в режиме самоконтроля проверить свои знания по каждой теме учебной дисциплины в удобном индивидуальном темпе, выявить пробелы и затем их устранить. При этом, у студентов повысилась мотивация к учению и в значительной степени снижались стрессовые ситуации, обеспечено глубокое изучение учебного материала, появляется уверенность в имеющихся знаниях и адекватности получаемой ими оценки по результатам контроля.

Конечно, процесс создания подобных систем достаточно сложен и требует одновременного решения многих проблем. Однако большинство недостатков, возникающих при создании названных систем, может быть успешно устранено или сведено к минимуму в процессе опытной эксплуатации.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. Аванесов В.С. Основы педагогического контроля в высшей школе // Основы педагогики и психологии высшей школы. Учебное пособие / Под ред. А.В.Петровского.- М.: МГУ, 1986.- 303с.
2. Аванесов В.С. Тесты: теория и методика их разработки. // Управление школой, 1999. - №29, с. 30-33.
3. Алешин Л.И. Компьютеризация образования на библиотечных факультетах вузов [Электронный ресурс] // Библиотечное : вчера, сегодня, завтра : тез. докл. и сообщ. Науч. конф. 23-25 апр. 1996 г. / Моск. гос. ун-т культуры. - М., 1996. - Ч. 2.
4. док. Науч. конф. студ и аспирантов (19 - 20 мая 2004 г., Москва) / Моск. гос. ун-т культуры и искусств. - М., 2004
5. Майоров А.Н. Теория и практика создания тестов для системы образования. - М.:Интеллект-Центр, 2002. - 296 с. Сафиуллина З.А. Тестовые задания для осмысления курса «Социальные коммуникации». - Казань:Изд-во «Печатные технологии», 2005.- 20с. Тесты по дисциплинам специальности 350800 «Документоведение и документационное обеспечение управления/КГУКИ.-Казань, 2005.

**Мирошникова В. Н., соискатель  
Белгородского государственного национального исследовательского университета  
(Алексеевский филиал)  
Северин Н. Н., канд. пед. наук, доц.  
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова**

## ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ В ВУЗАХ ГПС МЧС РОССИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ ПО ДИСЦИПЛИНАМ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ЦИКЛА

mvn77@rambler.ru

*В статье представлены результаты исследования по обоснованию и разработке педагогической технологии организации самостоятельной работы в вузах ГПС МЧС России с использованием индивидуальных заданий по дисциплинам математического цикла. Эта педагогическая технология направлена на развитие у студентов внутренних мотивов к самообразованию; формирование цели самообразовательной деятельности; определение основных способов самообучения и самостоятельной подготовки; развитие уверенности в своих силах и способностях в процессе самообразования. Данная технология включает содержание деятельности преподавателей и студентов в процессе самостоятельной работы при изучении дисциплин математического цикла, средства, методы и методические приемы использования индивидуальных заданий.*

**Ключевые слова:** самостоятельная работа, индивидуальные задания, дисциплины математического цикла, педагогическая технология, компетенция, самообразовательная деятельность, управление самообразовательным процессом, вузы ГПС МЧС России.

При обосновании педагогической технологии организации самостоятельной работы в вузах ГПС МЧС России с использованием индивидуальных заданий по дисциплинам математического цикла, следует уточнить смысл понятия «педагогическая технология».

Термины «педагогические технологии», «технологии обучения», «образовательные технологии» пришли к нам сравнительно недавно через технологии производственной деятельности путем их трансформации и поиска аналогов применительно к процессам обучения. Вместе с тем, отечественная педагогическая школа, не применяя сам термин «педагогическая технология», всегда заботилась о достижении наивысшего уровня профессиональных знаний [1, 2].

Ю. Г. Фокин [3] для раскрытия определения «технология обучения» предлагает использовать методологический опыт профессионалов-технологов, поскольку технология как наука прошла в сфере производства, по крайней мере, трёхвековой путь развития, а в сфере образования только начинает осознаться.

Само понятие «технология» пришло к нам из далекой древности и до недавнего времени использовалось в основном в производственной деятельности человека. «Технология» (от греч. *techné* - искусство, мастерство, умение; *logos* - слово, учение) имеет несколько значений:

- совокупность методов, осуществляемых в каком-либо процессе;

- совокупность методов обработки, изготовления, изменения состояния, свойств, форм сырья, материала или полуфабриката, которая используется в процессе производства продукции;

- совокупность процессов в определенной отрасли производства, а также научное описание способов производства.

На сегодняшний день в педагогической теории и практике не существует единого определения понятия «педагогическая технология». В зарубежной и отечественной педагогике насчитывается около трёхсот определений педагогической технологии. Разночтения по определению говорят о том, что оно еще не достигло необходимой степени сформированности для однозначного использования.

«Педагогическая технология», с одной стороны, рассматривается в широком смысле, как совокупность средств и методов воспроизведения теоретически обоснованных процессов обучения и воспитания, позволяющих успешно реализовать поставленные образовательные цели [4]. Педагогическая технология, являясь составной (процессуальной) частью системы обучения, связанной с дидактическими процессами, средствами и организационными формами обучения, отвечает на традиционный вопрос «Как учить?» с одним существенным дополнением - «Как учить результативно?» [5].

С другой стороны, понятие педагогической

технологии трактуется в узком (практическом) смысле. Так, В. П. Беспалько [6] считает, что педагогическая технология представляет собой описание, проект процесса формирования личности. И. В. Кларин [7] полагает, что педагогическая технология - это совокупность психолого-педагогических установок, определяющих специальный набор и компоновку форм, методов, способов, приемов обучения; она есть организационно - методический инструментальный педагогический процесс.

В своём исследовании под «педагогической технологией» организации самостоятельной работы в вузах ГПС МЧС России с использованием индивидуальных заданий по дисциплинам математического цикла мы будем понимать комплексный процесс, охватывающий:

1. Представление планируемых результатов самообразования;
2. Методики и средства диагностики текущего состояния уровня готовности к самообразовательной деятельности студентов вузов ГПС МЧС России;
3. Набор методик самообразования;
4. Систему критериев оценки уровня развития самообразования у студентов вузов ГПС МЧС России.

Использование термина «технология» применительно к самообразованию вполне оправдано, поскольку самообразование можно считать одним из видов деятельности человека.

Исходя из представленных выше особенностей, нами была разработана педагогическая технология управления самообразованием сотрудников ГПС МЧС России, состоящая из четырёх этапов (рис. 1). В представленном исследовании при разработке технологии организации самостоятельной работы в вузах ГПС МЧС России с использованием индивидуальных заданий по дисциплинам математического цикла были определены их важнейшие характеристики:

- 1) результативность;
- 2) экономичность (в единицу времени самостоятельно усваивается большой объём учебного материала с учётом индивидуальных возможностей обучаемых);
- 3) эргономичность (самообучение происходит в обстановке сотрудничества, положительного эмоционального микроклимата, без перегрузки и переутомления);
- 4) создание высокой мотивации к самообразованию (позволяет выявить личностные качества обучаемых, раскрыть их скрытые возможности).

В процессе исследования были обозначены следующие признаки технологии организации

самостоятельной работы в вузах ГПС МЧС России с использованием индивидуальных заданий по дисциплинам математического цикла:

- заданность цели, результата;
- заданность процесса (алгоритмизация педагогической деятельности преподавателей вузов ГПС МЧС России, последовательность, сроки, взаимосвязь действий);
- заданность исходного материала, уровня подготовки (входной контроль знаний, тестирование знаний, умений навыков, качеств личности);

- количественная оценка результатов, знаний (рейтинг) каждого студента вуза ГПС МЧС России.

Разработанная технология организации самостоятельной работы в вузах ГПС МЧС России с использованием индивидуальных заданий по дисциплинам математического цикла отвечает следующим дидактическим требованиям:

- способствует оптимизации процесса самообучения студентов вузов ГПС МЧС России;
- обеспечивает реализацию принципов самообразования (мотивации, присвоения цели деятельности, оценки уровня самообразовательной деятельности, познавательной активности);
- выступает инструментом реализации дидактического принципа рефлексии, требующего от студентов вузов ГПС МЧС России самостоятельного завершения работы по формированию определенной системы знаний и ставящего его перед необходимостью осмысливать схемы и правила, в соответствии с которыми он действует;

- не противоречит принципам и закономерностям традиционной педагогики.

Наиболее продуктивными и перспективными следует считать те педагогические технологии, которые позволяют организовать образовательный процесс с учётом профессиональной направленности самообучения, а также с ориентацией на личность обучаемого, его интересы, склонности и потребности [8, 9].

Стратегию современного профессионального образования составляют развитие и саморазвитие личности специалиста, способного выходить за рамки нормативной деятельности, осуществлять инновационные процессы, процессы творчества в широком смысле. Данная стратегия воплощается в принципиальной направленности содержания и форм самообразования на приоритет личностно-развивающих и профессионально-ориентированных технологий самообучения [10, 11].

В связи с вышесказанным разработанная нами технология организации самостоятельной работы в вузах ГПС МЧС России с использова-

нием индивидуальных заданий по дисциплинам математического цикла отвечает следующим требованиям:

- не противоречию дидактическим принципам;  
- направленности на активизацию познавательной студентов вузов ГПС МЧС России.

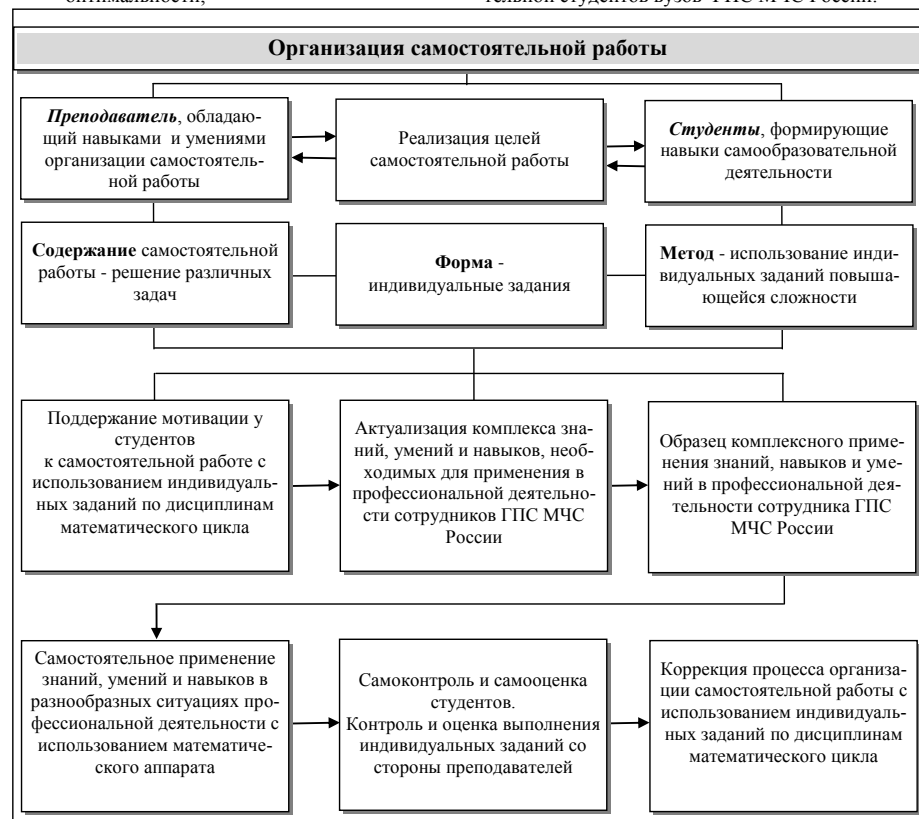


Рис. 1. Педагогическая технология организации самостоятельной работы с использованием индивидуальных заданий по дисциплинам математического цикла

Самообразовательная деятельность, направленная на достижение определенного результата, характеризуется определенным поведением студентов вузов ГПС МЧС России. На практике понятие самообразовательной деятельности, как правило, наделяется широким смыслом, включая и результаты, и поведение. Хотя поведение и результат - явления разного порядка, они одинаково важны и управлять ими возможно, создав специфические системы и процессы [12, 13].

Для многих, если не для всех, видов самообразовательной деятельности должны определяться некоторые требования - например, совершенствование. Быстрота изменений в требованиях к самообразовательной деятельности приводит к тому, что студенту вуза ГПС МЧС

России постоянно нужно доказывать свою способность к приобретению новых навыков [14].

Непрерывное обучение, инновации и улучшение профессионального мастерства - отличительные черты сотрудника ГПС МЧС России высокой квалификации [15].

В самообразовательной деятельности поведение студентов вузов ГПС МЧС России следует рассматривать как сферу компетенции и компетентности [16-19]. Эти понятия нередко путают.

Понятие «компетенция» связано, скорее, с профессиональной деятельностью конкретного человека, хотя согласия во мнениях относительно его содержания пока нет. Определение компетенции как основной характеристики личности дает представление о чертах, мотивах и т. д.,

- другими словами, о том, каковы эти люди, а не только, что они делают.

Таким образом, компетенция - это основополагающая характеристика выпускника вуза ГПС МЧС России, которая обуславливает причинно-следственную связь с критериями эффективности и высокого качества выполнения им профессиональной деятельности.

Учитывая результаты, обнаруживаемые в практике управления самообразовательной деятельностью студентов вузов ГПС МЧС России, следовало бы ожидать сравнительно низкого интереса к поведенческим аспектам самообразовательной деятельности. И некоторые данные это подтверждают. Исследование практики управления самообразовательной деятельностью студентов показало, что лишь немногие из них задействуют перечень поведенческой компетентности, чтобы сформулировать требования, предъявляемые к самообразовательной деятельности.

Одной из значимых черт данной модели является соотношение компетенции с критериями.

Первым и наиболее важным шагом в изучении компетенции должно стать выявление критериев или единиц ее измерения, которые отличают превосходную по качеству или эффективную самообразовательную деятельность. Идеальным критерием будет «строгое» измерение конечного продукта - качества подготовки выпускника вуза ГПС МЧС России.

Эти критерии необходимы для того, чтобы определить четко очерченную группу высоких профессионалов и в сравнении с ней группу «средних» выпускников вуза ГПС МЧС России. Можно также определить состав и третьей группы - неэффективно работающих или некомпетентных выпускников вуза ГПС МЧС России.

Таким образом, какой бы термин ни использовать - компетенция, компетентность, показатели, факторы, аспекты самообразовательной деятельности - в любом случае управление этой деятельностью предполагает внимание и к поведению (что педагоги делают), и к результатам.

Для того чтобы идентифицировать ожидаемое поведение, предпочтительнее практический подход, нежели умозрительная теория. Необходимо определить показатели поведения студентов вузов ГПС МЧС России, на основании чего будет происходить оценка их самообразовательной деятельности.

Рассматривая вуз ГПС МЧС России как сложную социальную систему, следует отметить, что педагогическое руководство самообразовательной деятельностью студентов в нем

должно быть организовано таким образом, чтобы обеспечить перевод обучаемого из одного качественного состояния в другое, более совершенное. Ведущая роль в этой системе управления принадлежит преподавателю [20, 21].

Управление процессом самообучения студентов вузов ГПС МЧС России реализуется в психолого-педагогической деятельности преподавателя, которая осуществляется при решении им педагогических задач. Управленческая деятельность преподавателя в данном процессе рассматривается как целенаправленная регуляция отношений с обучаемыми, выявление изменений в развитии их личности и определение оптимальных способов воздействия на них.

Принятие преподавателем правильных управленческих решений после обработки информации является центральным элементом процесса самообучения студентов вузов ГПС МЧС России, гарантирующим эффективность управления.

Эффективность управления самообразовательным процессом студентов во многом зависит от управления познавательной активностью и мыслительной деятельностью обучаемых [22]. Наибольшая эффективность будет достигнута в том случае, если при этом будут учтены уровень развития психических свойств, процессов, состояния и опыт обучаемого; психолого-педагогический механизм процесса усвоения знаний; процессы саморегуляции личности обучаемого; процессы развития у них личностных и профессионально необходимых качеств [23].

Таким образом, знание индивидуальных характеристик обучаемых является одним из основополагающих элементов системы педагогического руководства самообразованием студентов вузов ГПС МЧС России, реализация которого позволяет осуществлять и совершенствовать прогнозирование, планирование, организацию самообучения и самовоспитания.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бордовский, Г.А. Актуальные проблемы современной профессиональной подготовки/ Г.А. Бордовский// Подготовка специалистов в области образования. Основные направления совершенствования. - СПб., 1996. - Вып. IV. - С. 14-18.
2. Буланова-Топоркова, М.В. Педагогические технологии: Учебное пособие/ М.В. Буланова-Топоркова, А.В. Духавнева, В.С. Кукушкин, Г.В. Сучков.- М., 2004.- 354с.
3. Фокин, Ю.Г. Теория и технология обучения: деятельностный подход/ Ю.Г.Фокин. - М.: Академия, 2006. - 240 с.

4. Вяткин, Л.Г. Основы дидактики высшей школы: Учеб. пособие /Л.Г.Вяткин. - Саратов: Изд-во СГУ, 1997. - 101с.

5. Дмитренко, Т.А. Образовательные технологии в системе высшей школы/ Т.А. Дмитренко// Педагогика. – 2004. – №2. – С.54-59.

6. Беспалько, В.П. Слагаемые педагогической технологии/ В.П. Беспалько. - М.: Педагогика, 1989. – 192 с.

7. Кларин, И.В. Педагогическая технология у учебного процесса: Анализ зарубежного опыта/ И.В. Кларин. –М.: Знание, 1989. – 312 с.

8. Подколызина, Л.В. Технология самостоятельной работы студентов: Учебно-метод. пособие/ Л.В. Подколызина. - СПб.: издание СПИ-МАШ, 1999. - 90с.

9. Селевко, Г.К. Современные образовательные технологии/ Г.К. Селевко. - М.: Народное образование, 1998.-255с.

10. Виленский, В.Я. Технологии профессионально-ориентированного обучения в высшей школе: Учеб. пособие/ В.Я. Виленский, П.И. Образцов, А.И. Уман. - М.: Педагогическое общество России, 2005. - 192с.

11. Щуклина, Е.А. Технологии самообразования: социологический аспект/ Е.А.Щуклина// Общественные науки и современность. – 1999. – № 5. – С.140-151.

12. Власова, В.З. Управление образованием/ В.З. Власова. – СПб.: РГПУ им. А.И.Герцена, 2000. – 117 с.

13. Bacharach S.B. Beyond situational constraints: job resources inadequacy and individual performance at work/ S.B. Bacharach, P. Bambergger // Human Resource Management Review. - 5(2). - 1995. - P. 79-102.

14. Бордовский, Г.А. Управление качеством образовательного процесса: Монография/ Г.А. Бордовский, А.А. Нестеров, С.Ю. Трапицын. - СПб.: Изд-во РПГУ им. А.И.Герцена, 2001. - 359 с.

15. Холодкова, Л.А. Инновационная культура субъектов профессионального образования: условия формирования/ Л.А. Холодкова// Инновации, 2005.- № 4. – С.16-18.

16. Байденко, В.И. Компетенции в профессиональном образовании (К освоению компетентностного подхода)/ В.И. Байденко// Высшее образование в России. – 2004. –№11. –С. 59-63.

17. Болотов, В.А. Компетентностная модель: от идеи к образовательной программе/ В.А. Болотов, В.В. Сериков// Педагогика. – 2003. –№10. – С.8-14.

18. Боярский, Е.А. Компетенции: от дифференциации к интеграции/ Е.А. Боярский, С.М. Коломиец// Высшее образование сегодня.- 2007.-№1.- С.4-7.

19. Зеленецкая, Т. О формировании компетентностей/ Т. Зеленецкая// Высшее образование в России.–2005.–№6.–С.108-111.

20. Бабанский, Ю.К. Педагогика высшей школы: Учеб. пособие для ун-тов и пед. ин-тов/Ю.К. Бабанский. -Алма-Ата: Мектеп, 1989. – 175 с.

21. Андреев, А.Н. Знания или компетенции?/А.Н. Андреев// Высшее образование в России. – 2005.–№2. –С. 3-11.

22. Белозерских, А.В. Модель блочно-модульного обучения в вузе для развития интеллектуальных способностей к профессиональной деятельности у будущих сотрудников ГПС МЧС России/ А.В. Белозерских// Научно-теоретический журнал «Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта». – 2010. - № 7 (65). – С. 12-17.

23. Съедина, Н.В. Формирование готовности студентов к самоконтролю/ Н.В. Съедина// Высшее образование сегодня.- 2007.-№9.- С.45-47.

## ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

*Полуянов В. П. д-р хим. наук, проф.  
Харьковский институт экологии и социальной защиты*

### МНОГОМЕРНОСТЬ БЫТИЯ И ПОЗНАНИЕ ИНТЕРВАЛИЗАЦИИ ИСТИНЫ

[zchs@intbel.ru](mailto:zchs@intbel.ru)

*В данной статье рассматривается многомерность бытия и познание интервализации истины. Подробно анализируется интервальность, как методология постижения реальности. Показано стремление, как можно глубже проникнуть в многомерность бытия и познание интервализации истины.*

*Ключевые слова:* бытие, истина, многомерность, интервализация, познание.

Актуальность. Исследование обусловлено необходимостью осмыслением проблемы многомерности бытия и познание интервализации истины, а также глубже выикнуть в процессы, которые происходят в обществе.

Цель работы. Выявить и раскрыть особенности понятий «система референции», «относительность», «познавательная позиция» и «культурная обусловленность» в области естествознания и гуманитарных наук.

Практическая значимость. Разработка и конкретизация ключевых категорий философий как «система референции», «относительность», «познавательная позиция» и «культурная обусловленность» с точки зрения диалектики.

Научные исследования. В настоящей работе исследуется многомерность бытия и познание интервализации истины.

Задачи. Рассматриваются наиболее важные вопросы многомерности бытия человека и познание интервализации истины.

Научная новизна состоит в том, что продемонстрирована значимость исследований понятий системы референций, относительности, познавательной позиции и культурной обусловленности с точки зрения диалектики, а также дано осмысление, позволяющее глубоко раскрыть многомерность бытия и познание интервализации истины.

Наблюдаемый мир и любой объект познания, по своей природе многомерен. Он влечет за собой новый подход к процессу познания, отказ от идеи абсолютного наблюдателя, понимание рациональности и категории истины, истории и культуры, человека и человеческого, субъекта и объекта.

Постмодернизм почувствовал признаки исторической и практической исчерпанности ре-

сурсов и стал внедрять в современную мыслительную культуру новые познавательные стратегии и методы. Острое ощущение неслиянности и несинтезируемости в едином целом, а также несоизмеримости многообразных аспектов, сторон и уровней проявлений человеческой жизни побудили постмодернизм обратиться к новому типу рефлексии, в котором нет четких противопоставлений - жизни и смерти, бытия и небытия, субъекта и объекта, мужского и женского пола.

Относительность и культурную условность любых понятийных оппозиций позволяет увидеть метод языковых игр и деконструкции. Критика рационалистической традиции не выводит к познавательным стратегиям точного и адекватного мышления. Данная возможность такого мышления рассматривается как своеобразная мифологема. Поэтому философия предстает как сборник метаповествований. Наука должна избегать всяких «рассказов». «Но поскольку наука не ограничивается лишь формулировкой инструментальных закономерностей, а ищет истину, она должна легитимировать свои правила игры. А в силу того, что она держит легитимирующий дискурс в отношении собственного статуса, то называет его философией. Когда этот метадискурс прибегает эксплицитным образом к тому или иному великому рассказу, как, например, диалектика Духа, герменевтика смысла, эмансипация разумного субъекта или трудящегося, рост богатства и т. п. - то науку, которая соотносится с ним, в целях самолегитимации решают назвать «модерном»... Упрощая до крайности, мы считаем «постмодерном» недоверие в отношении метарассказов» [2]. Можем увидеть новую манеру сочинять метаповествования о науке, истине и легитимирующая дис-

курсах в приведенных словах Лиотера. На смену вышедшего из употребления метанарративного механизма легитимации предлагается новая языковая игра, фильтрующая старую систему смыслов.

Метод интервального подхода [1] к истине и рациональному упакованному смыслу в определенном отношении прямо противоположен принципу деконструкции постмодернизма. Деконструкция рассеивает и децентрирует понятийные таксоны и категории культуры, а интервальность предполагает предельную гносеологическую фокусировку смыслов. Между двумя методами есть общее. Деконструктивизм и интервальность питают надежду научить человека искусству заглядывая за покровы вещей, наличные маски культуры, пробиваясь к обнаженной подлинности жизни. Оба метода акцентируют внимание на плюрализме, многообразии, призывая к учету любого процесса понимания. Они делают утонченную способность чувствовать различия и толерантно относиться к несоизмеримостям.

Идея относительности лежит в основе интервального философствования. Данный стиль мышления органически вписывается в контекст основных методологических течений. Относительность к интервальности не сводится. Она понимается не только в субъективном, но и в объективном плане, что ведет к принципу многомерности мира. В данной концепции, момент абсолютного, занимает не менее важное место. Философская новизна интервального подхода заключается в том, чтобы по-новому понять реальную диалектику абсолютного и относительного в онтологическом и эпистемологическом измерении. Это касается диалектики единого и многого, внутреннего и внешнего, субъективного и объективного. Решительно отличается вышеуказанный подход от собственно релятивистских и плюралистических концепций. Интервальные идеи применялись не в философских направлениях, а в открытиях современного естествознания - теории относительности А. Эйнштейна, квантовой физике и космологии.

Ключевым понятием интервальной парадигмы является «система референции». Аристотель усматривал абсолютное различие между покоем и движением, а для Галилея они приобретают конкретный физический смысл по отношению к фиксированной системе отсчета.

Не только в физике, но и в других сферах познания, включая гуманитарные науки, аналогично обстоят дела. Анализ показывает, что эти категории приобретают конкретный и точный смысл тогда, когда указана соответствующая система референции. Такая совокупность усло-

вий и ситуаций, по отношению к которым два сравниваемых предмета практически обнаруживают свою тождественность или различимость. Пространство бытия объекта многомерно и во всех условиях он актуализирует свои качества.

Философы разных школ и течений соглашались с тем, что любая истина относительна. В интервальной эпистемологии она означает, что всякое высказывание может быть истинным или ложным, только лишь относительно определенного интервала абстракции. Всякая истина интервальна и если она дана изнутри, то может выглядеть абсолютной для внешнего субъекта познания.

Существует интервал для истины, в котором имеется своя диалектика абсолютного и относительного. При поступательном росте знания обнаруживается возможность перехода к более глубокой и универсальной истине в результате скачкообразного сдвига от одной интеллектуальной перспективы видения реальности к другой, более широкой. Новая система знаний может рассматриваться как абсолютная по сравнению с предшествующей.

Способ смыслового конституирования категорий - двумерная семантическая конфигурация, построенная по принципу полярности. Смысл единичного можно понять, противопоставив ей категорию общего и наоборот. Современная наука демонстрирует образцы совершенно иных способов смыслообразования, через фиксацию соответствующей системы референции или экспериментальной установки. Одной из важнейших проблем для современной методологии естественных и гуманитарных наук становится вопрос о границах осмысленности и непустоты используемых понятий, о пределах их адекватной и однозначной применимости.

Интервальная методология ставит в центре своего внимания проблему осмысленного и однозначного применения понятий и научных истин в различных познавательных контекстах. Основным понятием данной методологии является познавательная позиция субъекта. В философской системе Канта разум функционирует так, чтобы познание было актуально осуществимым. Следовательно, возникает задача выявления условий познания и мыслимости предмета. Он утверждает, что познание начинается с опыта и не вытекает из него полностью. Хотя представления Канта о предпосылках познавательной деятельности субъекта были подвергнуты критике, сама идея прочно закрепилась в эпистемологии.

Стало проясняться человеческое сознание, которое предопределяется социальными детерминантами - классовой или сословной принад-

лежностью, формами деятельности и т.д. К. Маркс выдвинул свой тезис: общественное бытие людей определяет их общественное сознание. Духовный и социально-исторический горизонт индивида складывается принципиально ограниченным. Поэтому возникает перед философией задача вскрыть основания социального и шире дать критику господствующей идеологии.

Интервальный подход опираясь на крупнейшие открытия в области современного естествознания, вскрывает предпосылки познания, коренящиеся в онтологической структуре физической реальности. Истина обнаруживает общность природы познавательных предпосылок во всех сферах познания. Она позволяет выявить механизм состыковки субъективных и объективных условий мыслимости объекта познания.

Познавательная позиция включает в себя важное качество: с одной стороны, она является точкой отсчета познающего субъекта и задающей перспективу видения реальности, с другой - нечто, извне детерминированное, некая мера, предопределяющая объективность смысла образов действительности и обуславливающая масштаб подхода к изучаемому предмету. Объективно задаваемую познавательную позицию можно обозначить как Смыслообразующим интервалом можно объективно обозначить познавательную позицию.

Интервальность выступает как органический элемент постмодерна, того особого состояния культуры, в которое вошла западная цивилизация. Познающий субъект принципиально интервален, он всегда задан контекстуально. Его взгляд на мир ограничен заданной интеллектуальной перспективой понимания и видения мира. Природный или социокультурный срез бытия задает свой способ мироописания или систему истин и смыслов.

На новое понимание цели и стратегии человеческого познания ориентируется интервальный подход. В силу гетерогенности, многослойной структуры и многомерности единая картина реальности невозможна. Между собой возможные миры несоизмеримы и не могут быть редуцированы. Следовательно, что познающий должен учиться искусству инакомыслия или иначе мыслить.

Познавательная деятельность должна быть вооружена технологиями, которые обеспечивали возможность постоянного перетолкования и переописания мира.

Интервальное мышление - это дифференцирующий взгляд на предмет, который способен гибко реагировать на новизну ситуации, несоизмеримость, появление скачкообразных переходов к новым смысловым контекстам. Стратеги-

ческий подход к миру содержит способность и готовность его к творческому освоению, прозрению нового и принципиально иного.

В отличие от традиционной диалектики, интервальная видит разрешение противоречия в установлении понятийных конфигураций, соответствующих реальной иерархии сторон, уровней и ипостасей целого. Гармония в социальной жизни людей достигается через диалог, взаимопонимание и сбалансированный учет интересов сторон. Н. Рерих назвал это «красотой компромиссов».

Принцип разумного компромисса действует столько, сколько существует история. Интервальный подход - философская рефлексия позволяющая прояснить онтологическую, гносеологическую и методологическую грани. Традиционную диалектику можно рассматривать как философскую рефлексию над другим, с принципом исторического взаимоотношения людей - борьбы, взаимной конфронтации, противостояния и эскалации насилия. Следует отметить, что рефлексия над практикой компромиссов оказалась делом более сложным в теоретическом плане и поздним в историческом смысле. Разрешение конфликтов и миротворчества требует от людей больших интеллектуальных ресурсов и моральной высоты, поэтому для сегодняшнего планетарного миропорядка оно становится все более важным и жизненно необходимым.

На основании вышесказанного можно сделать следующие выводы. Интервальная парадигма выходит на сцену современной мыслительной культуры и по различным причинам постепенно превратилась по некоторым отношениям в методологическое сознание философствования. Некоторые исследователи используют отдельными интервальными понятиями и идеями как само собой разумеющимся.

Любая очевидность, поскольку не становится предметом самостоятельной рефлексии, а берется как мыслительный штамп и известным образом мстит за себя. При таком подходе исследователям не ясно, какие возможности и следствия вытекают из стихийно воспринятого ими способа мышления. Некоторые мыслители утверждают, что никакого интервального подхода нет в помине, и что они никогда не слышали. В действительности есть способ рассмотрения предмета «извне» и «изнутри».

В известной степени это касается даже тех ученых, которые формировались в существенно иной интеллектуальной атмосфере. Приступая к анализу системы мышления и опыта в греческом мифе, Курт Хьюбер в книге «Истина мифа» отмечает, что то представление мифа, которое мы формируем сегодня, соответствует переводу

мифического языка в современный. «...грек, которые жил в мифе, а не вне мифа, как мы, мог столь же мало о нем говорить и размышлять. Но описание вещи снаружи, когда мы находимся вне ее, не является менее верным оттого, что оно выполняется снаружи, а не изнутри. Мы имеем дело только с другой перспективой, с другим аспектом того же самого. Таким образом, последующее будет изображением греческого мифа при рассмотрении в некотором современном аспекте; это реконструкция, которая, с одной стороны, пытается понять миф с точки зрения его исторического ядра, не искажая его насильственным образом, и которая, с другой стороны, все-таки делает его нам понятным» [4].

Сознательное применение метода всегда предпочтительнее и вооружает исследователя целостной системой представлений и аналитических процедур.

При использовании интервального подхода, исследователь берет на вооружение не только исходные идеи, но и специфическую терминологию. В работе «Переживание и действие» В.Б. Мелас пишет: «Мы постараемся продемонстрировать, что основой такого метода может служить концепция интервала сознания... Будем называть основные целостные фрагменты жизни сознания, обладающие некоторым единством, интервалами сознания» [3].

Выводы. Использование интервальной методологии к анализу феноменов сознания не утратила своей актуальности. Данный способ используется не достаточным образом.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лазарев Ф.В., Брюс А. Литтл. Многомерный человек. Введение в интервальную антропологию. / В.Ф. Лазарев, А. Литтл Брюс. - Симферополь: СОНАТ, 2001. - 264 с.
2. Лиотар Ж.-Ф. Состояние постмодерна. / Ж.-Ф. Лиотар. - СПб.: Алетейя, 1998. - С. 9 - 10.
3. Мелас В.Б. Очерк 5. Переживание и действие. // Очерки феноменологической философии. / В.Б. Мелас. - СПб.: Изд-во Санкт-Петербургский университет, 1997. - 272 с.
4. Хюбнер К. Истина мифа. / К. Хюбнер. - М.: Республика, 1996. - С. 97.

Шаповалова Т. А., канд. экон. наук, ст. преп.,  
Шевченко М. В., ст. преп.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

## АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ СТРАХОВОГО РЫНКА БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

tatyana.shapoval@mail.ru

*Страховой рынок современной России находится в стадии активного развития. Представленный в работе анализ рынка страховых услуг Белгородской области позволил выделить лидирующие виды страховых услуг, проследить динамику показателей, характеризующих структуру рынка, а также выделить основные проблемы функционирования данного сектора экономики и наметить пути их преодоления.*

**Ключевые слова:** страхование, виды страхования, рынок страховых услуг, структура страхового рынка.

В современных условиях – условиях высокого предпринимательского риска, наблюдается усиление роли и места страхования в экономике страны. Сложившаяся ситуация усугубляется значительным ростом количества природных и техногенных аварий и катастроф. В связи с этим страхование становится важным инструментом обеспечения защиты бизнеса, фактором социальной стабильности общества, который способствует поддержанию достигнутого уровня благосостояния населения страны.

Продажа страховых услуг осуществляется на страховом рынке, представляющем собой социально-экономическую систему, где объектом купли-продажи является страховая услуга. При этом, роль страхового рынка состоит в выполнении им функций специализированного кредитно-инвестиционного института.

По данным Федеральной службы страхового надзора РФ в едином реестре субъектов страхового дела по состоянию на 30 июня 2011 года зарегистрированы 604 страховщика, при этом общая сумма страховых премий и выплат по всем видам страхования составила соответственно 627,25 и 425,45 млрд.руб. (120,2 % и 115,3% по сравнению с аналогичным периодом 2010 года) [1].

На данный момент в Белгородской области на рынке страховых услуг функционируют порядка 60 организаций, на долю которых в 2011 году приходилось 0,65 % и 0,78 % общероссийского объема страховых премий и страховых выплат соответственно, что на 34,51% и 28,62 % превышает аналогичные показатели за предыдущий период [2].

Важной характеристикой состояния рынка страховых услуг конкретного региона является структура страховых выплат и премий в разрезе видов страхования. В таблице 1 представлен по-

дробный анализ объемов страховых премий по Белгородской области [1].

Наибольший удельный вес в структуре страховых премий в Белгородской области приходится на обязательное страхование 73,09 % в 2010 году. Однако в 2011 году наблюдается его снижение до 60,82%. Основу обязательного страхования составляют договора медицинского страхования и страхования автогражданской ответственности. В течение анализируемого периода наблюдается рост страховых премий по соответствующим договорам в абсолютном выражении, одновременно происходит изменение структуры видов страхования. Так, по сравнению с 2010 годом, в 2011 году доля обязательного медицинского страхования снизилась на 9,63%, а доля имущественного страхования на 2,39%.

Анализируя объем страховых премий по договорам добровольного страхования можно сделать вывод о повышении спроса на данный вид страховых услуг. Темп прироста объема премий по таким договорам к концу первого полугодия 2011 года по сравнению с аналогичным периодом прошлого года составил 95,84%. Наблюдается и значительный рост удельного веса страховых премий по добровольному страхованию (на 12,27%) по сравнению с 2010 годом. Основу добровольного страхования составляют договора имущественного страхования (33,31% в общем объеме страховых премий по Белгородской области). Доля отдельных видов личного добровольного страхования остается незначительной.

Что касается объемов страховых выплат по Белгородской области, то можно отметить, что их динамика и структура повторяют основные тенденции, наблюдаемые нами при анализе страховых премий (таблица 2).

Таблица 1

## Анализ объемов страховых премий по Белгородской области по видам страхования

Наименование показателя	Абсолютные значения, тыс.руб.		Удельный вес, %		Изменения	
	I полугодие 2010г.	I полугодие 2011г.	I полугодие 2010г.	I полугодие 2011г.	Абсол. значения, %	Удел. веса, %
<b>1. Общий объем страховых премий по Белгородской области</b>	<b>3023966</b>	<b>4067567</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>34,51</b>	<b>0</b>
2. Объем страховых премий по обязательному страхованию, в т.ч.:	2210255	2473983	73,09	60,82	11,93	-12,27
Личное страхование, в т.ч.:	1880671	2128058	62,19	52,32	13,15	-9,87
Страхование жизни	7342	0	0,24	0,00	-100,00	-0,24
Страхование от несчастных случаев и болезней	1216	1670	0,04	0,04	37,34	0,00
Медицинское страхование	1872113	2126388	61,91	52,28	13,58	-9,63
Имущественное страхование, в т.ч.:	329584	345925	10,90	8,50	4,96	-2,39
Страхование гражданской ответственности владельцев транспортных средств	329584	345925	10,90	8,50	4,96	-2,39
3. Объем страховых премий по добровольному страхованию, в т.ч.:	813711	1593584	26,91	39,18	95,84	12,27
Личное страхование, в т.ч.:	155856	238706	5,15	5,87	53,16	0,71
Страхование жизни	25108	38728	0,83	0,95	54,25	0,12
Страхование от несчастных случаев и болезней	46964	76555	1,55	1,88	63,01	0,33
Медицинское страхование	83784	123423	2,77	3,03	47,31	0,26
Имущественное страхование, в т.ч.	657855	1354878	21,75	33,31	105,95	11,55
Страхование имущества	602082	1285285	19,91	31,60	113,47	11,69
Страхование ответственности	48505	52669	1,60	1,29	8,58	-0,31
Страхование предпринимательских рисков	7268	16924	0,24	0,42	132,86	0,18

На протяжении рассматриваемого периода мы видим доминирующую роль обязательных видов страхования на рынке страховых услуг Белгородской области. В 2010 году на их долю приходилось 84,24%, в 2011 году – 70,89% страховых выплат. Практически все эти выплаты покрывали обязательства страховщиков по договорам обязательного медицинского страхования и имущественного страхования (страхования автогражданской ответственности). За анализируемый период более чем в 2 раза вырос объем выплат по договорам добровольного страхования, что, прежде всего, объясняется значительным увеличением страховых выплат по договорам страхования от несчастных случаев и болезней и договорам страхования имущества.

Сравнивая суммы страховых премий и выплат по договорам, заключенным страховщиками и страхователями Белгородской области, необходимо отметить превышение темпов роста страховых премий над темпами роста страховых выплат на 5,89%. Это может косвенно свидетельствовать о снижении степени тяжести ущерба при наступлении страхового случая и

соответственно повышению доходности страховщиков.

Наблюдаемый стабильный рост величины страховых премий по всем видам страхования является признаком востребованности данного вида услуг и усиления роли страхования в экономике региона.

По большинству видов страхования лидирующее положение на рынке страховых услуг Белгородской области занимают следующие организации (в порядке убывания их доли на рынке страховых услуг) [1, 3]:

1. ЗАО Макс-М;
2. ООО «Росгосстрах»;
3. ООО «Страховое Общество «Маяк»;
4. ОАО «Альфа-Страхование»;
5. ОАО «Военно-страховая компания»;
6. ОСаО «Ингосстрах»;
7. ОСаО «РЕСО-Гарантия»;
8. ЗАО «Страховая группа «Спасские ворота»;
9. ООО «Страховая Компания «Согласие»;
10. ОАО СК «РОСНО».

Перечисленные компании обеспечивают более половины страховых сборов на территории Белгородской области.

Таблица 2

## Анализ объемов страховых выплат по Белгородской области по видам страхования

Наименование показателя	Абсолютные значения, тыс.руб.		Удельный вес, %		Изменения	
	I полугодие 2010г.	I полугодие 2011г.	I полугодие 2010г.	I полугодие 2011г.	Абсол. значения, %	Удел. веса, %
<b>1. Общий объем страховых выплат по Белгородской области</b>	<b>2581957</b>	<b>3320891</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>28,62</b>	<b>0</b>
2. Объем страховых выплат по обязательному страхованию, в т.ч.:	2175133	2354292	84,24	70,89	8,24	-13,35
Личное страхование, в т.ч.:	1959269	2124511	75,88	63,97	8,43	-11,91
Страхование жизни	1179	2151	0,05	0,06	82,44	0,02
Страхование от несчастных случаев и болезней	0	3	0,00	0	-	0
Медицинское страхование	1958090	2122357	75,84	63,91	8,39	-11,93
Имущественное страхование, в т.ч.:	215864	229781	8,36	6,92	6,45	-1,44
Страхование гражданской ответственности владельцев транспортных средств	215864	229781	8,36	6,92	6,45	-1,44
3. Объем страховых выплат по добровольному страхованию, в т.ч.:	406824	966599	15,76	29,11	137,60	13,35
Личное страхование, в т.ч.:	48153	58636	1,86	1,77	21,77	-0,10
Страхование жизни	2722	3299	0,11	0,10	21,20	-0,01
Страхование от несчастных случаев и болезней	3020	9062	0,12	0,27	200,07	0,16
Медицинское страхование	42411	46275	1,64	1,39	9,11	-0,25
Имущественное страхование, в т.ч.	358671	907963	13,89	27,34	153,15	13,45
Страхование имущества	349863	902091	13,55	27,16	157,84	13,61
Страхование ответственности	4268	5704	0,17	0,17	33,65	0,01
Страхование предпринимательских рисков	4540	168	0,18	0,01	-96,30	-0,17

Как показало проведенное нами исследование, основными причинами, сдерживающими развитие страхового рынка в Белгородской области, являются следующие [3, 4]:

- недостаточный уровень нормативного обеспечения страховой деятельности;
  - недостаточный уровень стимулирования развития страховой деятельности органами власти;
  - отзыв лицензий компаний-нарушителей страхового законодательства, негативно сказывающийся на страхователях;
  - низкий уровень доверия к страховым организациям со стороны клиентов;
  - несоответствие сумм страховых выплат реальной величине ущерба;
  - низкий уровень доходов населения, ограничивающий возможности потребления страховых услуг;
  - наличие бюрократических проволочек в процессе осуществления страховых выплат;
  - недостаточная осведомленность населения о спектре предоставляемых услуг страховыми организациями региона.
- На наш взгляд для активизации рынка страховых услуг в Белгородской области необходимо:
- оптимизировать систему нормативного регулирования страховой деятельности, адекватную требованиям современной экономики;

▪ разработать и внедрить систему налогового стимулирования страхователей, использовать систему частичного возмещения убытков государством страхователю при возникновении значительного ущерба;

- ужесточить требования при лицензировании деятельности страховщиков;
- повысить экономическую грамотность населения в сфере страхования;
- пересмотреть тарифную политику;
- принять меры по упрощению процедуры получения страховых выплат;
- активизировать работу с привлечением средств массовой информации по распространению сведений о спектре услуг, предоставляемых страховыми компаниями региона.

Указанные меры будут способствовать расширению и активизации рынка страховых услуг Белгородской области.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сайт Федеральной службы страхового надзора: [www.fsn.ru](http://www.fsn.ru).
2. Сайт Федеральной службы государственной статистики: [www.gsk.ru](http://www.gsk.ru).
3. Центр страховой информации: [www.strahovka.info](http://www.strahovka.info).
4. Сайт Всероссийского Союза страховщиков: [www.ins-union.ru](http://www.ins-union.ru).



**Богатырева Е. В., аспирант**  
**Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова**

## ПУТИ И ВОЗМОЖНОСТИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ НЕОТОМИЗМА С СОВРЕМЕННЫМ МИРОМ

**elebogatyrev@yandex.ru**

*Философия неотолизма, адаптированная к специфике современного мира, обладает значительным духовным потенциалом, позволяющим ей успешно вести диалог с представителями иных философских направлений. В центре внимания неотомистской философии сегодня находится человек, что соответствует культурным особенностям XX-XXI вв. и способствует оптимальной интеграции неотолизма в современную культурную и научную среду.*

**Ключевые слова:** неотомизм, общество, антропология, человек, христианство, культура.

Сегодня в философской науке происходит переосмысление некоторых постулатов европейского антропоцентризма в силу того, что история XX столетия доказала несостоятельность понимания человека как существа исключительно разумного, чья деятельность нацелена только на позитивные преобразования окружающего мира и себя самого. Для этой ситуации характерен поиск неких устойчивых духовных начал, в силу чего изучение культурного и нравственного потенциала неотолизма приобретает особую актуальность. Проблематика настоящей работы включает в себя исследование особенностей антропологии неотомистской философии и определение степени тех изменений, которым данное философское направление подвергалось в соответствии с требованиями современной науки и культуры.

В отечественной науке до недавнего времени неотомизм рассматривался преимущественно с критических позиций, однако сейчас появляется все больше публикаций и исследований, где данное философское направление анализируется скорее как положительный фактор развития общества, однако число трудов подобного рода все еще носит достаточно ограниченный характер. В настоящей работе была предпринята попытка рассмотреть неотомизм не как обособленного явления, но в его взаимосвязи с культурными реалиями современности. В соответствии с этим нами была поставлена цель дать ответ на вопрос, может ли неотомистское понимание человека оказаться полезным при возможных изменениях современной антропологической парадигмы. Исходя из указанной цели, нами были сформулированы следующие задачи исследования:

- охарактеризовать противоречия европейской антропоцентрической парадигмы;
- указать причины переориентации приоритетов традиционного католицизма на проблему человека как основную проблему философии;
- рассмотреть специфику решения антропологической проблемы неотомистами разных направлений;

- проанализировать причины актуальности неотомистской философии в современном мире.

Антропологический компонент изначально занимал одно из центральных мест в христианской философии. Формированию христианско-персоналистической парадигмы предшествовал своего рода антропологический переворот, который позиционировал человека как уникальное существо, отличное от всего остального мира, называл его носителем Духа, который являлся частью Бога. Бог в понимании средневековых людей был средоточием мироздания, и потому человек, сотворенный по образу и подобию Бога, рассматривался в христианстве как особое существо, обладающее бессмертной душой и способное к постижению божественной истины [1]. В силу этого каждый христианский мыслитель в своих трудах уделял существенное внимание вопросу о человеке. Фома Аквинский не был исключением; он разработал детальную антропологическую концепцию, сущность которой сводилась к тому, что человек представляет собой нерасторжимое единство, образованное душой и телом, причем душа является субстанциональной формой тела, несоставной и неуничтожимой. Вместе с тем, душа имеет общие для всех людей характеристики, и потому именно тело следует считать источником уникальности человека. В этом Аквинат существенно расходился с Августином Аврелием, который отдавал полный и безоговорочный приоритет человеческой душе, декларируя бессмысленность познания материального мира [2].

Христианская антропологическая парадигма, господствовавшая до начала эпохи Возрождения, во многом была сформирована именно взглядами Аквината и в кратком виде включала в себя следующие пункты:

- человек является личностью, сопричастной Творцу и способной к общению с ним через молитву;
- человек уникален в силу того, что из всех сотворенных существ только он предназначен к спасению;

- природа человека двойственна, поскольку образована единством души и тела, причем подобное единство является необходимым условием существования человеческой личности.

Эпоха Возрождения стала эпохой смены антропологической парадигмы в философии: на смену христианскому персонализму пришел антропоцентризм, сместивший акцент на активную, деятельностную составляющую личности человека. Истоки этого процесса коренились в периоде позднего средневековья, когда схоластическая философия, все более утрачивавшая способность соответствовать историческим реалиям развивающегося общества, в конце концов превратилась в тормозящий фактор его развития. Антропоцентрическая же парадигма соответствовала запросам своей эпохи, декларируя бесконечные возможности человека как в сфере производства, так и в сфере познания.

Однако к началу XX столетия стало очевидно, что те принципы, которые постулировались антропоцентрической парадигмой, не всегда соответствуют действительности. Первая Мировая война, появление тоталитарных государственных образований и негативные процессы, происходящие в обществе в первые десятилетия XX века, доказали, что человеческая деятельность не обязательно разумна, а сами люди отнюдь не всегда руководствуются при ее осуществлении гуманистическими мотивами. Все это способствовало тому, что в указанный исторический период процесс духовного поиска в философской среде становится как никогда актуален; одной из новых школ в философии, сформировавшихся в начале XX столетия, становится неотоцизм.

Появлению данного философского направления предшествовали такие события, как I Ватиканский собор 1869 года, на котором была принята Догматическая конституция о католической вере, порицавшая философские направления, отличные от основных католических догм, а также энциклика папы Льва XIII "Отцу вечному" 1879 года, где утверждалось, что философия и религия не обязательно должны быть антагонистичны. В 24 томистских тезисах папы Пия X, изданных в 1914 году, утверждалось, что, начиная с Декарта, философия все более отдалялась от истины, поскольку теряла связь с Богом. Таким образом, деятельность официальной католической церкви в к. XIX - н. XX вв., социальные и политические изменения, происходящие в этот период, а также процесс духовных исканий в философской среде явились тремя взаимосвязанными между собой предпосылками формирования неотоцизма, представлявшего собой философию Фомы Аквината, адаптированную к реалиям Нового времени.

К началу XX столетия проблема человека, всегда являвшаяся одной из основных проблем

философии, приобретает особую актуальность в связи с обострением противоречий, присущих европейской антропоцентрической парадигме. Вопрос о критериях, которыми руководствуются люди в своем поведении, встал в этот период как никогда остро, что способствовало выделению философской антропологии в отдельную область науки в 20-е гг. XX века. Антропологическая проблематика приобрела ведущую роль в трудах представителей большинства философских школ этого времени, и неотоцизм не являлся исключением.

Традиционно основной проблемой томистской философии была проблема Бога, которая в католицизме всегда имела приоритетный характер по отношению к проблеме человека, однако социальные, политические и культурные особенности XX столетия поставили последователей Аквината перед необходимостью пересмотреть свои взгляды. Не подвергая сомнению теоцентризм томизма, тем не менее, многие неотоцисты поместили в центр своей философии именно антропологический вопрос, декларируя его значимость наравне с проблемой Бога. Кроме того, неотоцисты понимали, что изменившийся историко-культурный контекст уже не предполагает наличие Бога как чего-то самого разумевшегося, более того – проблема Бога волнует многих людей в XX столетии гораздо меньше, чем проблема человека. Так, неотоцист К. Ранер писал: «Те, кто приходит сегодня к занятиям богословием ... не укоренены в такой вере, которая была бы чем-то самим собой разумющимся и опиралась бы на однородную, общую для всех религиозную среду» [3]. Это не предполагало радикального изменения традиционных католических ценностей, однако оказывало существенное воздействие на сам стиль обращения неотоцистов к человечеству.

Общей чертой всех неотоцистских философов является то, что при рассмотрении человеческой природы они находятся на позициях гилеморфизма, постулируемого Аквинатом, однако в остальном их подходы довольно существенно различаются. Индивидуальность человека, согласно неотоцистам, рождается, когда некоторая идеальная форма (душа) соединяется с материей, тем самым образуя уникальную человеческую личность. В понимании неотоцистов католическая, конкретно томистская, антропология наилучшим образом отражала гармонию взаимодействия человека и мира.

Наиболее ортодоксальная версия томизма сохранялась в трудах таких мыслителей, как Э. Жильсон, Ф. Коллстон, Ж. Маритен, хотя в работах последнего прослеживается недвусмысленное желание привести к компромиссу научные и социальные реалии XX столетия и основные положения философии св. Фомы. Маритен пытался

объединить религиозную основу с гуманистической традицией Европы; как и многие другие неотоцисты, он полагал, что само христианство ориентировано гуманистически. Данное мнение было вполне обоснованным, особенно если учесть, что в христианской философии вопрос о человеке всегда являлся одним из центральных вопросов.

Маритен отрицал индивидуализм и антропоцентризм, присущие европейскому гуманизму, хотя и высоко оценивал достижения научной и философской мысли послесредневекового периода. Католический философ полагал, что произошла подмена понятий, и то, что именовалось христианским гуманизмом, на самом деле правильно было бы называть христианским натурализмом [4]. Маритен полагал, что не само христианство, а противоречия, присущие его истории, явились тем фактором, который дискредитировал христианскую религию в глазах общества. Именно религии Маритен отдавал приоритет перед философией, в том числе и в вопросах антропологии, поскольку полагал, что всеобъемлющий взгляд на человека как на личность является прерогативой религии. Наследуя основным постулатам антропологической доктрины Аквината, Маритен вводит в свое понимание проблемы человека нечто принципиально новое. В центре антропологии Маритена находится человек, наделенный творческими потенциями по преобразованию мира, человек, наделенный свободой выбора; однако в конечном итоге творческий поиск должен привести его к Богу, потому что разум, не подчиняющийся Богу, утрачивает способность к самосовершенствованию. Кроме того, Маритен полагал, что человеческая воля изначально устремлена к Богу, даже если сама не понимает этого [5].

В отличие от Маритена, который полагал неотоцизм скорее экзистенциальной философией, Э. Жильсон, следуя традиции классического томизма, отдавал приоритет проблемам бытия, говоря о двойной онтологии: бытия Бога и бытия, сотворенного им [6]. Однако он придавал огромное значение разуму человека в деле познания мира и самого себя, подчеркивая, что томистская философия системна и наряду с этим строго доказуема исключительно силами человеческого разума [7]. Трансцендентальный томизм был более радикален в отношении преобразования классической томистской концепции. К. Войтыла, находясь под влиянием шеллеровской интерпретации личности, заявлял, что его более всего интересует то, как личность выражает себя в действии. Будучи уверенным в том, что неотоцизму следует быть более открытым по отношению к другим философским системам, Войтыла старался дополнить неотоцистскую философию феноменологией; именно феноменологию он

считал «философией сознания», в то время как неотоцизм понимался им как философия бытия. Войтыла полагал, что Аквинат понимает человека как личность лишь в качестве объекта бытия, в результате чего томистская система не в состоянии анализировать человеческое сознание и переживания [8]. Однако Войтыла не отрицал антропологии Аквината, а только полагал нужным усовершенствовать ее путем добавления компонентов иных философских систем, прежде всего феноменологии. Неотоцизм, полагал Войтыла, не уделяет достаточно внимания области человеческих переживаний, однако феноменология не учитывает фактора человеческой духовности; синтез же этих двух направлений при изучении человеческой личности дает оптимальные результаты.

По-настоящему революционным автором среди неотоцистских философов стал немецкий католический ученый Карл Ранер. Находясь под влиянием Хайдеггера и Кьеркегора, Ранер полагал существование человека непостижимым и потому трагичным; в понимании Ранера человек сам для себя является вопросом, на который не имеет ответа. Теология, полагал Ранер, даже будучи модернизированной, не в состоянии отвечать всем запросам современности; для истинного возрождения томизму необходимо перенести акцент с догматической составляющей на живую личность. Антропология Ранера рассматривает человека как бытие, которое не имеет конечной завершенности, как нечто, способное вознестись над любым конечным объектом. Ранер выводил свою философию из приоритетного познания самого человека, поскольку именно человек помещен в центр божественных истин и трансцендентален Богу, даже будучи атеистом. Человек в антропологии Ранера является для самого себя неразрешимой загадкой, но именно эта присущая ему неспособность постичь самого себя подталкивает человека к необходимости поиска смысла своего существования и является, в конечном итоге, основой для формирования культурно-исторического пространства.

Австрийский философ Э. Корет в основу своей антропологической концепции поместил необходимое нахождение человека в культурной среде, поскольку сама сущность человека по природе своей культурна и является необходимой предпосылкой возникновения мира культуры [9]. Именно нахождение в мире является основой человеческого бытия. Человек у Корета – деятельное существо, располагающее свободой выбора и несущее за него ответственность, однако, как и многие другие неотоцисты, Корет полагал лейтмотивом деятельности человека стремление к божественному благу и созерцанию Божественного Абсолюта.

При всех различиях, прослеживаемых у неомистских философов, их объединяет желание примирить творческую и социальную активность человека с перманентным тяготением к Божественному благу как конечной цели человеческого бытия, вписать первую во второе. При этом блаженство, к которому, в понимании неомистов, должен стремиться человек, не есть абстрактное понятие: оно подразумевает под собой некоторую совершенную деятельность совершенного субъекта.

Все трансформации, происходившие с томистской философией, официально зафиксировал II Ватиканский Собор (1962-1965 гг.). Одним из ведущих идеологов Собора стал Ранер, что повлияло на общее направление работы Собора и принятую на нем Конституцию "Gaudium et Spes", где декларировался принцип не «человек для церкви», а «церковь для человека». Концепция «анонимного христианства» Ранера существенно расширяла возможности для диалога между представителями католицизма и приверженцами иных конфессий, а также атеистами. Все это делало неомизм максимально открытым по отношению к миру и, таким образом, решало те задачи, которые неомисты изначально ставили перед собой, а именно: модификацию католической догматики с целью преодоления изоляции католицизма от реалий современности.

В результате преобразований, проводимых идеологами неомизма, обновленное учение официального католицизма находило и находит все больше приверженцев. В определенной степени это обусловлено и тем, что европейская антропоцентрическая парадигма, утвердившаяся в науке со времен эпохи Возрождения, начала проявлять себя все более негативно. Гуманизм, изначально декларировавшийся европейский антропоцентризмом, на деле превратился в собственную противоположность. Происходит то, о чем говорил Д.П. Горский, формулируя закон диалектического отчуждения [10] на современном этапе развития можно наблюдать скорее дегуманизацию общества, хотя оно по-прежнему исходит из ценностей и идей, некогда заложенных европейским антропоцентризмом. В этой ситуации неомизм с его вечными ценностями, вниманием к духовному миру человеческой личности и уважением к нравственным законам становится особенно привлекательным для современного человека. Кризис современной антропологической парадигмы может привести в будущем к возвращению к традициям персонализма, в свете чего неомизм становится достаточно актуальным. Безусловно, нельзя говорить о том, что антропология неомизма займет приоритетное положение при формировании иной парадигмы, однако

она способна дать немало позитивного для нового понимания человека.

Анализируя современную социальную ситуацию, неомистские философы полагают, что проблемы современного человечества в значительной степени спровоцированы его удаленностью от Бога, хотя признают, что в нынешней ситуации невозможно возвращение к тем отношениям Бог-человек, которые были характерны для общества средневековья. Неомизм, не отказываясь от базисных принципов философии Аквината, синтезировал в себе многое из концепций философов постсредневекового времени; многие неомисты находились под влиянием философии мыслителей, далеких от католицизма, в меньшей степени, нежели под влиянием философии самого Фомы. Однако присущая христианству вера в спасение помогает неомизму избежать ощущения безнадежности, присущего многим мыслителям иных философских направлений. Неомизм - философия, которая раздвигает земные горизонты человека, позволяя ему подниматься над повседневными проблемами. Вместе с тем, понимая историческую специфику ситуации, неомизм не пытается навязывать окружающим постулаты христианской веры, ограничиваясь концепцией «анонимного христианства». Внимание к нравственным константам, открытость, нацеленность на диалог, способность гибко подстраиваться под происходящие в обществе изменения, осознание человека одной из наивысших ценностей – вот основные характеристики неомизма на современном этапе его развития.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Гуревич П.С.* Философия человека/РАН. Ин-т философии.- М., 1999. – Ч.1. – С. 15.
2. *Августин Аврелий.* Исповедь. – М., 2000. – С. 240.
3. *Ранер К.* Основание веры: введение в христианское богословие. – М., 2006. – С.6.
4. *Маритен Ж.* Знание и мудрость: религия и культура. – М., 1999. - С. 75.
5. *Маритен Ж.* Человек и государство.– М. 2000. – С.91.
6. *Жильсон Э.* Философ и теология.- М.: Гнозис, 1995. – С.127.
7. *Жильсон Э.* Избранное. Т.1 Томизм. Введение в философию св. Фомы Аквинского.- М., СПб.: Университетская книга, 1999. – С.30.
8. *Wojtyła K.* Personalizm tomistyczny // *Znak.* Warszawa, 1961. № 83. - S. 669.
9. Буржуазная философская антропология XX века: сб. ст. / АН СССР, Ин-т философии; отв. ред. Б. Т. Григорьян. - М., 1986. – С. 265-279.
10. *Горский Д.П.* Учение Маркса об обществе (критический анализ).– М., 1997. – С. 67.

*Борисов С. Н., канд. филос. наук  
Белгородский государственный институт искусств и культуры  
Римский А. В., аспирант  
Белгородский государственный национальный исследовательский университет*

### ЭКСТРЕМИЗМ: ЛОКАЛИЗАЦИИ СМЫСЛОВ

**SBorisov@bsu.edu.ru**

*В статье рассматривается проблема понятийной определенности экстремизма в пространстве пересечения правового и политического дискурсов, недостаточность которых в случае с нормированием экстремизма выявляется философией. Предпринятый анализ позволил сделать вывод о принципиальной избыточности экстремизма как объекта и явления, фиксируемого правом и политикой.*

**Ключевые слова:** экстремизм, право, политика, власть, дискурс, исключение.

В конце XX – начале XXI вв. мир столкнулся с ростом экстремизма и терроризма, оказавшись совершенно не подготовленным ни с точки зрения практической борьбы с данными социальными феноменами, ни с позиции их теоретического осмысления. И то и другое опирается на принципиальное затруднение в категоризации экстремизма целым рядом наук, от юриспруденции до философии, что представляет собой актуальную *проблему*. Наш анализ трактовок экстремизма основан на предположении о взаимодополнительности смыслов и определений экстремизма в разных дисциплинах, что определяет общую *цель* по выявлению лакун в определении смыслового поля понятия «экстремизм» на основе сравнительного анализа дискурсов об экстремизме.

Так на сегодняшний день в определении экстремизма преобладают следующие значения: в толковом словаре русского языка С.И. Ожегова и Н.Ю. Шведовой экстремизм определяется как приверженность крайним взглядам и методам (преимущественно в политике) [1, 787]. Почти также, расширительно, трактует экстремизм В.И. Красиков: «экстремизм... понимается здесь в виде любых аномальных идей и актов поведения тех людей, кто находит свой жизненный смысл в отрицании обычных норм и ценностей» [2, 6].

Правовая характеристика экстремизма и форм его проявления дана в Федеральном законе от 25 июля 2002 года №114-ФЗ «О противодействии экстремистской деятельности» с изменениями и дополнениями, внесенными в него в 2006-2007 гг.

С точки зрения закона, «экстремистская деятельность (экстремизм) – это: насильственное изменение основ конституционного строя и нарушение целостности Российской Федерации; публичное оправдание терроризма и иная террористическая деятельность; возбуждение социальной, расовой, национальной или религиозной розни; пропаганда исключительности, превосходства либо неполноценности человека по признаку его социальной, расовой, национальной, религиозной или языковой принадлежности или отношения к религии; нарушение прав, свобод и законных интересов человека и гражданина в зависимости от его социальной, расовой, национальной, религи-

озной или языковой принадлежности или отношения к религии; воспрепятствование осуществлению гражданами их избирательных прав и права на участие в референдуме или нарушение тайны голосования, соединенные с насилием либо угрозой его применения; воспрепятствование законной деятельности государственных органов, органов местного самоуправления, избирательных комиссий, общественных и религиозных объединений или иных организаций, соединенное с насилием либо угрозой его применения; пропаганда и публичное демонстрирование нацистской атрибутики или символики либо атрибутики или символики, сходных с нацистской атрибутикой или символикой до степени смешения; публичные призывы к осуществлению указанных деяний либо массовое распространение заведомо экстремистских материалов, а равно их изготовление или хранение в целях массового распространения; публичное заведомо ложное обвинение лица, замещающего государственную должность Российской Федерации или государственную должность субъекта Российской Федерации, в совершении им в период исполнения своих должностных обязанностей деяний, указанных в настоящей статье и являющихся преступлением; организация и подготовка указанных деяний, а также подстрекательство к их осуществлению; финансирование указанных деяний либо иное содействие в их организации, подготовке и осуществлении, в том числе путем предоставления учебной, полиграфической и материально-технической базы, телефонной и иных видов связи или оказания информационных услуг» [3].

Таким образом, в Законе дается в основном правовая и политическая характеристика экстремизма в совокупности определенных взглядов, действий, поступков.

Схожие трактовки существуют и в определении терроризма, что нашло отражение в Федеральном законе РФ «О борьбе с терроризмом», принятом в 1998 г., в котором терроризм определяется как «насилие или угроза его применения в отношении физических лиц или организаций, а также уничтожение (повреждение) или угроза уничтожения (повреждения) имущества и других материальных объектов, создающие опасность

гибели людей, причинение значительного имущественного ущерба либо наступления иных общественно опасных последствий, осуществляемые в целях нарушения общественной безопасности, устрашения населения, или оказания воздействия на принятие органами власти решений, выгодных террористам, или удовлетворение их неправомерных имущественных и (или) иных интересов...» [4].

В современной исследовательской литературе можно встретить разные трактовки экстремизма: как одной из форм отчуждения, и, прежде всего, отчуждения от культуры, базовых ценностей, культурных традиций; как крайних взглядов и насильственных действий; как незаконной деятельности, направленной на свержение существующего строя; как характеристики психоэмоциональных структуры человека и состояний индивида; как побочного продукта экстремального (природно-стихийного) развития ситуаций; как превышения пределов допустимого при наличии злого умысла [5].

В свою очередь определения родственных понятий террора и терроризма, возводят рассматриваемую проблему на уровень взаимодействия государства и его политических оппонентов, не рассматривая ни религиозных аспектов явления, ни современных проявлений экстремизма и терроризма, которые характеризуются надгосударственностью и не обусловлены политической борьбой, что затрудняет выявление специфики самого экстремизма как основы терроризма.

Вместе с тем отметим, что среди недостатков данного подхода можно указать, прежде всего, стремление расширительно толковать явление экстремизма, которое охватывает самые разнообразные проявления человеческой деятельности, выходящей за рамки нормативного поведения. В.И. Красиков дает именно такое определения экстремизма: «экстремизм есть действия и идеи, очевидно и решительно нарушающие нормы повседневной жизни, это обоснованные линии поведения, демонстративно конфронтующие с обычными практиками людей...» [2, 16]. А раз так, что экстремизм оказывается имманентен миру и сущности с ним связан, это некий исходный «код» жизни, его можно назвать даже инновационным, поскольку он выходит за рамки сложившихся форм. Таким образом, экстремизм с позиции такого подхода есть контркультура или культура в период становления и поиска новых форм.

Вместе с тем, существует также понятие экстремального, как выходящего за границы принятого или допустимого. И это понятие охватывает экстремальные виды спорта, в которых спортсмены выходят за границы человеческих возможностей. Но очевидно, что такое поведение не есть экстремизм. Еще один взгляд на проблему экстремизма, сфокусированный институционально и дискурсно, должен нас убедить в преобладающей

локализации высказываний об экстремизме в поле правового и политического дискурсов.

Прежде всего, совокупность высказываний образующих дискурс экстремизма касается преимущественно политико-правовой сферы. Из самой формулировки закона об экстремизме четко следует тот круг объектов, которые локализованы в данном дискурсе, а именно: конституционный строй, Российская Федерация, терроризм, социальная, расовая, национальная, религиозная рознь, права, свободы, законные интересы гражданина, избирательные права, насилие и угроза его совершения и так далее. Круг объектов может быть расширен далее, однако своеобразным родовым признаком будет являться их важность для существования государства, нации, того или иного общества в целом. В этом смысле показательно, что экстремизм это своеобразный предшественник терроризма, почти терроризм. Более всего закон акцентирует тот факт, что экстремизм связан с угрозой насилия или насилием символическим. Однако в этом моменте экстремизм более всего соприкасается с терроризмом до их неразличимости. В других дефинициях экстремизм (как например посягание на неотъемлемые права человека) сближается с иными формами преступлений, не позволяющими выявить специфику самого экстремизма.

Более интересными нам кажутся такие определения как: «возбуждение социальной, расовой, национальной или религиозной розни», а также «пропаганда исключительности, превосходства либо неполноценности человека по признаку его социальной, расовой, национальной, религиозной или языковой принадлежности или отношения к религии» [3]. Если их рассматривать в совокупности, то отчетливо видна их схожесть. Поскольку возбуждение розни и пропаганда исключительности в своей основе фундированы некой идеологией исключительности. При этом сама исключительность есть также отличие, отличие как качество, специфичность, что само по себе не ведет к экстремизму. Очевидно, что речь идет об избыточной исключительности, о такой «концентрации» отличий, которые грозят сообществу распадом или, если выражаться более конкретно, насилием. Именно поэтому экстремизм расценивается как его угроза.

Сам характер высказываний носит нормирующий характер, то есть стремится определенным образом освоить, определить указанную избыточность, что свойственно правовому или юридическому дискурсу. Е.А. Кожемякин определяет юридический дискурс как: «... исторически и культурно обусловленную речемыслительную деятельность, а также релевантную ей совокупность письменных и устных текстов, направленных на формулирование норм, правовое закрепление (легитимацию), регулирование и контроль общественных отношений» [6, 213]. Отме-

тим еще раз роль нормирования, регулирования и контроля со стороны юридического дискурса. Однако сам характер отношений с объектами, как мы уже выяснили, носит избыточный характер. Очевиден не вполне нормальный характер охватываемых явлений. Если брать крайние их проявления, как например положение закона: «насильственное изменение основ конституционного строя и нарушение целостности Российской Федерации», - то в нем экстремизм ставит «под удар», посягает на основу права как такового, легитимность. И это также противоречие, заключенное в юридическом дискурсе, но проявляющееся при столкновении с явлением экстремизма. Именно он, подобно катализатору химической реакции, выявляет внутреннюю несамодостаточность или ограниченность юридического дискурса, а именно его необходимую связь с дискурсом политическим, явлениями власти и легитимности, а также насилия.

Приведенный анализ связи юридического дискурса и дискурса правового в первом случае более инструментален, поскольку праву отводится роль проводника политической воли, реализатора его идей и установок. Вторая трактовка более метафизична, где связь права с общественным договором и конвенцией по поводу реализации индивидуальных желаний, позволяет предположить ситуацию экстремизма как выхода из этого «договора». Традиции как источник права в этом случае можно отождествлять с ритуалом, а экстремизм как нарушение этого ритуала либо же отрицание сложившейся системы ритуалов вообще.

Помимо недостаточности как необходимости обусловленности политической, в отношении экстремизма правовой дискурс зависим и в плане такой важной своей цели как описание объектов нормирования. Причем описание это должно соответствовать довольно строгим критериям. В отношении экстремизма это еще более актуально, чем по отношению к иным преступлениям, поскольку характер объектов (избыточных существенно) нуждается в привлечении различного рода экспертов.

При всей многообразности определенных экстремизма в качестве своеобразных «родовых» его атрибутов можно назвать крайний характер действия (экстремистское действие здесь смешивается с экстремальным), подлежащее *исключению*. И именно последнее, по нашему мнению, есть то особенное, что отличает экстремизм от экстрима. Именно исключение, носящее правовой характер, зафиксированное, нуждающееся в правовой определенности или связанное с ней. И вместе с тем, сама процедура правовой фиксации экстремизма также есть проблема, суть ее в неопределенности. Поскольку крайний характер взглядов или идеологии не может служить достаточным основанием, как мы уже выяснили, номинирование дей-

ствий в качестве экстремистских становится довольно проблематичным, но проявляющаяся в этом *неопределенность* может быть важной характеристикой экстремизма как явления.

Таким образом, из исходного утверждения об экстремизме можно вывести такие существенные его черты как исключение и неопределенность. Эти же понятия использует Дж. Агамбен для описания современного состояния политики в своей работе «*Nomo sacer*. Суверенная власть и голая жизнь», полагая исключение в качестве фундаментального принципа существования политики, который, впрочем, неизменно скрывается в противостоянии парных категорий внешнего и внутреннего, своих и чужих, правого и левого (политических позиций), интерес к исключению и его актуальность для современной политики по мысли Агамбена обусловлены тем, что тщательно скрываемое исключение из крайней меры становится нормой, тайный механизм политики раскрывает себя в своей последней вариации – биополитике, менеджменте биологической жизни, управлении телами в противовес политике в традиционном понимании, политике как реализации идей (в античности идеи Блага, начиная с Нового времени ценностей справедливости, свободы и равенства) [7, 16].

Такое положение есть несомненная угроза и актуализация экстремизма есть еще одно подтверждение предположений Дж. Агамбена. Экстремизм как политико-правовое явление рожден XX веком и в полной мере свойственен XXI веку. В определенном смысле избыточность «голой жизни», *bios*, жизнь биологическая есть отправная точка экстремизма. Эта избыточность была диагностирована со всей ясностью еще З. Фрейдом, но с тех пор способы обращения с ней существенно изменились. Говоря словами Ж. Делеза и Ф. Гваттари, произошел переход от принципа кодирования и территориализации этой избыточности к принципу декодирования, открытости избыточности или Желания. Это внутреннее изменение структуры поставило систему права в сложное, противоречивое положение, судя по всему и рождающее экстремизм в его двойственности неопределенности и необходимости исключения.

Среди таких сложностей стремление структуры к определенности и территориализации, выражающееся в том числе в праве как институте нормирования и стандартизации: «... Норма нуждается в усредненной, однородной ситуации. Эта нормальность на самом деле не является просто внешней предпосылкой, которую юрист может игнорировать; напротив, она имеет прямое отношение к имманентной действительности нормы. Не существует норм, применимых к хаосу. Сначала должен быть установлен порядок: только тогда правовая система имеет смысл. Необходимо создать нормальную ситуацию, и суверен – это тот, кто принимает окончательное решение, действи-

тельно ли воцарилось это состояние нормальности...» – тем самым право призвано «поглощать», кодировать избыточность «голой жизни» посредством правовых актов стандартизируя саму жизнь, но, как показывает Агамбен, фундаментом этого предприятия будет его несамодостаточность, основывающаяся на необходимости хаоса (чрезвычайного положения) для существования нормы – «Суверен посредством чрезвычайного положения «создает и гарантирует ситуацию», которая требует права для того, чтобы быть действительным» [7, 23-24].

Агамбен делает акцент на внутренней связи права и чрезвычайного положения через обращение к категории чрезвычайного положения как приостановки действия права, чрезвычайного положения как исключения. Здесь нам стоит задуматься о самом исключении и его роли в установлении права, а также о возможном приложении такого понимания исключения к проблеме экстремизма как исключаемой избыточности. Вопрос в том, не есть ли это такое же исключение, не является ли экстремизм своеобразным разоблачением права в его способности положительной дефиниции явлений, его «провалом» в пространстве чрезвычайного положения. И если это так, то можно предположить, что экстремизм новая ипостась, современное воплощение чрезвычайного положения, которое одновременно есть основа «нормального» функционирования права.

Тем самым присущая экстремизму неопределенность получает свое объяснение. Его место это граница нормы и хаоса, что действительно так если понимать под нормой преступность (включенность в правовое поле), а под хаосом терроризм (полная исключенность из правового поля и даже более того, отрицание его самого). Экстремизм здесь, в этой схеме, как бы не совсем терроризм, или недо-терроризм, но и не «обычное» преступление. Экстремизм детерриторизирован и потому трудно определим, виной чему отношения права и чрезвычайного положения, но также и избыточность.

Кроме необходимости детерриторизации есть еще необходимость приручения избыточности и здесь чрезвычайное положение или событие экстремизма не является «провалом» или бессилием контроля жизни, но другой ее формой. Исключение здесь оказывается такой формой отношения, при которой целое отторгает от себя часть, подерживая с ней отношения «исключающего включения» (формулировка Дж. Агамбена). То есть экстремизм исключается из нормы (больше чем преступление), но именно это отношение позволяет его квалифицировать, устанавливая связь между сингулярностью акта экстремизма и простым нарушением закона, которое он превращает.

Такая онтология многое объясняет в определениях экстремизма, который есть идеология и действие. Теперь можно сказать о том, что экстремизм есть и то и другое вне их связи.

Таким образом, проблема определения экстремизма выявляет ряд положений:

1. понятие экстремизма тяготеет к правовому и политическому дискурсу;
2. характер номинирования явлений в этих дискурсах в качестве экстремистских позволяет выделить такие характерные черты его аксиоматизации как исключение, неопределенность, избыточность;
3. эти черты позволяют установить параллели между экстремизмом и чрезвычайным положением как приостановкой действия права;
4. действующая в отношении экстремизма логика «исключающего включения» опирается на онтологию раздельности репрезентации и представления, «разрывающей» экстремизм на полярные феномены чистого явления (действия без репрезентации) и чистой репрезентации (без его воплощения в действие). Так во втором случае это идеологические феномены (или акты репрезентации), в первом, терроризм, как воплощение экстремизма, получающее соответствующее дискурсивное «облачение» в институциональных дискурсах.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Ожегов, С.И.* Словарь русского языка / С.И. Ожегов; Под ред. Н. Ю. Шведовой. - 18-е изд., стр. - М.: Рус. яз., 1987. - 795 с.
2. *Красиков, В.И.* Экстрим: междисциплинарное философское исследование причин, форм и паттернов экстремистского сознания. / В.И. Красиков. – М.: Водолей Publishers, 2006. – 494 с.
3. Федеральный закон №114-ФЗ от 25 июля 2002 г. «О противодействии экстремистской деятельности» // Режим доступа к изд.: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=70162>.
4. «О борьбе с терроризмом». Федеральный закон № 138-ФЗ от 25 июля 1998 г. Ст. 3/ Собрание законодательства РФ. – М., 1998.
5. *Томалинцев, В.Н., Козлов, А.А.* Введение в социальную экстремологию / В. Н. Томалинцев, А. А. Козлов; С.-Петерб. гос. ун-т, Науч.-исслед. ин-т комплекс. соц. исслед. - СПб.: Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2005.- 218с.
6. *Кожемьякин, Е.А.* Дискурсивный подход к изучению институциональной культуры: моногр. / Е.А. Кожемьякин. – Белгород: Изд-во БелГУ, 2008. – 244 с.
7. *Агамбен, Дж.* *Nomo sacer*. Суверенная власть и голая жизнь / Дж. Агамбен – М.: Издательство «Европа», 2011. – 256с.

Курганская Л. М., канд. пед. наук, доц.  
Белгородский государственный институт культуры и искусства

## СЕМЕЙНОЕ ЧТЕНИЕ: ТРАДИЦИИ И СОВРЕМЕННОСТЬ

KurganskayaL@yandex.ru

Книга – символ знаний, эстетического удовольствия. Она знакома детям с раннего детства, становится неотъемлемой частью познания мира.

Российская педагогика имеет огромный опыт в организации и развитии так называемого «семейного чтения». Четкого определения понятия «семейное чтение» нет, ввиду того, что оно как бы само собой разумеющееся явление. Семейное чтение можно определить, как целенаправленный непрерывный психолого-педагогический процесс совместного чтения детей и родителей с последующим обсуждением, анализом произведения в любых формах.

**Ключевые слова:** книга, семейное чтение, анализ произведения, эстетическое развитие, художественная литература, полноценное чтение, восприятие, духовный мир, потребности, мотивы, библиотека.

Современное общество не мыслится без компьютерных, нано технологий и без космических исследований. Тем не менее, духовные и нравственные ценности сейчас более востребованы, чем когда либо. Перед подрастающим поколением встают вечные вопросы: как различить добро и зло и что есть добро и зло, как сделать правильный выбор, найти свой путь в жизни.

В.А. Сухомлинский говорил, что искусство воспитывает культуру восприятия человека, эмоций, формирует его духовный мир, убеждения, которыми он руководствуется в течение всей жизни, и которые определяют успех или поражение в игре, называемой жизнью [3].

Огромную роль в социализации личности играют средства массовой информации и книга. Книга – символ знаний, эстетического удовольствия. Она знакома детям с раннего детства, становится неотъемлемой частью познания мира. Художественная книга связана со всеми видами искусства, составляет основу многих из них, дала жизнь таким видам искусства, как театр и кино, ее широко использует изобразительное искусство и хореография. Процесс восприятия и постижения литературного произведения квалифицированным читателем доставляет последнему эстетическое наслаждение, влияет на духовный мир личности, формирует его потребности, мотивы поведения, способствует развитию ее мыслительных процессов, расширяет кругозор человека. Неоспорима роль литературы в использовании свободного времени детей и подростков. Чтение не только обогащает духовную жизнь, оно создает ничем не заменимую разрядку: литература вводит читателя в новый мир, заставляет испытать отличное от обыденной жизни эмоциональное напряжение, позволяет отдохнуть, наслаждаясь игрой творческого воображения.

Детское чтение – педагогически направляемый процесс приобщения детей и подростков к

литературе, целью которого является воспитание любви к книге, умения правильно и глубоко понимать прочитанное, что, в конечном счете, приводит к развитию общей культуры ребенка, в том числе ее составляющей – информационной. Детским чтением руководят педагоги, обучая их элементарным навыкам чтения; библиотекари, показывая новые и интересные книги; родители, стараясь заинтересовать чтением книг.

Приобщение детей к чтению имеет несколько взаимодополняющих друг друга целей: а) овладение навыком полноценного чтения; б) развитие художественно-творческих способностей; в) воспитание интереса к чтению и книге; г) обогащение нравственного опыта, представлений о добре и зле; д) овладение речевой и коммуникативной культурой; е) воспитание эстетического отношения к действительности; ж) формирование эстетического вкуса и чувства языка и речи; з) воспитание эмоционального интеллекта.

Первыми и основными «руководителями» детского чтения являются родители, что несколько не умаляет роли школы и детских библиотек. Заботливые, грамотные взрослые, сами являясь читателями, вместе со своим ребенком всегда переживают радость общения с книгой, сопереживают героям, разделяя с ними радость узнавания и удивления, счастье и горе, связанные с их приключениями и судьбами. Именно родители должны выбирать и покупать детские книги, формируя детскую библиотеку, советовать ребенку, какую книгу надо прочитать, взять в библиотеке. Следовательно, родители обязаны оказывать наибольшее влияние на формирование круга чтения, читательских вкусов и предпочтений своих детей на ранних этапах читательского развития.

Российская педагогика имеет огромный опыт в организации и развитии так называемого «семейного чтения». Четкого определения поня-

тия «семейное чтение» нет, ввиду того, что оно как бы само собой разумеющееся явление. Тем не менее, семейное чтение можно обозначить, как целенаправленный непрерывный психолого-педагогический процесс совместного чтения детей и родителей с последующим обсуждением, анализом произведения в любых формах (пересказ, письменное сочинение, игра-инсценировка, драматизация и др.).

История возникновения такого феномена, как семейное чтение начинается в XVII веке, когда складывались первоначальные представления об обучении чтению, грамоте [2].

В XVIII веке в дворянских семьях в моду вошли семейные вечера, когда, собравшись в одной комнате, взрослые и дети устраивали «громкие читки» книг. Наиболее ярким примером огромной любви к книге является семья последнего российского императора Николая II. Н.Л. Голубева отмечает, что в последние дни перед смертью вся семья читала: родители – библию, чтобы подготовить душу к уходу в мир иной, дочери – легкий роман, чтобы отвлечься от происходящего, а цесаревич – рассматривал книги о парвозах. [1]

Л.Н.Толстой культивировал в своей семье чтение вслух. Но не только книги читали в семье писателя, а и журналы, такие как «Семейные вечера». Это способствовало доброму отношению в семье.

Не менее важным в воспитании было чтение и в семье Тургеневых. Именно совместное чтение давало возможность наблюдать родителям за духовным и эмоциональным развитием ребенка. В семье Тургеневых не просто читали, а всегда анализировали прочитанное, высказывали поправившиеся места из произведений.

В советское время выдающиеся педагоги уделяли огромное внимание семейному воспитанию. А.С. Макаренко придавал общению детей и взрослых особое значение. Книга – предмет, который объединяет в таком общении семью, это всегда серьезный повод для разговора. Даже в колонии для малолетних преступников книга была предметом поклонения, учебником жизни, врачом души.

В.А. Сухомлинский не мыслил воспитание подрастающего поколения без книги. Его ученики не толь с увлечением читали, но и сами сочиняли сказки в знаменитой «комнате сказок».

Семьи, где имеются домашние библиотеки не для престижа, или по велению моды, а для чтения, всегда в более выигрышном положении, чем те, где нет книг. Это известная педагогическая истина, аксиома. Старшее поколение выросло на культе книги. Во многих семьях были библиотечки для взрослых и детей. Дети обме-

нивались книгами для прочтения, устраивали мини концерты, спектакли по прочитанным произведениям.

Сейчас у семьи имеются большие возможности для создания библиотеки. Издается много серий книг для подростков и юношества. Они хорошо иллюстрированы и сравнительно недороги. Тем не менее, многие родители не считают важнейшей необходимостью создавать собственную библиотеку. Этому есть и объективные причины: финансово-экономические – бедность, неудовлетворительные жилищные условия, проблемы со здоровьем.

Как одну из составляющих системы воспитания государство выделяет чтение. На наш взгляд, такое радикальное изменение взглядов на чтение вполне уместно и своевременно. В современном обществе в социализации ребенка усиливается роль средств массовой информации. Появились такие понятия, как «визуальная культура», «видеокультура», «электронная культура». Уходит на второй план книга. Даже студенты, обучающиеся по таким специальностям, которые напрямую связаны с детским чтением (учителя начальных классов, библиотекари), не являются активными читателями. Это, конечно, недопустимо.

Чтение относится к общенациональным проблемам, от него зависит духовное здоровье и будущее всей нации, поэтому библиотеки возложили на себя большой труд по организации и пропаганде семейного чтения: организуют совместные с детьми и родителями мероприятия, проводятся беседы с родителями и др. Однако ничто не может заменить собственно семейное чтение. Этот вид деятельности должен стать приоритетным в каждой семье. Для этого необходимо, чтобы соблюдались такие условия, как:

- обязательное совместное чтение детей и родителей;
- школа должна признать тот факт, что чтение – это не только средство учения, но и удовольствие;
- читающий школьник должен стать примером для подражания;
- семейное чтение должно поддерживаться и поощряться школой, библиотекой, обществом.

Но для выполнения этих условий родителей необходимо научить семейному чтению. К сожалению, таких учебников нет. Значит школа и библиотека должны стать школой семейного чтения для родителей.

Во-первых, необходимо научить взрослых выбирать книги для детей с учетом возрастных и индивидуальных потребностей, жизненного опыта. Это довольно трудная задача. Но есть

одно непреложное правило: книга, которую читает взрослый ребенку, должна быть интересна самому взрослому. Если она увлекательна, написана простым, доступным языком, хорошо иллюстрирована, то такая книга не может не понравиться.

Во-вторых, родители должны усвоить, что чтение ради чтения не даст ожидаемых результатов, поэтому необходимо обязательно обсуждать прочитанные произведения. Обсуждая с ребенком поступки героев и ситуации, описанные в книге, уважительно относясь к его мнению, обучая его формулировать свои мысли и высказывать свою точку зрения, родители построят доверительные отношения со своим ребенком. Более того, необходимо соотносить прочитанное с действительностью, привести аналогичные примеры из жизни, выяснить, почему возникла такая ситуация, как она (или поступок героя) отразилась на судьбе других персонажей (людей).

В-третьих, для того, чтобы заинтересовать ребенка произведением, нужно остановить чтение на самом интересном месте, придумав причину, по которой остановлено чтение; остановить чтение, если ребенок устал слушать.

В-четвертых, необходимо постепенно включать в чтение самого ребенка, попросив его

прочитать абзац или несколько строк, почитать бабушке, дедушке, младшему ребенку.

Это далеко не полный перечень приемов приобщения к чтению в кругу семьи. Однако эти рекомендации помогут начать такое чтение, и постепенно оно превратится в настоящую семейную традицию.

Читать книги можно в любом месте: в гостиной, спальне, в саду, парке, читальном зале библиотеки. Главное, чтобы чтение было в радость и стало личностным качеством всей семьи.

Таким образом, семейное чтение обладает уникальными способностями создать уют и взаимопонимание в семье, является мощным стимулом развития личности ребенка. Сегодня возникла насущная необходимость теоретически обосновать этот феномен и разработать технологию семейного чтения.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Голубева, Н.Л. Семейное чтение в детской библиотеке/Н.Л. Голубева. – М., 2006
2. Иванова, Г.А. Библиотека и семья: традиции читательского развития детей/Г.А. Иванова // Школьная библиотека. – 2009, №4-5.
3. Сухомлинский, В.А. О воспитании / В.А. Сухомлинский. – М., 1979.

Исаев И. К., канд. техн. наук, доц.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

#### МЕРА ДВИЖЕНИЯ

ptdm-bgtu@yandex.ru

*Приращение количества движения пропорционально силе, действующей в направлении движения. Приращение кинетической энергии по скорости пропорционально количеству движения, угловая скорость изменения направления движения пропорциональна нормальной силе, приложенной к точке, и обратно пропорциональна количеству движения. Мерой инерции является интегральная величина – количество движения, от которой зависит как энергоёмкость процесса изменения движения по скорости на прямой линии, так и угловая скорость изменения направления движения во времени.*

**Ключевые слова:** Инерция, мера, количество, движение, направление, импульс.

Закон инерции, установленный Галилео Галилеем: материальная точка сохраняет состояние покоя или равномерного и прямолинейного движения до тех пор, пока действия других тел не изменят это состояние, характеризует стремление тела сохранить приобретенное им ранее движение – как по величине, так и по направлению, то есть способность двигаться по инерции; описывает характер движения свободной материальной точки в инерциальной системе отсчета.

Векторной мерой движения принят вектор точки (системы)  $\vec{Q} = m\vec{V}$ , именуемый в механике количеством движения. Он характеризуется модулем, равным произведению массы точки  $m$  на модуль скорости ее движения  $V$  и направлением, совпадающим с направлением вектора скорости. Скалярной мерой движения является кинетическая энергия.

Скорость изменения количества движения точки во времени  $t$  пропорциональна приложенной к ней силе

$$\vec{P} = d(m\vec{V}) / dt \quad (1)$$

и выражает теорему об изменении количества движения материальной точки в дифференциальной форме: производная по времени от количества движения материальной точки геометрически равна равнодействующей сил, приложенных к этой точке [1].

При изложении теоремы уравнение (1) интегрируют в пределах, соответствующих моментам времени  $t_1$  и  $t_2$  [1, с.457]:

$$\int_{V_1}^{V_2} d(m\vec{V}) = \int_{t_1}^{t_2} \vec{P} dt$$

Считая, что правая часть этого равенства представляет собой импульс  $\vec{S}$  силы  $\vec{P}$  за промежуток времени  $t_2 - t_1$

$$m\vec{V}_2 - m\vec{V}_1 = \vec{S}, \text{ или } m\vec{V}_2 = m\vec{V}_1 + \vec{S},$$

то утверждают, что «вектор  $m\vec{V}_2$  можно разделить диагонально параллелограмма, построенного на векторах  $m\vec{V}_1$  и  $\vec{S}$ ».

Следует отметить, что интегрирование векторов в такой форме невозможно, а приведенная из учебника интегральная форма не соответствует действительности, так как:

- Силы не могут складываться одновременно и как скорости, и как ускорения.

- Сила создает потенциал движения, но не само движение. Для того чтобы изменить движение, ее действие должно осуществляться во времени, в движении; ее действие зависит от угла между действием силы и направлением движения. Изменение  $m\vec{V}$  не всегда ведет к изменению кинетической энергии  $T$ ; это происходит только при изменении  $\vec{V}$  по величине, а не по направлению.

Количество движения и импульс силы являются разными сущностями и в общем виде векторами складываться не могут. Решим задачу когда материальная точка имеет  $m\vec{V}$ . Перпендикулярно к скорости приложим  $\vec{P}_n = const$ , которая создаст нормальное ускорение  $\vec{a}_n = \vec{P}_n / m = V_n^2 / R = \omega^2 R = \omega V$ . Дуга окружности, которую пройдет точка за время  $t$  будет равна  $\alpha R = Vt$ . Тогда с учетом того, что  $P_n = mV^2 / R$ ,  $t = \alpha R / V$  получаем

$$F_n = m\omega V, \text{ или } P_n t = \frac{\alpha R}{V} \cdot \frac{mV^2}{R} = \alpha(mV),$$

откуда

$$\omega = \frac{F_n}{(mV)}, \text{ или } \alpha = \frac{P_n t}{mV},$$

где  $\alpha$  - угол поворота вектора  $\vec{Q}$  за время  $t$ .

При этом модуль количества движения не изменится, но изменится направление движения точки, направление количества движения на угол  $\alpha$ . Скорость поворота (потенциал поворо-

та) будет определяться соотношением силы и количества движения, а не только массы точки, и в явном виде не зависит от кинематических параметров движения, но для конкретных условий эти параметры можно определить. При повороте на угол  $\pi$  необходимо, чтобы  $P_n t = \pi m V$ , что противоречит данным, приведенных Яблонским [1, с.458].

Поскольку абсолютная производная скорости по времени равна сумме относительной производной этого вектора в подвижной системе координат и векторного произведения угловой скорости подвижной системы на вектор скорости (естественный способ задания движения материальной точки), то

$$d\vec{V}/dt = \vec{d}\vec{V}/dt + \vec{\omega} \times \vec{V},$$

А основным уравнением, при условии постоянства массы, будет выражение (1) в виде

$$\vec{P} = m(\vec{d}\vec{V}/dt + \vec{\omega} \times \vec{V}) \quad (2)$$

или, окончательно, разделив  $\vec{P}$  на составляющие:  $\vec{P}_\tau = P \cos \beta$  - направленной по направлению скорости;  $\vec{P}_n = P \sin \beta$ , направленной перпендикулярно к вектору скорости (по главной нормали); где  $\beta$  - угол между вектором скорости и вектором силы.

Получаем окончательно

$$(\vec{P}_\tau + \vec{P}_n) = m\vec{d}\vec{V}/dt + m(\vec{\omega} \times \vec{V}),$$

или разделив составляющие

$$\begin{cases} \vec{P}_\tau = m\vec{d}\vec{V}/dt \\ \vec{P}_n = m(\vec{\omega} \times \vec{V}) \end{cases} \quad (3)$$

Дифференциальная форма первого векторного уравнения системы характеризует скорость изменения количества движения во времени в направлении движения, а сам закон аналогичен второму закону Ньютона, и тождественен ему, если движение прямолинейное; второго – только скорость изменения вектора по направлению, а вместе – направление и величину количества движения, меру способности двигаться равномерно и прямолинейно – меру инерции.

$\vec{P}_\tau t$  из-за ее однонаправленности действия с направлением движения, с  $m\vec{V}$  могут складываться векторно.  $\vec{P}_n t$  изменяет только направление вектора  $m\vec{V}$ , оставляя  $|mV| = const$ .

В любом случае сила, действующая на тело, должна быть пропорциональна создаваемому ей ускорению – это необходимое условие изменения, как количества движения, так и направления движения:  $P_\tau = ma$  - по модулю в направлении движения;  $P_n = m\omega V = mV^2/R$  - по из-

менению направления движения. Действительно ли инерция требует такого соотношения между силой и ускорением (скоростью изменения скорости)? Для ответа на этот вопрос требуется ввести понятие инерционной силы или силы инерции  $\vec{P}_i = -m\vec{a}_i$ . Тогда складывая идентичные сущности  $\vec{P}_i + \vec{P} = 0$ , или  $\vec{P}_i = -\vec{P}$ , а тело сопротивляется изменению прямолинейного и равномерного движения с силой  $\vec{P}_i = -m\vec{a}$ , пропорциональной скорости изменения скорости движения и направлена в противоположную этому направлению изменения; при этом изменяется или направление движения тела, или количество движения, или совместно, но на одинаковую величину в любой инерциальной системе.

Пример применения уравнения инерции

1. Изменение количества движения инерции.

Общий вид при условии  $\vec{P}_\tau = m\vec{d}\vec{V}/dt$ . Интегрируя, получаем  $\vec{P}_\tau t = mV + c_v$ ; которая при  $t=0$ ;  $c_v = -mV_0$ .

$$\text{Итак } mV = mV_0 + P_\tau t$$

2. Поворот вектора инерции.

Поскольку  $\vec{P}_n = m(\vec{\omega} \times \vec{V})$ , получим  $\omega V = P_n/m$ , или  $\omega = \frac{P_n}{mV}$ .

Угол поворота определяем следующим образом, приняв  $\omega dt = d\alpha$ .

$$\alpha = \int_0^t d\alpha = \int_0^t \frac{P_n dt}{mV} + c_\alpha,$$

или окончательно угол поворота направления

$$\text{инерции равен } \alpha = \int_0^t \frac{P_n}{mV} dt + c_\alpha.$$

$$\text{Если } P_n \text{ и } V_0 \text{ постоянны, то } \Delta\alpha = \frac{P_n \Delta t}{mV_0},$$

что и имели ранее при рассмотрении движения точки по окружности.

$\vec{V}_0$  - имеет историю, несет в себе прошлое.

Без наличия  $\vec{V}_0$  закон инерции превращается в закон Ньютона.

Для того, чтобы изменить направление движения тела массой  $m$  двумя способами:

1. «затормозить – разогнать» необходимо приложить  $(\vec{P}_\tau t) = m\vec{V}_1 - (-m\vec{V}_1) = 2mV_1$ .

2. повернуть на угол  $\pi$ , не изменяя  $mV$  по величине (не тормозя)  $(P_n t) = \pi mV$ .

Таким образом, «повернуть» вектор сложнее, чем «затормозить-разогнать» в  $\frac{P_n t}{P_\tau t} = 1,57$  раза

$P_n$ , как нормальная сила, не совершает работу.

$P_\tau$  - совершает работу.

Но если для создания силы требуется затратить энергию (например, двигателем), то выводы будут противоположными.

Для определения взаимосвязи между  $m\vec{V}$  и  $mV^2/2$  изложим выражение (1) в виде

$$P = d(mV)/dt = mVdV/dl$$

или

$$Pdl/dV = mV = dA/dV,$$

где  $dl$  – приращение пути.

Уравнение можно рассматривать как отношение приращения работы, затраченной на изменение движения, к приращению скорости движущегося тела и равно количеству движения (импульсу) материальной точки в данное время, формально не зависящее от времени воздействия. Чем больше количество движения точки (Q), тем больше требуется энергии для изменения скорости движения точки на единицу. С другой стороны  $dT/dV = d(mV^2)/dV = mV$ . Но энергия является скалярной величиной и не зависит от направления движения, в отличие от  $m\vec{V}$ . Поэтому  $Pdl/dV = mV = Q = dT/dV$  можно рассматривать как скорость изменения кинетической энергии при изменении скорости движения

точки на единицу; как или энергонасыщенность, или энергоёмкость процесса изменения количества движения или передачи движения на движущееся тело, при изменении ее скорости на единицу. Мощность передачи можно определить как  $N = mVdV/dt = Qa$ , то есть она определяется количеством движения и ускорением точки.

Инерция имеет смысл только в движении и (как смотреть) две стороны: или количественно как меру наличия движения, или, как говорил Ф.Энгельс, «отрицательное выражение неуничтожимости движения».

Мерой инертности тела, свойства создавать силу сопротивления изменению движения во времени, определять скорость изменения скорости в прямолинейном движении является масса тела.

Мерой инерции, мерой способности двигаться равномерно и прямолинейно, является интегральная величина  $m\vec{V}$  - количество движения, от которой зависит как энергоёмкость процесса изменения движения по скорости на прямой линии, так и скорость изменения направления вектора  $m\vec{V}$  во времени.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Яблонский А.А., Никифорова В.М., Курс теоретической механики. Учебник для техн. вузов. – 7-е изд. стереотипное. – Серия «Учебники для вузов. Специальная литература.» - СПб.: Издательство «Лань», 1999. – 768с.



Пронькин А. В., канд. филос. наук, соискатель  
Белгородский государственный университет

## АБСТРАКЦИОНИЗМ В ИЗОБРАЗИТЕЛЬНОМ ИСКУССТВЕ, ЕГО ЭВОЛЮЦИЯ И ВЛИЯНИЕ НА КУЛЬТУРУ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА

Fenix500560@yandex.ru

Автором рассматривается абстракционизм в изобразительном искусстве как явление, присущее всем культурам человечества. Это позволило пересмотреть его генезис и эволюцию от первобытного абстрактного искусства до современности, по-новому определить понятие «абстракционизм». В статье показано, что абстрактное искусство – явление не только лишь «конца 19 – начала 20 веков», как это понимает современная наука, а глобальное во временном пространстве. Такое понимание абстрактного искусства дало возможность выявить в его развитии сначала синтетический этап, а затем – явление аналитического абстракционизма (неоабстракционизма), определившего эстетику культуры XX века.

**Ключевые слова:** первобытное абстрактное искусство, генезис, эволюция, орнамент, цивилизация, синтетический, аналитический, монокулярный, авангардный, неоабстракционизм, направление, течения в искусстве, эстетика.

Новое время, в котором мы живем, и новая Россия востребовали новых взглядов на искусство и культуру общества. Неоабстрактное искусство (авторское определение), открытое В.В. Кандинским в 1910 г. и запрещенное тоталитарными режимами, вновь вызывает интерес у общества. И наша новая Школа Конкретного искусствования, которая возникла в Белгороде под руководством искусствоведа, д-ра философских наук, профессора Н.И. Шевченко, исследовала феномен абстракционизма в изобразительном искусстве с материалистических и диалектических позиций. Это позволило по-новому взглянуть и на феномен абстракционизма, и на генезис, эволюцию изобразительной культуры и искусства, пересмотреть терминологию искусства, дать четкие, научные определения понятиям искусства.

В науке преобладали и преобладают различные трактовки абстракционизма, взгляды на абстрактное искусство, от положительных, до откровенно негативных. Так, основоположник направления неоабстракционизма В. Кандинский, его последователи в течениях: П. Мондриан, К. Малевич и др. не только открывали новые пути в искусстве и создавали новую эстетику XX века, но и пытались философски обосновать его основы и значение для общества. Так и Кандинский, и Малевич говорили «...о преобразующей духовно миссии неоабстрактного искусства, а П. Мондриан считал, что «мир наших чувственных впечатлений есть источник постоянного страдания», мечтал не только освободить через абстрактное искусство мир от страдания, но через технику и коллективную организацию общества привести его к гармонии и совершенству» [1].

Религиозные эстеты (Н. Бердяев, П. Флоренский, И. Ильин и пр.), по сути, отвергали неоабстракционизм со всем авангардом XIX – XX вв., деля искусство на «высокое искусство» (классическое искусство) и «искусство абсурда», «искусство толпы». Ильин пугал читателей заискусством бездуховности в искусстве: «И вот черный ураган идет над миром, он отучит вас хихикать и рычать, он отучит вас совсем и от смеха, и от удовольствия...» [2]. В.В. Кандинский иначе понимал значение и назначение неоабстрактного искусства: «И путем этой новой способности, которая будет стоять в знаке Духа, родится наслаждение абстрактным – абсолютным искусством» [3].

Советские искусствоведы, отвергая все искусство авангарда, неоабстрактное искусство считали «буржуазным», враждебным советскому народу. В. Кеменов писал: «Глубоко реакционная роль абстракционизма, его растлевающее влияние состоит в том, что, уничтожая образы, он отрывает художника от реальной действительности... Абстракционизм, поэтому есть и уничтожение художника, и уничтожение искусства» [4]. Развитие неоабстрактного искусства в СССР и прочих тоталитарных странах было остановлено.

Но в современной философии, искусствоведении, культурологии феномен абстрактного искусства понимается неполно, ограниченно, метафизически, «...в форме ярлыка, привешенного к искусству лишь XX века...» [1]. Поскольку «оценить науку с достаточной объективностью мы можем по тому, насколько строго определены понятия, образующие ее систему» [5] (курсив автора статьи), мы обратились к определениям понятия «абстракционизм», су-

ществующим в современной науке.

В «Толковом словаре русского языка» С.И. Ожегова и Н.Ю. Шведовой этот феномен понимается как явление XX века: «Абстракционизм – в изобразительном искусстве XX века (1 замечание): направление, последователи которого изображают реальный (2 замечание) мир как сочетание отвлеченных форм или цветовых пятен» [6].

Замечание 1. Абстрактное искусство в виде орнамента, узора существовало во все времена от Первобытного общества: «Чистая абсолютная абстракция в искусстве возникла не в XX веке. Абстрактные темы орнаментов – зигзаг, меандр, лабиринт и другие орнаментальные рисунки – существовали во всех культурах и во все эпохи» [7].

Замечание 2. Абстрактное искусство изображает не «реальный мир», а беспредметный мир абстракций, о чем говорят и В. Кандинский, и прочие теоретики абстракционизма.

Возможно, более научное определение в Большой Российской Энциклопедии: «Абстракционизм – (от лат. abstractus – отвлеченный) направление в искусстве 20 века (1 замечание), заменившее изображение зримой реальности (2 замечание) системой чисто формальных элементов (линия, плоскость, цветовые пятна)» [8].

Замечание 1. То же самое, опять «направление в искусстве 20 века».

Замечание 2. «Зримой реальностью» являются и доразумная абстрактность (абстрактные изображения на листьях, цветах, животных) и сами «формальные элементы».

Именно эта, выделенная нашей новой Школой Конкретного искусствования Доразумная абстрактность, существующая зримо и реально в природе, стала образцом для первобытного художника. Причем, мы выделяем несколько эволюционных типов доразумной абстрактности: а) геологическая абстрактность (цвет, пятна, линии, и пр. на сколах и др. поверхности геологических образований, минералов); б) растительная абстрактность (цвет, пятна, линии, узор, орнамент на листьях и цветах растений); в) животная абстрактность (цвет, пятна, линии, узор, орнамент на коже, перьях, волосаном покрове животных).

И если образцом и содержанием для реализма является предмет, то для беспредметного абстракционизма образцом для подражания становится доразумная, природная абстрактность, данная ему в «зримой реальности». Уже синантроп, познавая мир (гноснологический аспект) и изготавливая орудия труда, осваивает способность к абстрагированию. Артефакты

подтверждают, что уже «...в период синантропа (500 тыс. лет до н.э.) вместе с изготовлением орудий труда (абстрактной скульптуры) и речевыми абстракциями возникли изобразительные абстракции. И это был генезис изобразительной культуры...» [9] с ее первичными абстрактными изображениями – Первоэлементарными: Точкой, Линией и Фигурой.

Изобразительное искусство, генезис и эволюция которого «...начинался около 300 тыс. лет до н.э., в культуре неандертальца...» [1] с «...первобытного абстрактного искусства (определение В.И. Пронькина)» [1], являлось также следствием гносеологического и производственного прогресса. Изобретение копия способствовало выделению более способных и успешных личностей в среде охотников. В это же время, по исследованиям историков и палеонтологов, в неандертальском обществе возник матриархат. И это, наряду с активной ролью женщин в обществе, «определяло ее высокое общественное положение» [10], дающее женщине статус социальной личности. И этот статус личности среди мужчин и женщин давал возможность выбора и права на лучшую часть добычи, на лучших половых партнеров.

Для привлечения внимания полового партнера неандертальцы, наблюдая это среди птиц, животных, начинают украшать лицо и тело разными абстракциями, нанося их изготовленными красками, мелками: «Так в мустьерских слоях пещеры Ля Феррасси найдены куски красной и желтой минеральной краски, охры-коровика... Среди них встречаются охряные «карандаши», еще более наглядное свидетельство, что охрой пользовались как красящим веществом, вероятно раскрашивали собственное тело... Там же и в пещере Ле Мустье

Пейрони нашел обломки трубчатых костей животных с резными поперечными линиями, составляющими узор, древнейший из тех, что нам известны» [11] (курсив А.В. Пронькина).

Современное искусствоведение начинает генезис искусства с реалистических изображений животных в пещерах Франции, Испании: «...самые древние из... памятников изобразительного искусства – датируются ориньяко-солотрейским временем, отделенным от нас тридцатью-сорока тысячами лет... это вполне реалистические изображения... представляется совершенно невероятным... чтобы ему не предшествовал какой-то подготовительный период, памятники которого просто не сохранились» [12] (курсив А.В. Пронькина).

А наша Школа Конкретного искусствования видит и «памятники» и «подготовительный период» в искусстве первобытного аб-

стракционизма: «Генезис и эволюция первобытного абстрактного искусства (определение В.И. Пронькина) начинался около 300 тыс. лет до н.э., в культуре неандертальца...» [1]. Ведь вместе с функцией украшения изображения приобретают эстетическую функцию, становятся искусством.

Кроме двух функций в абстракционизме у синантропа, гносеологической и информационной, искусство неандертальца приобретает новые функции: а) половая; б) эстетическая; в) социальная; г) мистическая. К тому же, в искусстве возникают новые художественные формы: композиция, узор, орнамент.

Абстрактное искусство Древних Цивилизаций, возникших вместе с появлением государства, городов с ремесленниками и разделением труда, религий, классов, получает новые, определенные цивилизациями функции: а) религиозную; б) классовую. Абстрактное искусство и его традиционные художественные формы «...существовали во всех культурах и во все эпохи» [7], видоизменяясь и эволюционируя. Характер этих изменений определяли как гносеологический аспект, развитие производства, так и вся культура обществ, стран. Так, в мусульманских странах абстрактное искусство являлось основным, там был «...запрет на реалистические изображения животных и человека» [1].

И, исходя из вышесказанного, мы предлагаем авторское определение понятия *глобального абстрактного искусства*: «Абстрактное искусство – общее название направлений и течений в искусстве *всех времен*, содержанием которого являются изображения в виде линий, точек, пятен цвета, геометрических фигур и пространственных беспредметных форм».

Как форма общего познания, абстрактное искусство развивалось «от простого – к сложному». Этот период в его эволюции мы определяем как «синтетический»: «Синтетический абстракционизм – совокупность различных форм и видов *монокулярного абстрактного искусства*, эволюционно развивавшегося от *генезиса до неоабстракционизма* В. Кандинского» (определение и курсив В.И.Пронькина) [1].

Развитие познания и средств производства приводит к переходу от ремесленного производства к *машинному*. Появляются мануфактуры, затем – заводы, фабрики. Машинизация производства потребовала более простых, удобных для изготовления художественных форм. *Аналитическое* (определение В.И. Пронькина) авангардное искусство XIX – XX вв. создает эту *эстетику машинного производства*. Особенность аналитического искусства – выделение

какой-либо стороны, грани: мазок, цвет, экспрессия, свобода цветотворчества и т.д.

Неоабстрактное искусство, открытое В.В. Кандинским, являлось тоже аналитическим абстракционизмом, исследуя его грани в течениях (неопластицизм, супрематизм, ташизм и пр.) и в импрессирах: соединении абстракционизма и реализма (кубоабстракционизм, дада-абстракционизм и пр.). Эстетика этих течений и импрессирий распространилась на архитектуру и дизайн, стала основой производства демократических стран Запада. В тоталитарных странах (СССР, Германия, Китай и т.д.) запрет неоабстрактного искусства привел к застою и отставанию в эстетике, в способности товаров к конкуренции: «СССР и страны «социализма», уничтожившие абстрактное искусство, были «уничтожены» абстракционизмом» [1]. И это, наряду с другими факторами подтверждает значимость абстрактного искусства, как одного из определяющих моментов формирования, развития культуры человечества.

Нами исследован еще один феномен в искусстве: явление *монокулярных* и *бинокулярных изображений* в аспекте оптики и физиологии. Выявлено: *монокулярные* изображения 1-го глаза (2-мерные абстракции, силуэт, контур) являются *плоскостными*. 3-хмерные *монокулярные* изображения (аксонометрические, *перспективные*) – тоже *плоскостные*, дают иллюзию 3-хмерности, но не визуального пространства. Лишь «...*бинокулярные изображения*, получаемые в зрительном центре человека и животных, при соединении 2-х *монокулярных* образов правого и левого глаза, дают *пространственный визуальный стереообраз*...» [1].

Технические аналоги моноизображений (монофото, монокино и монотелевидение) подтверждают это. Только стереофото, стереокино и пр. (формат 3 D) дают иллюзию визуального пространства. На основании всех этих фактов мы можем сделать вывод: процесс эволюции монокулярного искусства, начавшийся с *монокулярно-плоскостного абстракционизма* завершился в 70-х гг. XX века *концептуализмом*, импрессией монокулярного абстрактного искусства с монокулярной фотографией и монокулярным телевидением.

На смену плоскостному *монокулярному* искусству, «...идет Новый авангард, Конкретное *бинокулярное* искусство, которое «...не только теоретически обосновано, но и получило практическое подтверждение в *6-ти направлениях и 12 течениях*...» [9], идет *бинокулярное стереофото*, *стереокино* и *стереотелевидение* (3-D формат).

Период, наступивший после завершения эволюции монокулярного искусства, стал, по вине искусствоведов Старой школы, периодом *застоя* «постмодернизма»: «Модернистский период прошел, *открытий больше не будет*. Наступил постмодернизм» [13]. Но можно ли остановить развитие познания? Разве не глупо заявлять: в науке «*открытий больше не будет*»? Искусство – часть познания мира человеком в его особой – эстетической, художественной форме. В неоабстракционизме К. Малевич попытался объявить конец искусства («Черный квадрат»), но вся дальнейшая эволюция неоабстрактного искусства опровергло эту декларацию. М. Гельман, «запретивший» авангард, по сути, повторил ошибку К. Малевича.

Наш Новый авангард, Конкретное бинокулярное искусство, эволюционировал с Конкретного бинокулярного абстракционизма, с его течений и его импрессирий. И он, как все новаторское, авангардное искусство, в своей теории, картинах создает *эстетику* для производства будущего, для всей культуры будущих веков. И вместо старого *машинного* производства уже в грядущем XXI веке начнется новая эпоха *нано-технологий*. А вместо плоских чертежей для *нано-технологий* потребуется пространственная визуальная *матрица* – *бинокулярный* образ создаваемого объекта, вещи. Их производство будет проводиться новым способом: посредством *бино-нано-технологий*.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шевченко, Н.И. Пронькин, В.И. Пронькин, А.В. Авангардизм и абстракционизм – бунт или развитие? Генезис, эволюция и будущее искусства от древности до Нового авангарда XXI в. [Текст] / Н.И. Шевченко, В.И. Пронькин, А.В. Пронькин. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2008. – 191 с.
2. Ильин, И.А. Что такое искусство? / Одинокий художник. Статьи, речи, лекции. [Текст] – М.: Искусство, 1993. – 348 с.
3. Кандинский, В.В. Ступени. / Точка и линия на плоскости. [Текст] / С.Даниэль, Е. Козина; Пер. с нем. Е. Козиной. – СПб.: Азбука-классика, 2005. – 240 с. – ISBN 5-352-00717-0.
4. Кеменов, В.С. Против абстракционизма: В спорах о реализме. – Л.: Художник, 1963. – 156 с.
5. Вейнгольд, Ю.Ю. Мечта и стремление к высшему, лучшему. [Текст] / Ю.Ю. Вейнгольд. // Духовное возрождение: сб. науч. статей. – Белгород: Изд. БГТУ, 2008. – Вып.27. – С. 47 – 50.

6. Ожегов, С.И., Шведова, Н.Ю. Толковый словарь русского языка. [Текст] / Н.Ю. Шведова. / Российская АН.; Российский фонд культуры; – 2-е изд., испр. и доп. – М.: АЗЪ, 1995. – 928 с. – ISBN 5-85632-008-8.

7. Имвриотис, Я. Абстрактное искусство. [Текст] / Я. Имвриотис // Вопросы философии. – 1960. – С. 73 – 83.

8. Крюкова, В.А. Абстракционизм. // БРЭ. – М., 2005. – Т. 1. – С. 42 – 43.

9. Пронькин В.И. Авангардизм и модернизм с позиций Новой школы Конкретного искусствования. [Текст] / В.И. Пронькин // Актуальные вопросы развития отечественного изобразительного искусства в провинции: сб. мат. конф. / Управление культуры Белгородской обл., Белгородский гос. художественный музей. – Белгород: Изд-во ООО «ЛитКараВан», 2011. – С. 193 – 200.

10. Всемирная история [Текст]: В 10 т. / Под ред. Францева Ю.П. – М.: ГИПЛ, 1955. – Т.1. – 748 с.

11. Окладников А.П. Утро искусства. [Текст] / А.П. Окладников. – Л.: Искусство, 1967. – 135 с.

12. Шерстобитов, В.Ф. У истоков искусства. [Текст] / В.Ф. Шерстобитов. – М.: Искусство, 1971. – 198 с.

13. Гельман, М. Искусство будущего. – Режим доступа:

<http://www.vaulin.net/info.htm?id=16>.

## НАШИ АВТОРЫ

**Строкова Валерия Валерьевна**

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра строительного материаловедения, изделий и конструкций, секция «НСМ».

Тел.: (4722) 55-87-85; e-mail: strokova@intbel.ru

**Буравчук Нина Ивановна**

Адрес: Россия, 344090, г. Ростов-на-Дону, пр. Стачки 200/1, НИИ «Механики и прикладной математики» имени И.И. Воровича, Южного федерального университета.

Тел.: (863) 297-52-24; e-mail: dovz-ig@yandex.ru

**Лесовик Валерий Станиславович**

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра строительного материаловедения, изделий и конструкций.

Тел.: (4722) 55-82-01; e-mail: naukavs@mail.ru

**Байдин Олег Владимирович**

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра городского строительства и хозяйства

E-mail: Oleg.v31@yandex.ru

**Меркулов Сергей Иванович**

Адрес: Россия, 305000, г. Курск, ул. Радищева, 33. Курский государственный университет, кафедра ПГС.

E-mail: mersi.dom@yandex.ru

**Юрьев Александр Гаврилович**

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра сопротивления материалов и строительной механики.

E-mail: vestnik@intbel.ru

**Романенко Игорь Иванович**

Россия, 440028, г. Пенза, ул. Германа Титова 28. Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, кафедра «МиАП».

E-mail: rom1959@yandex.ru.

**Алфимова Наталия Ивановна**

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра строительного материаловедения, изделий и конструкций.

Тел.: (4722) 55-82-01; e-mail: alfimovan@mail.ru

**Королев Евгений Валерьевич**

Адрес: Россия, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26. Московский государственный строительный университет, научно-образовательный центр по направлению «нанотехнологии».

E-mail: korolev@nocsnt.ru

**Рассоха Алексей Николаевич**

Украина, 61002 г. Харьков, ул. Фрунзе 21, Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», факультет интегрированных технологий и химической техники.

E-mail: rassan@kpi.kharkov.ua

**Назаров Вячеслав Иванович**

Адрес: Россия, 105066, г. Москва, Старая Басманная ул., дом 21/4 московской государственной машиностроительный университет, кафедра Юнеско «Техника экологически чистых производств».

E-mail: nazarov\_vi41@mail.ru

**Шкарин Андрей Васильевич**

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра строительного материаловедения, изделий и конструкций.

E-mail: ShKaann@mail.ru

**Довженко Илья Георгиевич**

Адрес: Россия, 346428, Ростовская обл., г. Новочеркасск, ул. Просвещения, 132 Южно-Российского государственного технического университета (Новочеркасского политехнического института), кафедра «Промышленный дизайн и эргономика»

E-mail: dovz-ig@yandex.ru

**Нужный Сергей Николаевич**

Адрес: Россия, 309516 Белгородская область, г. Старый Оскол, микрорайон Макаренко д. 42. Старооскольский технологический институт (филиал) НИТУ «МИСиС».

E-mail: serg.nuzhnyi@yandex.ru

**Першина Ирина Леонидовна**

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедры архитектурных конструкций.

E-mail: irina.pershina@mail.ru

**Клюев Сергей Васильевич**

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра сопротивления материалов и строительной механики.

E-mail: Klyuyev@yandex.ru

**Богданов Василий Степанович**

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра механического оборудования.

Тел.: (4722) 55-06-02; e-mail: v.s\_bogdanov@mail.ru

**Несмеянов Николай Петрович**

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра механического оборудования.

Тел.: (4722) 30-99-39; e-mail: nesmeynov@mail.ru

**Шрубченко Иван Васильевич**

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра технологии машиностроения.

E-mail: shrubens@yandex.ru

**Шницын Алексей Викентьевич**

Адрес: Россия, 308023, г. Белгород, ул. Садовая, д. 116а, Белгородский университет потребительской кооперации, кафедра финансов и кредита.

Тел.: (4722) 26-52-65; e-mail: Market\_div@mail.ru

**Слабинская Ирина Александровна**

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедры бухгалтерского учета и аудита.

Тел.: (4722) 54-96-10; e-mail: slabinskaja@intbel.ru

**Алехина Елена Сергеевна**

Адрес: Россия, 308023, г. Белгород, ул. Садовая, д. 116а. Белгородский университет кооперации, экономики и права, кафедра «Финансы и кредит».

E-mail: alehina51@list.ru

**Резниченко Александр Алексеевич**

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра теории и методологии науки

E-mail: reznichenko\_alek@mail.ru

**Курило Ольга Александровна**

Адрес: 308000, г. Белгород, ул. Преображенская, 64. Белгородского филиала МЭСИ, кафедра прикладной информатики, отдел поддержки и мониторинга электронного обучения.

E-mail: okurilo@mesir.ru

**Яблонская Анна Евгеньевна**

Адрес: 308023, г. Белгород, ул. Садовая, д. 116а. Белгородский университет кооперации, экономики и права, кафедра «Финансы и кредит».

E-mail: ann\_yabl@list.ru

**Абакумов Роман Григорьевич**

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра экспертизы и управления недвижимостью.

E-mail: infobelinvest@mail.ru

**Гетманцев Александр Александрович**

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра экономики и организации производства.

E-mail: Nesmor@yandex.ru

**Баскакова Алина Александровна**

Адрес: Россия, 191002, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Марата, д.27 Санкт-Петербургский государственный инженерно-экономический университет, кафедра логистики и организации перевозок.

E-mail: sopdet23@gmail.com

**Селиверстов Юрий Иванович**

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра финансового менеджмента.

E-mail: ROGOVA@intbel.ru

**Рыбакова Марина Владимировна**

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедры технологии цемента и композиционных материалов.

E-mail: marina-rybakova@yandex.ru

**Чичварин Александр Валерьевич**

Адрес: Россия, 309500, Белгородская обл., г. Старый Оскол, кмп. Макаренко 40. Старооскольский технологический институт (филиал) ФГОУ ВПО НИТУ «МИСиС», кафедра химии.

E-mail: ach82@mail.ru

**Лебедев Леонид Леонидович**

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра неорганической химии.

Тел.: (4722) 54-96-04; e-mail: kafnx@intbel.ru

**Павленко Вячеслав Иванович**

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра неорганической химии.

Тел.: (4722) 54-96-04; e-mail: kafnx@intbel.ru

**Ломаченко Дмитрий Владиславович**

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра прикладной химии.

E-mail: dsubway1@yandex.ru

**Радоуцкий Владимир Юрьевич**

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра защиты в чрезвычайных ситуациях.

Тел.: (4722) 30-99-86; e-mail: zchs@intbel.ru

**Аверкова Ольга Александровна**

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра прикладной математики

E-mail: olga\_19572004@mail.ru

**Свергузова Светлана Васильевна**

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра промышленной экологии.

Тел.: (4722) 55-47-96; e-mail: pe@intbel.ru

**Старостина Ирина Викторовна**

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра промышленной экологии.

E-mail: starostinairinav@yandex.ru

**Брюхань Андрей Федорович**

Адрес: Россия, 141001, Московская обл., г. Щелково, ул. Фабричная, 1. ООО «ГрафПроектСтройИзыскания»

E-mail: pvvv@mail.ru

**Федосенко Наталья Игоревна**

Адрес: Россия, 353900 Краснодарский край, г. Новороссийск, ул. Мысхакское шоссе 75, а, Новороссийский филиал Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова.

E-mail: fedoseenko\_natal@mail.ru

**Калитина Елена Геннадьевна**

Адрес: Россия, 690022, г. Владивосток, Приморский край, проспект 100 лет Владивостоку д. 159, Геологический институт ДВО РАН Лаборатория океанического литогенеза и рудообразования.

E-mail: microbiol@mail.ru

**Богданович Светлана Васильевна**

050012, Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Шевченко, 97. Казахская академия транспорта и коммуникаций им. М. Тынышпаева, кафедра «Организация движения транспорта»

E-mail: s.v.bogdanovich@mail.ru

**Белоусов Александр Владимирович**

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова,

E-mail: ntk@intbel.ru

**Стоцкий Владислав Владимирович**

Адрес: Россия, 308001 г. Белгород ул. Преображенская 42. Филиал ОАО «МРСК Центра» - Белгородэнерго.

E-mail: Stotskiy.VV@mrsk-1.ru

**Николаенко Дарья Александровна**

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.

E-mail: gubina\_da@mail.ru

**Крикунов Евгений Олегович**

308033, г. Белгород, ул. Королева, д. 7. Белгородский государственный институт искусств и культуры, кафедра библиотекосведения, библиографоведения и книговедения

E-mail: k\_e\_o@mail.ru

**Реутов Николай Николаевич**

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.

E-mail: nic0301@rambler.ru

**Северин Николай Николаевич**

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра защиты в чрезвычайных ситуациях.

Тел.: (4722) 30-99-86; e-mail: zchs@intbel.ru

**Полуянов Валерий Петрович**

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра защиты в чрезвычайных ситуациях.

Тел.: 8(4722) 54-58-11; e-mail: zchs@intbel.ru

**Шаповалова Татьяна Алексеевна**

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, бухгалтерского учета и аудита.

E-mail: atyana.sharoval@mail.ru

**Богатырева Елена Викторовна**

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедры теории и методологии науки.

E-mail: elebogatyrev@yandex.ru

**Борисов Сергей Николаевич**

Адрес: Россия, 308033, г. Белгород, ул. Королева, 7. Белгородский государственный институт искусств и культуры, кафедра философии и социальных наук.

E-mail: SBorisov@bsu.edu.ru

**Курганская Людмила Михайловна**

Адрес: Россия, 308033, г. Белгород, ул. Королева, д. 7. Белгородский государственный институт искусств и культуры, кафедра библиотекосведения, библиографоведения и книговедения.

E-mail: kurganskayal@yandex.ru

**Исаев Иван Кузьмич**

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра подъемно-транспортных и дорожных машин.

E-mail: ptdm-bgtu@yandex.ru

**Пронькин Андрей Владимирович**

Адрес: Россия, 308024 г. Белгород, ул. Мокроусова 3-а. МБОУ лицей № 10.

E-mail: Fenix500560@yandex.ru

Научное издание

**«Вестник БГТУ имени В.Г. Шухова»  
№ 4, 2012 г.**

Научно-теоретический журнал

**Ответственный за выпуск Н.И. Алфимова  
Компьютерная верстка Н.И. Алфимова  
Дизайн обложки В.Б. Бабаев**

**Учредитель журнала** – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего и профессионального образования «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова» (БГТУ им. В.Г. Шухова)

Журнал зарегистрирован Министерством РФ по делам печати, телерадиовещания и средств массовой информации ПИ №ФС77-26533

Сдано в набор 1.09.12. Подписано в печать 01.10.12 Формат 60×84/8

Усл. печ. л. 30,75 Уч.-изд. л. 28,60

Тираж 1000 экз. Заказ 390. Цена договорная.

Все публикуемые материалы представлены в авторской редакции.

Адрес редакции: г. Белгород, ул. Костюкова, 46, оф. 204 Лк.

Номер сверстан в редакции научно-теоретического журнала

«Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова».

Отпечатано в РИЦ БГТУ им. В.Г. Шухова