

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**

**№ 5, 2014 год**

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

Ph. D., доц. Ата Эль-Карим Шозаб Солиман;  
академик РААСН, д-р техн. наук, проф. Баженов Ю.М.;  
академик РААСН, д-р техн. наук, проф. Бондаренко В.М.;  
д-р техн. наук, проф. Богданов В.С.; д-р техн. наук, проф. Борисов И.Н.;  
д-р экон. наук, проф. Глаголев С.Н.; д-р техн. наук, проф. Гридчин А.М.;  
д-р экон. наук, проф. Дорошенко Ю.А.; д-р техн. наук, проф. Евстратов А.А.;  
проф. Людвиг Хорст-Михаэль; дир. Кендрик Уайт;  
член-корреспондент РААСН, д-р техн. наук, проф. Лесовик В.С.;  
д-р, проф. Мещерин В.С.; д-р техн. наук, проф. Павленко В.И.;  
д-р Павлович Ненад; д-р техн. наук, проф. Патрик Э. И.;  
д-р техн. наук, проф. Пивинский Ю.Е.; д-р техн. наук, проф. Рубанов В.Г.;  
Ph. D., доц. Соболев К.Г.; д-р Стрилецко-Ристов Анна; н. с. Фишер Ханс-Бертрам;  
д-р техн. наук, проф. Шаповалов Н.А.; д-р экон. наук, проф. Чижова Е.Н.

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, 2014

## СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

Логанина В. И., Кислицына С. Н., Арискин М. В., Карпова О. В., Садовникова М. А. ОЦЕНКА ТРЕЩИНОСТОЙКОСТИ ОТДЕЛОЧНОГО СЛОЯ НА ОСНОВЕ СУХОЙ СТРОИТЕЛЬНОЙ СМЕСИ С ПРИМЕНЕНИЕМ СИНТЕЗИРОВАННЫХ АЛЮМОСИЛИКАТОВ	7
Перькова М. В., Крушельницкая Е. И. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ГАРМОНИЗАЦИИ ЛАНДШАФТНО-РЕКРЕАЦИОННОЙ СРЕДЫ ОБЪЕКТОВ ОТДЫХА И ТУРИЗМА	11
Клименко В. Г., Павленко В. И., Гасанов С. К. ВЛИЯНИЕ pH ЖИДКОСТИ ЗАТВЕРЖДЕНИЯ НА ПРОЧНОСТНЫЕ СВОЙСТВА ГИПСОВЫХ ВЯЖУЩИХ	16
Бессмертный В. С., Пучка О. В., Кеменов С. А., Бондаренко Н. И., Табит Салим Аль - Азаб ПЛАЗМОХИМИЧЕСКАЯ МОДИФИКАЦИЯ СТЕНОВЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ОТХОДАМИ СТЕКЛОБОЯ И ОТХОДАМИ ОБОГАЩЕНИЯ ЖЕЛЕЗИСТЫХ КВАРЦИТОВ КМА	21
Лесовик В. С., Загородник Л. Х., Шамшуров А. В., Беликов Д. А. КОМПОЗИЦИОННОЕ ВЯЖУЩЕЕ НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСНОГО ОРГАНОМИНЕРАЛЬНОГО МОДИФИКАТОРА ДЛЯ СУХИХ РЕМОНТНЫХ СМЕСЕЙ	25
Минко В. А., Семенов А. С., Гунько И. В., Елистратова Ю. В. ВЛИЯНИЕ ОТЛОЖЕНИЙ НА РАБОЧИХ ПОВЕРХНОСТЯХ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ НА ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМЫ	32
Логанина В. И., Жегера К. В. ВЛИЯНИЕ СИНТЕЗИРУЕМЫХ АЛЮМОСИЛИКАТОВ НА СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЕ ЦЕМЕНТНЫХ СУХИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ СМЕСЕЙ	36
Даниленко Е. П., Порошенко А. А. КАДАСТРОВЫЕ РАБОТЫ В СТРУКТУРЕ РАБОТ ПО МЕЖЕВАНИЮ ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ	41
Большаков А. Г., Лоншаков Д. А. ПОВЫШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО БЛАГОПОЛУЧИЯ РАЙОНА В БЕЛГОРОДЕ ПУТЕМ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ООПТ В ОКРУЖЕНИИ ЗАСТРОЙКИ В ПАРК С ПРИРОДООХРАННЫМИ ФУНКЦИЯМИ	47
Володченко А. А., Лесовик В. С., Чхин Сованн СТЕНОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ НЕТРАДИЦИОННОГО СЫРЬЯ	53
Рахимбаев Ш. М., Половнева А. В. ВЛИЯНИЕ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ НА СВОЙСТВА МЕЛКОЗЕРИСТОГО БЕТОНА	58
Серых И. Р., Дегтярь А. Н., Наумов А. Е. ЭФФЕКТ ПРИМЕНЕНИЯ СТАЛЕБЕТОННЫХ КОЛОНН	63
Толстой А. Д., Лесовик В. С., Ковалева И. А. ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫЕ ВЫСОКОПРОЧНЫЕ ДЕКОРАТИВНЫЕ КОМПОЗИЦИИ	67
Огурцова Ю. Н., Строкова В. В., Бодман Л. Н., Ищенко А. В., Лабузова М. В. ВЛИЯНИЕ СОСТАВА МЕЛКОЗЕРНИСТОГО БЕТОНА НА СТЕПЕНЬ ПРОПИТКИ МАТРИЦЫ СОДЕРЖИМЫМ ГРАНУЛИРОВАННОГО НАНОСТРУКТУРИРУЮЩЕГО ЗАПОЛНИТЕЛЯ	70
Коломацкая С. А. ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПРОЦЕССОВ ГИДРАТАЦИИ ВЯЖУЩИХ В ТЕХНОЛОГИИ АВТОКЛАВНОГО ЯЧЕИСТОГО БЕТОНА	74
Трунов П. В. К ВОПРОСУ О ПОВЫШЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОМПОЗИЦИОННЫХ ВЯЖУЩИХ	79
Лесовик В. С., Дегтев Ю. В. ВЯЖУЩИЕ ДЛЯ МАЛЫХ АРХИТЕКТУРНЫХ ФОРМ ИЗ САМОУПЛОТНЯЮЩИХСЯ БЕТОНОВ	85

## МЕХАНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И МАШИНОСТРОЕНИЕ

Вялых С. В., Воронов В. П., Семикопенко И. А. ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСЛОВИЯ ПРОХОЖДЕНИЯ ЧАСТИЦЕЙ МАТЕРИАЛА МЕЖДУРЯДНОГО ПРОСТРАНСТВА ДЕЗИНТЕГРАТОРА	91
Мирошник М. А., Котух В. Г., Пахомов Ю. В. ИССЛЕДОВАНИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕПЛОВЫХ ПОТОКОВ ПРИ ИМПУЛЬСНОЙ ЛАЗЕРНОЙ СВАРКЕ КОРПУСОВ ДАТЧИКОВ ДЛЯ ГАЗОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ И ТРУБОПРОВОДНЫХ СИСТЕМ	96
Романович А. А., Глаголев Е. С., Бабаевский А. Н. ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ВЯЖУЩИХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ	102
Щербинина О. А., Щербинин И. А., Уваров В. А. ВЫЧИСЛЕНИЕ РАДИАЛЬНОЙ КОМПОНЕНТЫ ВЕКТОРА СКОРОСТИ ВЯЗКОГО МАТЕРИАЛА В РОТОРНО-ПУЛЬСАЦИОННОЙ УСТАНОВКЕ	106
Федоренко М. А., Бондаренко Ю. А., Санина Т. М., Маркова О. В. СПОСОБ УСТАНОВКИ ОБЖИГОВОЙ ПЕЧИ ИЛИ СУШИЛЬНЫХ БАРАБАНОВ НА ОСЬ ВРАЩЕНИЯ	110
Семикопенко И. А., Воронов В. П., Смирнов Д. В. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ВЯЗКОЙ СРЕДЫ В ПАТРУБКЕ ВОЗВРАТА ДЕЗИНТЕГРАТОРА	113
Глаголев С. Н., Севостьянов В. С., Гридчин А. М., Трубаев П. А., Севостьянов М. В., Филатов В. И., Кошуков А. В. ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ЭКСТРУДИРОВАНИЯ И СУШКИ ТЕХНОГЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ	118

## ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЯМИ

Кравченко Л. Н., Шевченко М. В. КРЕДИТОВАНИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ МАЛОГО БИЗНЕСА: ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ РЕШЕНИЯ	124
Гетманцев А. А., Рудычев А. А., Никитина Е. А., Лычев А. Ю. ПРОБЛЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ МОДЕЛИ ОЦЕНКИ ИННОВАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА КАК ФАКТОРА ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ АППАРАТА ТЕОРИИ НЕЧЕТКИХ МНОЖЕСТВ	129
Прядко С. Н., Усманов Д. И. АНАЛИЗ РЕГИОНАЛЬНЫХ ФАКТОРОВ РЫНОЧНОГО ТРАНСФЕРА РЕЗУЛЬТАТОВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	133
Букавцова Н. А. СИСТЕМА ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОДДЕРЖКИ И РЕГИОНАЛЬНАЯ НАПРАВЛЕННОСТЬ МАЛОГО БИЗНЕСА: ОРИЕНТИР НА СТРУКТУРЫ ЛОКАЛЬНОГО СПРОСА	140
Гостяева Ю. Ю., Шегинина Е. Д. СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ СРЕДА ПРИНЯТИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ	144
Денисенко Т. Н. РАЗВИТИЕ ИННОВАЦИОННОЙ СФЕРЫ РЕГИОНА КАК НЕОБХОДИМОЕ УСЛОВИЕ ЭФФЕКТИВНОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ И МЕХАНИЗМ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ АПК (НА ПРИМЕРЕ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ)	147
Никулина Е. В., Чистникова И. В., Орлова А. В. ИССЛЕДОВАНИЕ БЮДЖЕТНО-НАЛОГОВОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РЕГИОНА	152
Растворцева С. Н., Ченцова А. С., Усманов Д. И. ОБЗОР ИССЛЕДОВАНИЙ ВЛИЯНИЯ МЕЖДУНАРОДНЫХ ИНТЕГРАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ НА СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ НЕРАВЕНСТВО РЕГИОНОВ	156

## ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

<b>Куприева О. В.</b> ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ ТЕРМИЧЕСКОЙ ДИССОЦИАЦИИ ГИДРИДА ТИТАНА	161
<b>Злобин И. А., Zysk Karl-Heinrich, Борисов И. Н., Мандрикова О. С.</b> ВЛИЯНИЕ ВИДА ПРИМЕНЯЕМОГО ПОМОЛЬНОГО АГРЕГАТА НА ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПРОДУКТА	164
<b>Яндачек П., Ковач М., Онищук В. И., Зозуля Ю. Г., Костенко С. Е.</b> МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ СТЕКЛОВАРЕННЫХ ПЕЧЕЙ	169
<b>Будник О. А., Свидерский В. А., Берладир К. В., Будник А. Ф., Руденко П.В.</b> ВЛИЯНИЕ МЕХАНИЧЕСКОЙ АКТИВАЦИИ ПОЛИТЕТРАФТОРЭТИЛЕНОВОЙ МАТРИЦЫ НА ЕЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА	176

## ЭКОЛОГИЯ

<b>Свергузова С. В., Лупандина Н. С.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПРИРОДНОГО МЕЛА ЛИВЕНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ	180
<b>Кушев Л. А., Суслов Д. Ю.</b> РАСЧЕТ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОГАЗОВОЙ УСТАНОВКИ С БАРБОТАЖНЫМ РЕАКТОРОМ	183
<b>Спирин М. Н., Свергузова С. В.</b> ОЧИСТКА МАСЛОСОДЕРЖАЩИХ СТОЧНЫХ ВОД ОТХОДАМИ ПРОИЗВОДСТВА САХАРА	187

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ

<b>Васюткина Д. И., Ветрова Ю. В.</b> АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КОМПЛЕКСНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ	192
<b>Ломакин В. В., Лифиренко М. В., Михелев М. В.</b> ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА ПОДДЕРЖКИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ НАРУЖНЫМ	196
<b>Янчуковский В. Н., Сосинская С. С., Козловский А. С., Челибанов В. П.</b> ДВУХУРОВНЕВЫЙ КЛАСТЕРНЫЙ АНАЛИЗ В СРЕДЕ MATLAB С ПРИМЕНЕНИЕМ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ	201
<b>Радоуцкий В. Ю., Шапгала В. Г., Ветрова Ю. В.</b> МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМ КОМПЛЕКСНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ	206
<b>Загороднюк Л. Х., Окунева Г. Л.</b> АНАЛИЗ КАЧЕСТВА СМЕШЕНИЯ СУХИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ СМЕСЕЙ В РАЗЛИЧНЫХ СМЕСИТЕЛЬНЫХ АППАРАТАХ СТАТИСТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ	209

## ПРОБЛЕМЫ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ

<b>Егоров Д. Е., Радоуцкий В. Ю., Кутергин Н. Б.</b> СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ В ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНОГО ПРОФИЛЯ В ТЕХНИЧЕСКИХ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ	215
<b>Ковалёва Е. Г., Нестерова Н. В.</b> СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ РИСКОВ В УЧРЕЖДЕНИЯХ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ	220
<b>Харьковская Е. В., Заманова И. Ф., Тугаева Г. Н., Лор В. А.</b> УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ КОМПЕТЕНТНОСТНОГО ПОДХОДА ПО ФОРМИРОВАНИЮ СОЦИАЛЬНО-ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ АДАПТАЦИИ СТУДЕНТОВ ВУЗА	224

<b>Даньшева С. О.</b> ОРГАНИЗАЦИЯ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В СИСТЕМЕ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ МОБИЛЬНОСТИ БУДУЩЕГО ИНЖЕНЕРА	228
<b>Ключникова Н. В., Денисова Л. В., Генов И.</b> МОДУЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРЕПОДАВАНИЯ ХИМИИ	232

## ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

<b>Калениченко О. Н.</b> К ПРОБЛЕМЕ СОЦИАЛЬНО-КУЛЬТУРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ПИСАТЕЛЕЙ, РАБОТАЮЩИХ В ЖАНРЕ ФЭНТЕЗИ	235
<b>Андреева С. М., Малышева Н. А.</b> ИННОВАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	238
<b>Верник А. Г.</b> ОБЩЕСТВЕННОЕ ТЕЛЕВИДЕНИЕ РОССИИ КАК ПРИМЕР НЕЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНТЕРНЕТ-АУДИТОРИИ (ВКЛЮЧАЯ АНАЛИЗ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КАНАЛА НА ВИДЕОХОСТИНГЕ YOUTUBE)	243
<b>Зиннатуллина Г. Х.</b> РОЛЬ АНТРОПОНИМОВ В СТРУКТУРЕ ХУДОЖЕСТВЕННОГО ТЕКСТА	247
<b>Фатиева Е. А.</b> МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ТУРИСТСКО-РЕКРЕАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА	250
<b>Ярмош Т.С., Михина О.В.</b> СОЦИОКУЛЬТУРНЫЕ ПРИНЦИПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЖИЛОЙ СРЕДЫ	254

<b>НАШИ АВТОРЫ</b>	259
--------------------	-----

# СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

Логанина В. И., д-р техн. наук, проф.,  
Кислицына С. Н., канд. техн. наук, доц.,  
Арискин М. В., канд. техн. наук, доц.,  
Карпова О. В., канд. техн. наук, доц.,  
Садовникова М. А., аспирант.

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

## ОЦЕНКА ТРЕЩИНОСТОЙКОСТИ ОТДЕЛОЧНОГО СЛОЯ НА ОСНОВЕ СУХОЙ СТРОИТЕЛЬНОЙ СМЕСИ С ПРИМЕНЕНИЕМ СИНТЕЗИРОВАННЫХ АЛМОСИЛИКАТОВ

adikaevka\_01@mail.ru

Приведены сведения о напряженном состоянии отделочного слоя от действия температуры в различных климатических зонах. Установлено, что напряжения по простираению отделочного слоя распределены неравномерно. Показано, что максимальные температурные растягивающие напряжения возникают в концевой зоне в апреле месяце.

**Ключевые слова:** синтезированные алюмосиликаты, отделочный слой, конструктивное решение, температурные напряжения.

Проведенные ранее исследования подтвердили эффективность введения в рецептуру известковых отделочных составов синтезированных алюмосиликатов [1, 2]. Разработана рецептура отделочных известковых сухих строительных смесей, включающая известь, кварцевый песок определенной фракции, синтезированные алюмосиликаты, пластификатор, редиспергирующий порошок [3].

В данной работе приведены сведения о напряженном состоянии отделочного покрытия на основе предлагаемых известковых составов от температурного воздействия. Для этого был проведен теплотехнический расчет ограждающей конструкции, конструктивное решение которой приведено на рис. 1. Для расчетов были выбраны по карте климатического районирования (СНиП 23-01-99) города, находящиеся в различных климатических условиях и зонах влажности: г. г. Москва, Краснодар, Новосибирск [4, 5].

В качестве теплоизоляционного слоя в работе приняты плиты из пенополистирола плотностью  $\rho=40 \text{ кг/м}^3$  и коэффициентом теплопроводности  $0,05 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$ . При расчете оптимальная температура воздуха внутри помещений жилых и общественных зданий для холодного периода года составляла  $t_{\text{int}} = (20+2) \text{ °C}$ , а относительная влажность воздуха  $\varphi_{\text{int}} = (55+5) \%$ . Был выполнен расчет распределения температуры по сечению ограждающей конструкции. С учетом полученных значений температуры был выполнен расчет

температурных напряжений, возникающих в отделочном слое толщиной 20 мм, с помощью программного модуля SCAD Office. Значения коэффициентов линейного температурного расширения КЛТР составляли для отделочного слоя КЛТР=8,6·10<sup>-6</sup>, для пенополистирола КЛТР=7,0·10<sup>-6</sup>. Модуль упругости для отделочного слоя составлял  $E=40 \text{ МПа}$ , для пенополистирола –  $E=55 \text{ МПа}$ . Расчет выполнен для протяженности отделочного слоя 1100 мм.

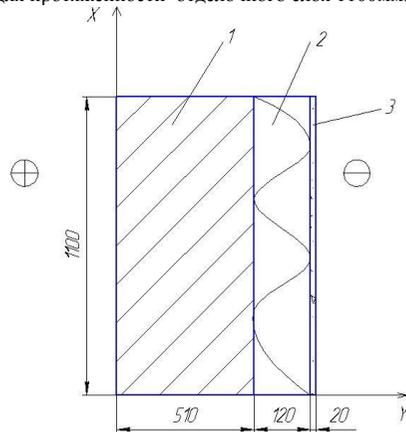


Рис. 1. Конструктивное решение стены:  
1 – кирпичная кладка из сплошного кирпича силикатного (ГОСТ 379) на цементно-песчаном растворе,  $\rho=1800 \text{ кг/м}^3$ ; 2 – утеплитель; 3 – декоративный отделочный слой.

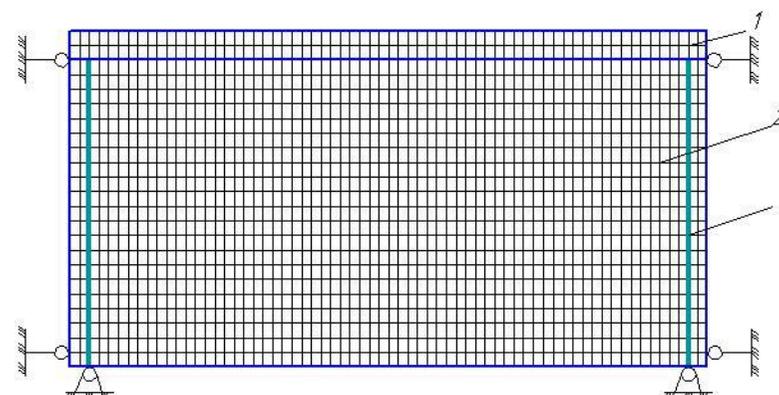


Рис. 2. Расчетная схема:

1 – декоративный отделочный слой; 2 – утеплитель; 3 – анкера

На рис. 3 приведено распределение напряжений по протяженности отделочного и теплоизоляционного слоя. Установлена неравномерность распределения напряжений по толщине и простираению отделочного слоя. Максимальные напряжения в отделочном слое, составляющие 0,101-0,1098 МПа, наблюдаются в зоне расположения анкеров.

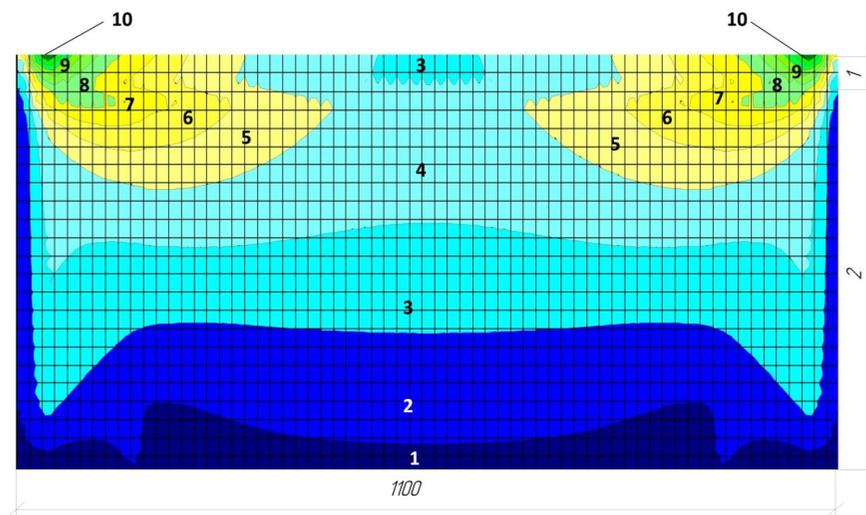


Рис. 3. Концентрация напряжений по оси X:

1 – декоративный отделочный слой; 2 – пенополистирол.

1 – (-0,0133) – (-0,0042); 2 – 0,0042-0,013; 3 – 0,013-0,0218; 4 – 0,0218-0,0306;  
5 – 0,0306-0,0394;

6 – 0,0394-0,0482; 7 – 0,0482-0,057; 8 – 0,057-0,0658; 9 – 0,0658-0,101; 10 – 0,101-0,1098.

На рис. 4 приведено распределение напряжений по оси X в апреле месяце по протяженности контакта отделочного слоя с теплоизоляционным слоем. Максимальные напряжения наблюдаются на длине 500 мм (зона

анкеров) и составляют для г. Краснодар  $\sigma_x = 0,0385 \text{ МПа}$ , г. Москвы  $\sigma_x = 0,0503 \text{ МПа}$ , г. Новосибирска  $\sigma_x = 0,061 \text{ МПа}$ .

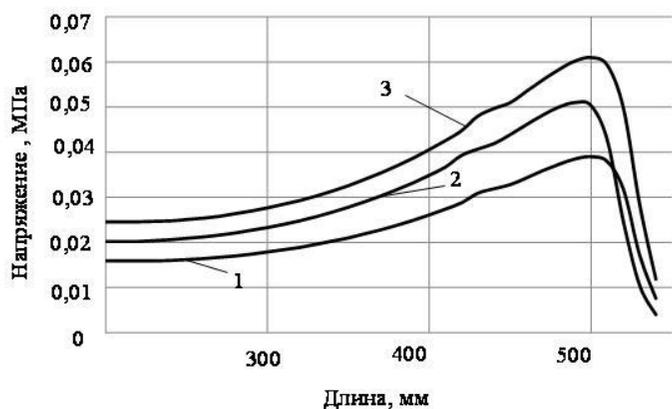


Рис. 4. Зависимость растягивающих напряжений  $\sigma_x$  от протяженности контакта в апреле:  
1 – г. Краснодар; 2 – г. Москва; 3 – г. Новосибирск

На рис. 5 показано распределение термических касательных напряжений по протяженности контакта отделочного слоя. Установлены низкие значения касательных напряжений в зоне контакта, максимальные значения которых характерны для анкерной зоны и составляют для условий г. Краснодара  $\sigma_{xy} = 0,0125$  МПа, г. Москвы  $\sigma_{xy} = 0,0098$  МПа, г. Новосибирска  $\sigma_{xy} = 0,0152$  МПа.

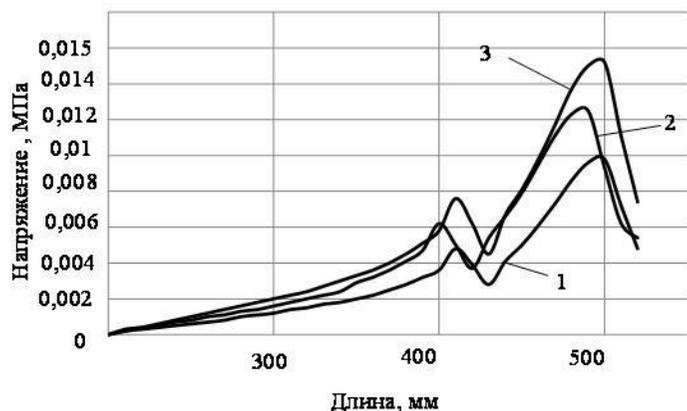


Рис. 5. Зависимость касательных напряжений  $\sigma_{xy}$  от протяженности контакта отделочного слоя в апреле:  
1 – г. Краснодар; 2 – г. Москва; 3 – г. Новосибирск

На рис. 6. приведены значения растягивающих напряжений в течение года для различных климатических зон. Выявлено, что максимальные напряжения по оси X в зоне контакта отделочного слоя с основанием характерны для апреля месяца и составляют для г. Краснодар  $\sigma_x = 0,0394$  МПа, г. Москвы  $\sigma_x = 0,0511$  МПа, г. Новосибирска  $\sigma_x = 0,0627$  МПа.

Максимальные напряжения по оси  $\sigma_y$  в зоне контакта отделочного слоя с основанием

характерны для апреля месяца и составляют для г. Краснодар  $\sigma_y = 0,0098$  МПа, г. Москвы  $\sigma_y = 0,0125$  МПа, г. Новосибирска  $\sigma_y = 0,0151$  МПа (рис. 7)

Полученные значения растягивающих напряжений и напряжений на отрыв сравнились со значениями когезионной и адгезионной прочности, составляющими соответственно  $R_{ког} = 0,45$  МПа и  $R_{адг} = 0,3$  МПа.

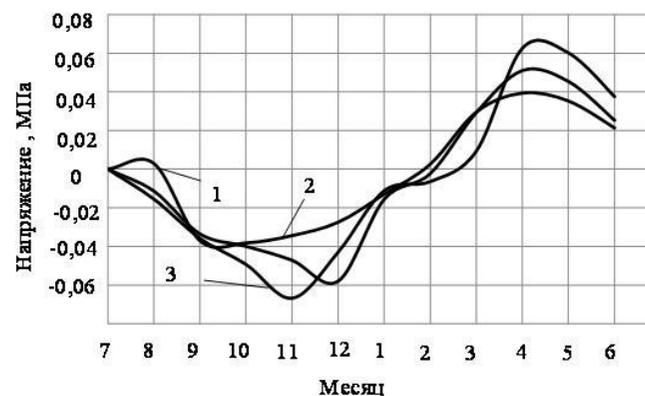


Рис. 6. Изменение растягивающих напряжений  $\sigma_x$  в течение года:  
1 – г. Краснодар, 2 – г. Москва, 3 – г. Новосибирск

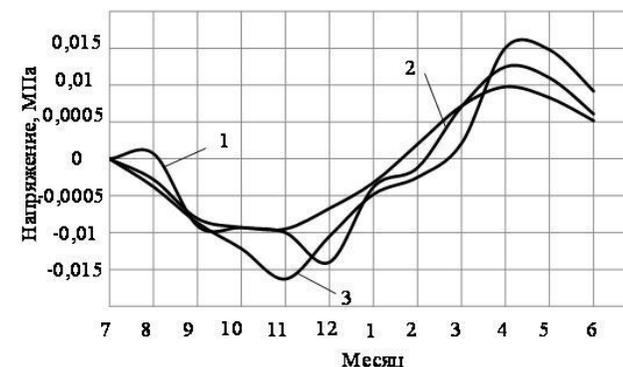


Рис. 7. Изменение напряжений на отрыв  $\sigma_y$ :  
1 – г. Краснодар, 2 – г. Москва, 3 – г. Новосибирск

Представленные результаты позволяют сделать вывод о том, что покрытия на основе разработанных составов с применением синтезированных алумосиликатов являются трещиностойкими.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Логанина В.И. Реологические свойства композиционного известкового вяжущего с применением синтетических цеолитов / В.И. Логанина, С.Н. Кислицына, Л.В. Макарова, М.А. Садовникова // Известия ВУЗов. Строительство.- 2012. №3. С. 37-42
2. Логанина В.И. Effect On Structure Of Synthetic Zeolite Lime Composites/ В.И. Логанина, С.Н. Кислицына, М.А. Садовникова// European Science and Technology: materials of the

Vinternationalreaserch and practice conference, Germany, 2013. pp. 429-432

3. Логанина В.И. Известковые отделочные составы с применением синтезированных алумосиликатов / В.И. Логанина, С.Н. Кислицына, И.В. Жерновский, М.А. Садовникова // Вестник БГТУ им. Шухова. 2014. №2. С.55-57.

4. Фокин К.Ф. Строительная теплотехника ограждающих частей зданий. /Под ред. Ю.А. Табунщикова, В.Г. Гагарина. 5-е изд., пересмотр. М.: АВОК-ПРЕСС, 2006. 256 с.

5. Строительные нормы и правила: СНиП 23-01-99, Строительная климатология: нормативно-технический материал – Москва: 1999 – 109с.

Перькова М. В., канд. арх., проф.,  
Крушельницкая Е. И., асс.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ГАРМОНИЗАЦИИ ЛАНДШАФТНО-РЕКРЕАЦИОННОЙ СРЕДЫ ОБЪЕКТОВ ОТДЫХА И ТУРИЗМА

perkova.margo@mail.ru

*В статье рассматриваются проблемы гармонизации взаимоотношений человека и природы, особенности применения приемов геопластики при проектировании объектов отдыха и туризма как способ формирования ландшафтно-рекреационной среды. Проанализированы базовые природные ресурсы территории поселений Белгородской области в целях развития системы туристско-рекреационных объектов.*

**Ключевые слова:** региональные системы расселения, ландшафтно-рекреационная среда, геопластика, объекты отдыха и туризма.

**Введение.** Экологические проблемы, носящие глобальный характер, как правило, вызваны техногенной деятельностью человека. Человек все больше и больше вмешивается в функционирование биосферы, нарушая собственную среду обитания [2]. Антропогенная деятельность в целом оказывает негативное воздействие на организм человека и его психологическое состояние. Таким образом, на первый план выступает одна из вечных философских проблем - проблема гармонизации взаимоотношений человека и природы. Психологическая усталость, увеличивающаяся смертность от заболеваний, вызванных постоянными стрессовыми ситуациями, всё чаще приводит к мысли о несостоятельности существующего подхода не только в здравоохранении, но и к среде обитания человека в целом [3]. Потребность в отдыхе в естественных природных условиях вместо угнетающей человека урбанизированной среды выходит на первый план, а поиск путей гармонизации архитектурной среды объектов туризма и рекреации является одной из основных проблем при организации благоприятной жизнедеятельности населения.

Целью данного исследования является рассмотрение возможности применения приемов архитектурной геопластики при проектировании объектов туризма и рекреации на территории Белгородской области как одного из путей решения проблемы гармонизации природной и архитектурной среды.

Реакцией на экологические проблемы современности становится поиск более гуманной, соответствующей природным аналогам архитектурной среды, поскольку геопластика занимается образной трактовкой поверхности земли во всех ее проявлениях. Предметом трансформации является земля, природный ландшафт, выполняя роль строительного материала и являясь средством художественной выразительности. Исто-

рический ракурс позволяет увидеть использование земли с древних времен в культурах разных народов. Историческими примерами применения геопластики в архитектуре могут служить храмовые зиккураты древнего востока, земляные курганы скифов, друидов и моголов, террацирование горных склонов в Андах, юго-восточной Азии и Китая, висячие сады ближнего театра Греции и Древнего Рима, земляные валы вокруг поселений древних славян и многое другое. Белгород - старинный русский город, первое упоминание о нем в документах относится к 995 г. На территории Белгородской области существовали значимые памятники архитектуры, которые были разрушены во время революции и войн [1]. В частности к памятникам истории и археологии на территории Белгородской области, иллюстрирующим использование земли являются земляные валы и рвы Белгородской засечной черты, оборонительной линии Московского государства, относящиеся к 17в, фрагменты которых сохранились на территории области.

В данной статье рассматривается применение геопластики при формировании ландшафтно-рекреационной среды объектов отдыха и туризма. Применение геопластики можно разделить на две категории: 1) создание искусственного рельефа внутри природной экосистемы. Чаще всего этот случай имеет отношение к обустройству парков, больших приусадебных территорий, старых лесных участков на плоском рельефе; 2) на сложном рельефе архитектурная роль геопластики ограничивается лишь эстетическими задачами: подчеркнуть существующий рельеф, придать ему архитектурную целостность. Рассмотрим природный ландшафт Белгородской области, как базовый ресурс при проектировании туристско-рекреационных объектов с применением

приемов геопластики.

Объекты отдыха и туризма следует проектировать как объекты, органично включаемые в природный ландшафт, но ни в коем случае не изменяющие его. Природный рельеф, в отличие от искусственного, всегда рационален. Являясь частью экосистемы, он выполняет определенную роль при ее функционировании. В него нельзя вносить необдуманные изменения, это может повлечь за собой каскад необратимых последствий. Вместе с рельефом меняется гидрология участка, ранее сухие области могут оказаться заболоченными и наоборот, осушаются подтопляемые участки. Особенно это становится заметно в период дождей и весеннего таяния снегов. На лесных участках при изменении рельефа теряется давно устоявшийся растительный покров. Корни окружающих деревьев также чувствительны к любым изменениям уровня земли. В уникальных природных ландшафтах задача архитекторов - подчеркнуть их эстетическую выразительность.

Архитектурные объекты, повторяющие очертания окружающего ландшафта, родственные природе, не будут отторгаться ею. Подобные объекты (здания, сооружения) будут восприняты, как естественные природные объекты, что постепенно приведет к достижению устойчивости, восстановлению нарушенного равновесия между естественной и искусственной средой. Концепция бережного отношения к естественной среде заключается в сохранении самобытного ландшафта и достижении гармонии между окружающим ландшафтом и архитектурой рекреационных объектов. Применение приемов геопластики при проектировании в Белгородской области является актуальным, так как на ее территории преимущественно сложный овражно-балочный рельеф, открывающий широкие возможности для использования его в качестве средства ландшафтной выразительности.

Характерной особенностью ландшафта Белгорода и Белгородской области является наличие меловых гор. Меловые горы придают неповторимый запоминающийся образ Белогорья, туристические маршруты по меловым горам являются достаточно популярными и привлекают туристов на территорию области. Наряду с естественными ландшафтами, широкое распространение на территории области имеют аграрный и горнопромышленный ландшафты (рис. 1).

Техногенные ландшафты Старооскольско - Губкинского горнопромышленного района КМА, хотя и не имеют статуса особо охраняемых природных территорий, тем не менее, пред-

ставляют особый интерес. Привлекательность горнопромышленных ландшафтов КМА в качестве базовых для формирования сети туристических маршрутов и объектов туризма, спроектированных с применением приемов архитектурной геоники и геопластики объясняется рядом причин. Во-первых, в бортах Лебединского и Стойленского карьеров (глубины составляют более 350 и 240 м соответственно) обнажаются геологические породы от докембрия до кайнозоя, т.е. экскурсанты могут непосредственно «прочитать» геологическую летопись Земли. Во-вторых, вынесенные на дневную поверхность грунты, возраст которых насчитывает несколько сот миллионов лет, осваиваются современной биотой. В-третьих, КМА - может стать экспериментальной площадкой для разработки способов рекультивации техногенных ландшафтов [5]. На месте разрушенных горнотехнической деятельностью исходных ландшафтов могут быть созданы условия для развития сети туристических маршрутов и объектов туризма. Добыча железных руд открытым способом привела к формированию как положительных форм рельефа (отвалы, хвостохранилища, шлакоотвалы), так и крупных отрицательных (карьеры). Формирование карьерно-отвального комплекса сопровождается существенным изменением рельефа, который может представлять собой интерес при применении приемов образной трактовки форм рельефа и интеграции элементов рельефа в проектируемые здания и сооружения.

На территории Белгородской области имеются действующие и отработанные меловые карьеры. Меловые карьеры в районе Белгородской области обладают эффектными пейзажными характеристиками. В современных условиях спонтанно формируется спрос на туристические ресурсы разнотипных карьеров и карьерных водоемов. Меловые карьеры, для которых характерны футуристические формы рельефа, являются не отталкивающим, а наоборот притягательным ресурсом [4]. Например, под руководством авторов студентом был выполнен проект ипподрома, расположенном в отработанном карьере на территории Белгородского района [7].

Основными средствами архитектурной геопластики, которые можно использовать при проектировании ландшафтно-рекреационных объектов на территории Белгородской области являются:

- 1) Подчеркивание форм существующего рельефа, придание ему архитектурной целостности.
- 2) Создание искусственного рельефа на плоских участках.

3) Элементы земной поверхности, рельефа, различными способами интегрированные в структуру здания.

4) Здания и сооружения интегрированы в рельеф местности.

5) образная трактовка естественных конфигураций ландшафта (рис. 2).



Рис. 1. Природно-ресурсный потенциал территории Белгородской области

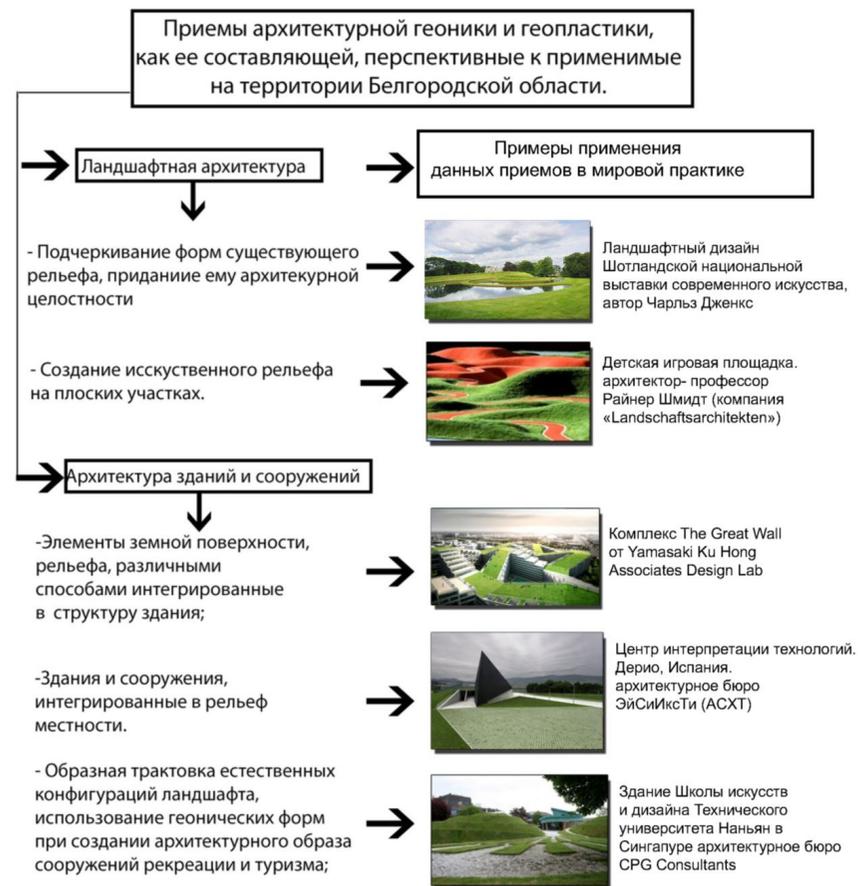


Рис. 2. Приемы архитектурной геопластики, перспективные для применения на территории Белгородской области

**Заключение.** Проанализировав территории Белгородской области, можно сделать следующий вывод: имеющие ландшафтные ресурсы на территории Белгородской области являются перспективными для ландшафтного проектирования с применением приемов геопластики. Характерный для региона овражно-балочный рельеф и выход верхнемеловых отложений на поверхность земли является прекрасной основой для реализации проектов с применением приемов геопластики. Это позволит создать индивидуальные, характерные лишь для нашего региона объекты отдыха и туризма в малых городах области и их региональных системах. Использование отработанных меловых карьеров позволит ревитализировать территории, насытив их но-

выми функциями. Это позволит улучшить экологическое состояние и сформировать предпосылки для устойчивого развития территорий.

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Перькова М. В., Колесникова Л.И. Свято-Троицкий мужской монастырь: особенности объемно-пространственной композиции// Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2013. №6. С. 71-76.
2. Дубинский В.П. Экологические кризисы и архитектурное формообразование. Постановка проблемы //Традиції та новачі у вищій архітектурно-художній освіті:збірка наукових праць-випуск. 2012. №5. Харків.

3. Василенко Н. А. Системные принципы формирования ландшафтно-рекреационной среды крупного города : диссер. канд. арх : Василенко Наталья Анатольевна. – М., 2009, – 180 с.

4. Хомич С.А., Семенова Е.Д., Инновационные подходы к использованию туристических ресурсов обводненных меловых карьеров в районе г.п. Красносельский// Беларусь в современном мире: материалы XI Международной конференции, посвященной 91-летию образования Белорусского государственного университета, 30 октября 2012 г. /Минск: Изд. центр БГУ. 2012. С. 264.

5. Холодова Р.А. Оценка природно-ресурсного потенциала Белгородской области для развития экологического туризма: Автореф. канд. геогр. наук. Астрахань, 2010. – 205с.

6. Отчет о научно-исследовательской работе на разработку «Схемы территориального планирования Белгородской области». Том VII «Положения о территориальном планировании Белгородской области». 2006. – 53с.

7. Perkova M.V., Raschenko A.V., Lesovik V.S., Kalinin Y.M., Babaev V.B. Combinational Analysis of Architectural Shaping Based on Crystal Lattice of Minerals / World Applied Sciences Journal. 2014. T.30. №12. С.1882-1888.

Клименко В. Г., канд. техн. наук, доц.,  
Павленко В. И., д-р техн. наук, проф.,  
Гасанов С. К., аспирант

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

## ВЛИЯНИЕ pH ЖИДКОСТИ ЗАТВОРЕНИЯ НА ПРОЧНОСТНЫЕ СВОЙСТВА ГИПСОВЫХ ВЯЖУЩИХ

Klimenko3497@yandex.ru

Обобщены и проанализированы данные по влиянию pH жидкости затворения на свойства гипсовых вяжущих.

Показано, что величина pH является одним из наиболее важных критериев, определяющих свойства материалов. Причем прогнозирование физико-механических свойств гипсовых вяжущих самым тесным образом связано с характером изменения кислотности среды при их гидратации и твердении.

Установлено, что pH жидкости затворения по-разному влияет на механическую прочность гипсовых вяжущих. Для высокообжиговых гипсовых вяжущих это влияние более выражено, чем для низкообжиговых. В кислой среде оптимальной является pH жидкости затворения 4,0-6,0, а в щелочной 9,0-10,0.

**Ключевые слова:** нерастворимый ангидрит, гипс, строительный гипс, pH, кинетика гидратации сульфата кальция, структура материала, прочность.

**Актуальность работы.** Отличительной особенностью современного уровня развития общества является широкое использование композиционных материалов, имеющих целый ряд преимуществ перед обычными материалами. Стройиндустрия в этом плане не является исключением. Обществу требуются эффективные, экологически чистые, комфортные для проживания, эстетически привлекательные материалы и изделия. Материалы на основе гипсовых вяжущих удовлетворяют этим требованиям. Вместе с тем при проектировании и получении таких материалов возникает ряд проблем, связанных с выбором параметров их проектирования и учетом влияния на свойства материалов.

Кислотность среды – один из таких параметров. Она играет важную роль в процессах получения, гидратации, твердения и структурообразования гипсовых вяжущих веществ [1].

Несмотря на то, что изучением влияния pH среды на свойства гипсовых вяжущих занимались многие российские и зарубежные ученые такие как: П.Ф. Гордашевский, В.В. Ивановичий, И.Н. Белков, Т.М. Матвеева, В.Б. Петропавловская, Н.В. Fischer, В. Wtorov и др., до конца этот вопрос не выяснен.

Нет единой теории объясняющей влияние pH среды на свойства гипсовых вяжущих, охватывающей весь спектр кислотности среды от кислой до щелочной.

Зачастую противоречивы данные о влиянии pH среды на гидратацию и твердение различных видов гипсовых вяжущих веществ.

Нет объяснения, почему продукты термообработки гипса, в интервале 100...350°C при

гидратации увеличивают значение pH, а высокотемпературные формы – снижают значение pH среды.

Так по данным В.Б. Петропавловской [2], изучавшей прессованные безобжиговые гипсовые материалы на основе техногенного сырья, щелочная среда по-разному влияет на их прочность. Причем независимо от вида щелочи, максимальную прочность имеют материалы при pH среды равном 8. Большие и меньшие величины pH приводят к снижению прочности гипса.

Известен способ получения ангидритового вяжущего на основе отхода производства плавиковой кислоты, заключающийся в нейтрализации отхода карбонатсодержащим сырьем с последующей механохимической активацией смеси до значений pH=10-12 и удельной поверхности 500-600 м<sup>2</sup>/кг. В качестве активатора предлагаются Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> (3%) и CaO (10-20%) [4].

Обширные работы по исследованию влияния pH среды и сульфатных активаторов на ангидритовые вяжущие выполнены Фишером Х.-Б. [5-7]. Величину pH он считает одним из важных критериев, определяющих свойства материала. Для природного ангидрита установлено, что максимальные значения прочности и степени гидратации достигаются при кислом характере среды (pH=4,5-7,0). Наибольшему снижению водородного показателя ангидритового теста способствуют добавки CuSO<sub>4</sub>, FeSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O, KAl(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>·12 H<sub>2</sub>O.

Оптимальным интервалом процесса гидратации отмытого фосфополугидрата сульфата кальция является pH=5-6 [8]. При нейтрализации кислых примесей портландцементом этот

интервал pH несколько расширяется и составляет 4-8.

#### Рабочая гипотеза работы

Суспензии продуктов термообработки гипса имеют различное значение pH, величина которого зависит от генезиса гипса, температуры и времени его термообработки, природы и количества примесей. Высокотемпературные модификации сульфата кальция (>650°C) имеют щелочную реакцию среды, а низкотемпературные (<350°C) – слабокислую или нейтральную среду. Причем, низкотемпературные фазы техногенных гипсов имеют, более кислую среду, чем природные гипсы, а высокотемпературные фазы, наоборот, более щелочную среду. Водные суспензии ангидрита, полученного термообработкой природных гипсов имеют pH=11,8-12,2, а техногенного гипса – нейтральную.

Величина pH суспензий продуктов термообработки гипса не постоянна и изменяется в связи с теми процессами, которые протекают при гидратации и структурообразовании сульфата кальция. Глубина этого изменения зависит от фазового состава сульфата кальция.

Учитывая вышесказанное можно констатировать, что величина pH суспензий сульфата кальция является важным параметром, который необходимо учитывать при проектировании составов гипсовых вяжущих веществ. Кислая, щелочная и нейтральная среда должны по-разному влиять на продукты термообработки гипса и в каждом случае есть свои оптимальные значения pH жидкости затворения. Докладу этому утверждения и посвящена представленная работа.

**Цель работы.** Установление закономерностей влияния pH среды на свойства различных гипсовых вяжущих, которые позволят прогнозировать свойства композиционных гипсосодержащих материалов и проектировать их составы.

**Материалы и методика исследования.** В качестве исходного сырья в работе использован природный гипс, строительный гипс Г-5 ЗАО «Минерал Кнауф» (Астраханская область) и гипс марки х.ч.

Природное гипсовое сырье предварительно подвергали помолу до полного прохождения через сито с размером ячеек 0,315 мм. Высокотемпературные модификации сульфата кальция получали обжигом гипса в керамических чашках в муфельной печи при 650 °С в течение 1 часа, а низкотемпературные модификации – изотермической термообработкой гипса в сушильном шкафу. Во всех опытах масса проб гипса оставалась постоянной. Контроль температуры проводили непосредственно в объеме материала ртутным термометром до 200 °С и с помощью

термопары при температуре выше 300 °С.

Величина pH суспензий нерастворимого ангидрита (CaSO<sub>4</sub>·II) равна 11,93, а содержание растворимого ангидрита (CaSO<sub>4</sub>·III) – 7,1 мас. %.

Для определения pH и рСа использовали pH-метр милливольтметр pH-121 и иономер ЭВ-74. В качестве измерительных электродов выбраны: кальций селективный мембранный электрод марки ЭМ-Са-01 и стеклянный электрод марки ЭСЛ-63-07. Суспензии вяжущих (В/Г=12,5) готовили на кипяченой дистиллированной воде с pH=7. Составы дополнительно активировали помолотом в виборемельнице. Для создания кислой среды в гипсовые суспензии добавляли H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, а щелочной – NH<sub>4</sub>OH.

**Обсуждение результатов.** Прогнозирование физико-механических свойств гипсовых вяжущих самым тесным образом связано с характером изменения кислотности среды при их гидратации и твердении.

Изменение кислотности среды во времени зависит от многих факторов в том числе: от генезиса исходного гипсового сырья, природы и количества примесей, параметров термообработки и др. факторов. Ранее нами выделены три группы кинетических зависимостей гидратации продуктов термообработки гипса [3].

Первую группу составляют кривые продуктов термообработки гипса в интервале 100...355°C. Для них характерно наличие максимумов и минимумов и подъем величины pH со слабо кислой и нейтральной области в слабо щелочную область.

Вторую группу составляют кривые продуктов термообработки гипса в интервале 500...550°C. У этих кривых величина pH переходит из слабощелочной области в нейтральную. Особо необходимо выделить продукты термообработки гипса при 450 °С, для которых кинетическая кривая практически не изменяется и находится в области pH = 7.

Третью группу составляют кривые продуктов термообработки гипса при температурах > 600 °С. Эти кривые изменяются с течением времени незначительно и находятся в щелочной области pH.

pH продуктов термообработки гипса, имеющих сильнокислую среду (pH<4) со временем изменяется незначительно, оставаясь в кислой среде. Продукты термообработки гипса, имеющие 4<pH<7, при гидратации стремятся к нейтральной среде (рис 1).

Так как высокотемпературные модификации гипса имеют щелочную реакцию среды, и она со временем изменяется незначительно, то введение в систему щелочных компонентов будет повышать pH среды. Щелочная среда или не

влияет на скорость реакции растворения CaSO<sub>4</sub> II или ее понижает. Растворимость гипса и CaSO<sub>4</sub> II в растворах щелочей также понижает-

ся. Это приводит к замедлению гидратации CaSO<sub>4</sub> II и снижению прочности вяжущих на его основе (рис. 2).

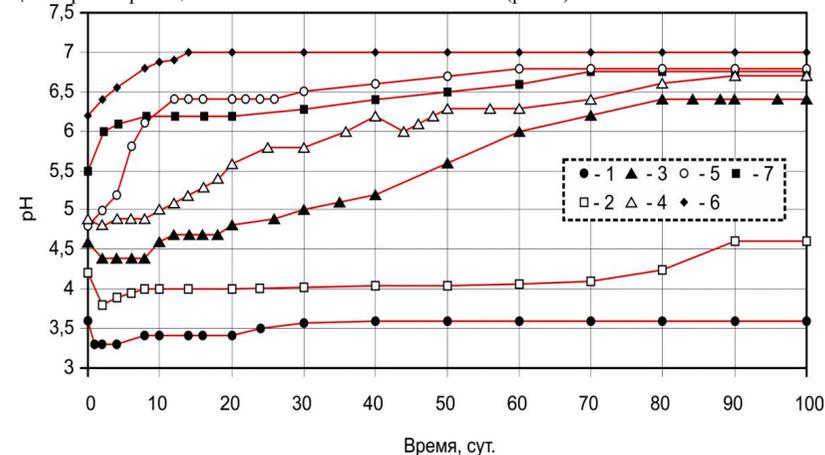


Рис. 1. Кинетика гидратации различных форм сульфата кальция, полученных термообработкой гипса марки х.ч. при температуре, °С: 1 – 353; 2 – 260; 3 – 226; 4 – 212; 5 – 182; 6 – 122; 7 – 118

Кислые компоненты, понижая величину pH, увеличивают скорость растворения CaSO<sub>4</sub> II, ускоряют его гидратацию, что приводит к росту прочности вяжущих. Данные, представленные на рис. 2, получены при активации термического CaSO<sub>4</sub> II серной кислотой и сульфатными до-

бавками. Причина такого поведения CaSO<sub>4</sub> II объясняется амфотерными свойствами его поверхности, на которой располагаются как электронодонорные, так и электроноакцепторные центры.

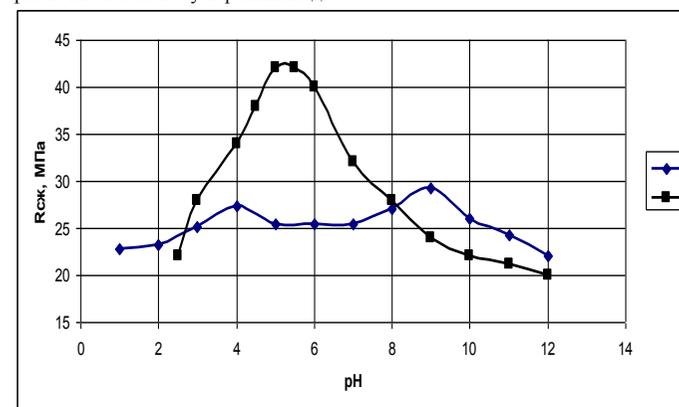


Рис. 2. Влияние pH жидкости затворения на прочность гипсовых вяжущих: 1 – ангидритовые вяжущие, 2 – строительный гипс Г-5 ЗАО «Минерал Кнауф»

В кислой среде, за счет образования хорошо растворимых кислых солей, растворимость и скорость растворения сульфата кальция увеличивается значительно больше, чем в щелочной. Щелочная среда способствует образованию основных солей сульфата кальция, имеющих

меньшую скорость растворения и растворимость. По этой причине для активации CaSO<sub>4</sub> II предпочтительнее использовать кислые сульфатные добавки.

Кроме того, так как CaSO<sub>4</sub> II гидратируется в основном через раствор, то влияние pH среды

для него более значимо, чем для полугидрата сульфата кальция, гидратирующегося преимущественно твердофазно.

Низкотемпературные модификации сульфата кальция имеют слабощелочную или слабощелочную среду. Во время гидратации величина pH их суспензий увеличивается на 1-2 единицы, смещаясь в щелочную область. В этом случае влияние кислых и щелочных компонентов на вяжущую систему будет иным. Кислые компоненты усиливают гидролиз сульфата кальция и ухудшают его гидратацию, а щелочные, наоборот, замедляют гидролиз и усиливают гидратацию

сульфата кальция. Сильнокислая среда ( $pH < 4$ ) способствует дегидратации гипса и разрушению структуры материала.

Форма кинетических кривых строительного гипса зависит от активности воды затворения и наличия примесей в гипсе (рис. 3). При начальной величине pH суспензий меньше 5 эффекты на потенциометрических кривых сглаживаются. Наиболее информативны кинетические кривые при начальной величине pH гипсовых суспензий 6-9. Щелочная среда суспензий строительного гипса указывает на присутствие карбонатных примесей в исходном сырье.

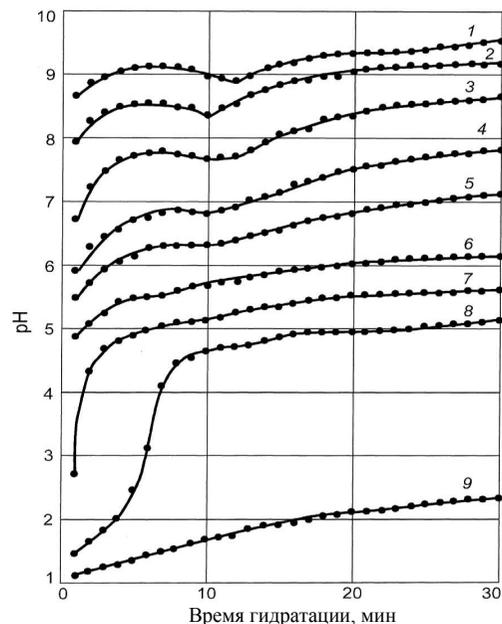


Рис. 3. Влияние величины pH жидкости затворения на кинетику гидратации строительного гипса:  
1 – 7,0; 2 – 4,0; 3 – 3,0; 4 – 2,56; 5 – 2,25; 6 – 2,0; 7 – 1,52; 8 – 1,25; 9 – 1,0

В интервале pH 2-5 форма кривых экспоненциальная. Наличие примесей в исходном гипсовом сырье приводит к изменению pH гидратирующихся систем и нарушает процесс их твердения. А это в свою очередь влияет на физико-механические характеристики материалов на их основе.

Согласно полученным данным механическая прочность на сжатие строительного гипса (рис. 2) и его растворимость (рис. 4) зависят от pH жидкости затворения.

В интервале pH от 2,5 до 6 строительный гипс имеет минимальную активность ионов

$Ca^{2+}$ . Уменьшение pH до 2 и увеличение до 9 приводит к резкому повышению активности ионов  $Ca^{2+}$ .

Участку pH с минимальной активностью ионов кальция соответствует повышенная прочность вяжущих.

Изменение прочности строительного гипса в зависимости от pH жидкости затворения подтверждает преимущественно твердофазный механизм его гидратации. Влияние pH жидкости затворения для него менее значимо, что наглядно видно из представленных данных (рис. 2).

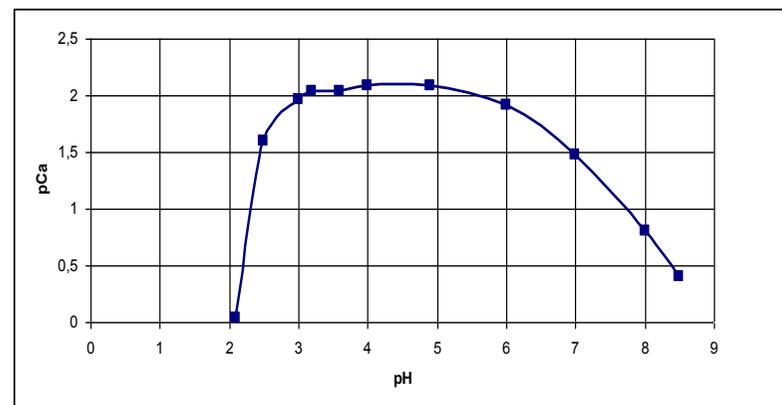


Рис. 4. Зависимость активности строительного гипса от pH жидкости затворения

**Выводы.** Исследования, проведенные нами на различных гипсовых вяжущих, показывают, что механическая прочность зависит от активности воды затворения и вида вяжущего. Причем эта зависимость имеет явно выраженные экстремумы. В кислой среде оптимальной является pH жидкости затворения 4,0-6,0, а в щелочной 9,0-10,0. Резкое падение прочности наблюдается при величине pH воды затворения меньше 3 и больше 11. Прочность вяжущих, затворенных кислыми растворами выше, чем прочность вяжущих, затворенных щелочными растворами.

Для интенсификации процесса твердения ангидрита наиболее целесообразно использовать добавки, ускоряющие процесс растворения ангидрита (кислые сульфатные добавки), но незначительно влияющие на растворимость гипса.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Klimenko V.G., Pavlenko V.I., Gasanov S.K. The Role of pH Medium in Forming Binding Substances on Base of Calcium Sulphate // Middle-East Journal of Scientific Research. 2013. Т. 17. № 8. С. 1169-1175.
2. Петропавловская В.Б., Кедрова Н.Г., Новиченкова Т.Б. Каустифицированные прессованные безобжиговые гипсовые материалы на

основе техногенного сырья // Повышение эффективности производства и применения гипсовых материалов и изделий: IV Всеросс. семинар по гипсу с международным участием. М.: Алвиан, 2008. С. 41-47.

3. Клименко В.Г. Многофазовые гипсовые вяжущие. Белгород: Изд-во БГТУ, 2010. 198с.

4. Галкина Д.К. Разработка способа получения ангидритового вяжущего из отходов производства плавиковой кислоты // Вестник ВКГТУ им. Д. Серикбаева. 2010. № 4(49). С.136-142.

5. Фишер, Х.-Б., Второв Б.Б. Влияние активаторов твердения на свойства природного ангидрита // II Международное совещание по химии и технологии цемента, 4-8 декабря 2000 г., РХТУ им. Д.И. Менделеева. М.: Том. 2. С. 53-61.

6. Wtorov B.; Fischer H.-B.; Stark J. Zur Anregung vor Naturanhydrit // 14 Ibausil, Tagungsband 1. Weimar. 2000. pp. 1069-1082.

7. Fischer, H.-B., Gathemann B., Hill M. Möglichkeiten der Darstellung des Gipskristallhabitus. roiss. Z. Bauhaus - Univ. Weimar. 1996. № 42, 4, 5. pp. 101 - 106.

8. Белков И.Н., Матвеева Т.М., Клыкova Л.Я. Об условиях гидратации фосфополугидрата // Гипсовые материалы и изделия: сб. трудов ВНИИСТРОМ. 1989. № 67 (95). С. 74-80.

*Бессмертный В. С., проф., д-р техн. наук,  
Пучка О. В., проф., канд. техн. наук,  
Кеменов С. А., доц.,  
Бондаренко Н. И., аспирант  
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова  
Табит Салим Аль - Азаб, канд. техн. наук  
Университет «Аден»*

## ПЛАЗМОХИМИЧЕСКАЯ МОДИФИКАЦИЯ СТЕНОВЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ОТХОДАМИ СТЕКЛОБОЯ И ОТХОДАМИ БОГАЩЕНИЯ ЖЕЛЕЗИСТЫХ КВАРЦИТОВ КМА

v bessmertnyi@mail.ru

*В статье рассмотрены особенности технологических процессов плазменной обработки стеновых строительных материалов. Исследовано влияние воздействия плазменного факела на процессы, формирующие защитно-декоративное покрытие на лицевой поверхности изделий из бетона.*

**Ключевые слова:** плазменная обработка, химические свойства, защитно-декоративные покрытия.

В связи с ухудшением экологической обстановки в нашей стране остро стоит задача утилизации и промышленного использования различных отходов промышленности, в том числе и горнодобывающей.

Вступление в силу в 2012 году технического регламента таможенного союза запрещает вторичное использование стеклотары, как на территории России, так и Казахстана и Беларуси. Только на территории России ежегодно выпускается более 15 млрд. шт. бутылок и еще столько же заводится из стран ближнего зарубежья.

Поэтому интенсивное использование отходов промышленности и запрещенной к вторичному использованию стеклотары в промышленности строительных материалов является перспективным направлением повышения качества и конкурентоспособности отечественной продукции.

Промышленность строительных материалов является энергозатратной отраслью промышленности, где энергозатраты в общей стоимости продукции могут достигать 40%. В связи с этим дальнейшее расширение использования энергосберегающих источников энергии, в частности низкотемпературной плазмы, для повышения качества и конкурентоспособности продукции является актуальной задачей [1].

В настоящее время как у нас в стране, так и за рубежом проводятся исследования по разработке инновационных технологий с использованием факела низкотемпературной плазмы. В этих работах убедительно подтверждена эффективность использования плазменных технологий, позволяющих существенно снизить энергозатраты и повысить эксплуатационные характе-

ристики и эстетико-потребительские свойства изделий [2-7].

Аналогичные работы в области получения защитно-декоративных покрытий проводились на базе БГТУ им. В.Г. Шухова [8-10].

В работе изучалась макро- и микроструктура стекол покрытия и подложки, а также их химический состав до и после плазменной обработки. Макро- и микроструктуру покрытия и подложки изучали с помощью оптической микроскопии а фазовый состав элементов растекловывания - рентгенофазовым анализом.

Химический состав стекол определяли рентгенофлуоресцентным спектрометром серии ARL 9900 WorkStation со встроенной системой дифракции Швейцарской фирмы «Thermo Scientific».

Зерновой состав напыляемых частиц стекла определяли при их распылении в резервуар с водой. Затем гранулы извлекали из воды, высушивали и подвергали ситовому анализу.

Толщину декоративных покрытий определяли микрометром, а глубину выколов в поверхностном слое стеклонизделий - оптическим микроскопом МБС-8. Перед исследованиями поперечные срезы образцов пришлифовывались. Микроскопические съемки производили микрофотонасадкой МФН-5.

Водостойкость определяли в соответствии с ГОСТ 10134.1 по методу А.

Термическую стойкость стеклонизделий с декоративными покрытиями оценивали по стандартным методикам в соответствии с ГОСТ 30407, а термостойкость декоративного покрытия - методом нагрева образцов в муфельной печи с последующим остыванием в воде до начала момента разрушения (появления микро-

трещин).

Микротвердость декоративного покрытия определяли на микротвердомере ПМТ-3.

Прочность сцепления покрытия с подложкой определяли методом отрыва. Для этого эпоксидной смолой приклеивали стержень с известной площадью контакта, а затем стержень от покрытия отрывали. Для повышения адгезии эпоксидной смолой к стеклянному покрытию его поверхность протравливали в HF в течение 5 - 10 с, а затем промывали в воде и сушили.

Нанесение покрытия и оплавление поверхности силикатных материалов производили на электродуговом плазмотроне УПУ-8М (рис.1).

Универсальная установка УПУ-8М снабжена плазменными горелками ГН-5Р для нанесения покрытия из порошковых материалов и керамических стержней, порошковым дозатором, пультом управления, источником питания ИПН 160/600, системой газоснабжения и водоохлаждения, пусковой педалью.

Для оплавления поверхностей керамических материалов использовали горелку ГН-5Р с измененной конструкцией сопла (диаметр выходного отверстия составлял 20 мм).

Эта горелка состоит из двух корпусных узлов, изолированных друг от друга. К узлу, соединенному с плюсом источника питания, крепится сменное сопло горелки. В верхнем корпусе, соединенном с минусом источника, крепится вольфрамовый электрод.

Для получения покрытия из силикатных материалов использовали порошковый способ. В качестве плазмообразующего газа можно использовать азот, аргон, гелий и их смеси с водородом.

Гелий в чистом виде применяют редко из-за его дефицитности, высокой стоимости и большой электропроводности. Последнее свойство вместе с большим теплосодержанием приводит к быстрому нагреву и разрушению электродов. Плазма, образованная азотом, обладает высоким теплосодержанием, однако дает значительные тепловые нагрузки на электроды, что также приводит к быстрому их разрушению. Применение водорода возможно лишь при напылении оксидных материалов, не восстанавливающихся в его атмосфере при температуре плазменного факела. Кроме того, водород обладает большой теплопроводностью и взрывоопасен.

По воздействию на напыляемый материал и стекловидную подложку аргон является наиболее благоприятным агентом. Учитывая также большую стойкость электродов в аргоновой плазме, требования техники безопасности, сравнительно небольшую его стоимость и устойчи-

вость напыляемых веществ в его факеле, нами для проведения эксперимента использовался аргон марки А (ГОСТ 19157-62).

Перед плазменным напылением порошки стекол и отходов обогащения железистых кварцитов мололи в шаровых мельницах и рассевали на ситах.

Для плазменного напыления пригодна фракция 20-60 мкм.

Схема процесса плазменного напыления стеклопорошков и отходов обогащения железистых кварцитов КМА представлена на рис. 1. В качестве подложки использовали стеновую керамику, блочное пеностекло, изделия из легкого бетона.

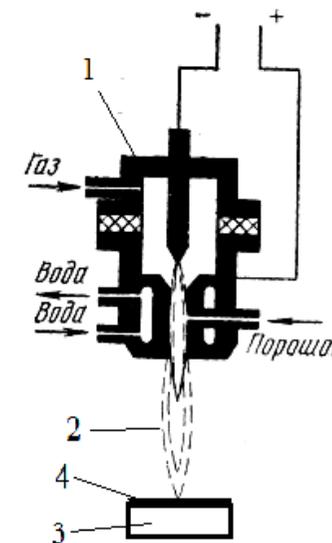


Рис. 1 Схема процесса плазменного нанесения покрытий

1- плазменная горелка, 2- поток расплавленных частиц стеклопорошка, 3- подложка, 4- защитно-декоративное покрытие

Химический состав стекол и отходов обогащения железистых кварцитов КМА представлен в табл.1

Технологическая схема глазурирования стеновой керамики, блочного пеностекла и легкого бетона представлена на рис. 2.

Технологические параметры и свойства защитно-декоративных покрытий представлены в табл. 2.

Разработанная технология является энергосберегающей, высокопроизводительной и рекомендуется к внедрению на предприятиях промышленности строительных материалов.

Таблица 1

**Химический состав стекол, используемых для глазурования керамических изделий и отходов КМА**

	Массовое содержание **, мас.%						
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	SO <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Сортовое зеленое, окрашенное хромом	72,7	-	6,8	15,0	2,0	0,5	0,05
Сортовое синее, окрашенное кобальтом	68,6	6,3	9,3	14,8	1,0	-	0,05
Оконное	71,8-72,4	1,8-2,2	6,4-6,8	14,5-14,9	14,5-4,9	0,3-0,4	0,2
Витринное неполированное	71,6	0,5	7,9	15,2	15,2	0,4	0,5
Сортовое бесцветное	71,7	1,0	6,0	13,0	4,0	0,5	0,10
Отходы обогащения железистых кварцитов	65,02	2,21	2,7	0,9	0,6	0,48	11,34

\* Содержание Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> в сортовом зеленом стекле составило 1,0%, CoO в сортовом синем стекле - 0,002%.

\*\* Кроме того, в сортовом зеленом стекле содержалось 2,0% MgO, в отходах 4,97%MgO



Рис. 2. Технологическая схема глазурования изделий из керамики, блочного пеностекла и легкого бетона

Таблица 2

**Технологические параметры и свойства защитно-декоративных покрытий**

Наименование показателей	Напыление стеклосыпучих материалов	Напыление отходов КМА	Напыление с одновременным оплавлением
Параметры напыления			
Скорость оплавления, см/сек	2	2	10
Мощность, кВт	9	9	12
Расход плазмообразующего газа аргона, л/мин	25	25	30
Толщина покрытия, мкм	200	200	100
Прочность сцепления покрытия с основой, МПа:			
Легкий бетон	0,15	0,18	1,2
Стеновая керамика	1,2	1,4	2,4
Блочное пеностекло	0,6	0,7	0,9

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Высокотемпературная отделка бетона стекловидными покрытиями / Баженов Ю. М. [и др.]. - М.: Изд. АСВ, 2005. 28с.
2. Нарцев В.М., Прохоренков Д.С., Осипенко Н.В., Зайцев С.В., Евтушенко Е.И. Исследование свойств ТПОХ-покрытий формируемых с использованием вакуум-плазменных технологий // Фундаментальные исследования. 2012. №11. С.1195-1200.
3. Saucedo E.M., Perera Y.M., Robles D., 2012. Plasma assisted novel production process of glass-ceramic spheres in the quaternary system CaO-SiO<sub>2</sub>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-MgO Ceramics International. 4: 3161-3165.
4. Bolelli G., Lusvardi L., Manfredini T., Siligardi C., 2007. Devitrification behaviour of plasma-sprayed glass coatings. Journal of the European Ceramic Society, 2(3): 623- 628
5. Yao Y., Mofazzal Hossain M., Watanabe T., Tsujimura T., Funabiki F., Yano T., 2008. Effects of feed rate and particle size on the in-flight melting behavior of granulated powders in induction thermal plasmas. Thin Solid Films. 19: 6622-6627.
6. Бессмертный В.С. Бондаренко Н.И., Ляшко А.А., Панасенко В.А., Антропова И.А.

Энергосберегающая технология плазменного глазурования изделий из бетона // Успехи современного естествознания. 2011. №6. С.45.

7. Пучка О.В., Минько Н.И., Степанова М.Н., Наумова Я.Г. Разработка композиционного теплоизоляционного стеклокомпозита с защитно-декоративным покрытием по лицевой поверхности // Керамика и огнеупоры. 2010. № С.181-185.

8. Бессмертный В.С., Бондаренко Н.И., Стадничук В.И., Вдовина С.Ю. Получение защитно-декоративных покрытий на изделиях из бетона методом плазменного напыления // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2011. №2. С. 121-123.

9. Bolelli G., Cannillo V., Lusvardi L., Manfredini T., Siligardi C., Bartuli C., Loreto A., Valente T., 2005. Plasma-sprayed glass-ceramic coatings on ceramic tiles: microstructure, chemical resistance and mechanical properties. Journal of the European Ceramic Society. 11: 1835-1853.

10. Пучка О.В., Минько Н. И., Степанова М.Н. Разработка неорганических декоративно-защитных покрытий для теплоизоляционного пеностекла // Техника и технология силикатов. 2009. №2. С.9-10.

Лесовик В. С., д-р техн. наук, проф.,  
Загороднюк Л. Х., канд. техн. наук, проф.,  
Шамиуров А. В., канд. техн. наук, доц.,  
Беликов Д. А., инженер  
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

### КОМПОЗИЦИОННОЕ ВЯЖУЩЕЕ НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСНОГО ОРГАНОМИНЕРАЛЬНОГО МОДИФИКАТОРА ДЛЯ СУХИХ РЕМОНТНЫХ СМЕСЕЙ\*

LHZ47@mail.ru

Разработан состав комплексного органоминерального модификатора для сухих ремонтных смесей на основе портландцемента, природного и техногенного сырья и органической добавки. Установлена способность органоминерального модификатора активно управлять процессами структурообразования при твердении ремонтных смесей. Специфика структуры композиционного вяжущего способствует формированию новообразований и микроструктуры контактных зон и всего камня в целом, обеспечивая высокие физико-механические и эксплуатационные характеристики затвердевшего раствора. Анализ микроструктуры цементного камня на основе комплексного органоминерального модификатора показал устойчивую тенденцию к зарастанию контактной зоны и созданию прочного конгломерата, обеспечивающую прочность и долговечность данной композиции, что подтверждается законом средства структур в материаловедении.

**Ключевые слова:** композиционные вяжущие, техногенное сырье, сухие строительные смеси для ремонтных работ.

**Введение.** Строительные материалы при эксплуатации зданий и сооружений подвержены агрессивным воздействиям окружающей среды, к которым относятся изменения температуры и влажности, процессы выветривания, истирания, многообразие динамических нагрузок, химическая и биологическая коррозия и др. Это приводит к частичному или полному разрушению цементного композита. Необходимость в ремонте и реконструкции для продления сроков эксплуатации зданий и сооружений – это актуальная и многопрофильная задача. Ремонту и реконструкции подвергаются каменные, бетонные и железобетонные конструкции, стыки панелей, элементы ЖКХ и т.д. Соответственно, для каждого случая необходимо подобрать состав, который бы обеспечивал хорошую адгезию, иногда, между разнородными (бетон-металл, керамический кирпич-бетон и др.) композитами и обеспечивал целостность и эксплуатационные свойства сооружения.

Условия для производства ремонтных работ и твердения композиций значительно более сложные, чем при производстве строительных материалов в заводских условиях, поэтому разработанные составы должны обладать хорошей удобоукладываемостью при пониженном водоцементном отношении, низкой усадкой, быстрым набором прочности, высокой адгезией, достаточными деформационными характеристиками и др. Для создания высококачественных растворов на основе сухих ремонтных смесей необходимо создание композиционного вяжущего,

удовлетворяющего высоким технологическим и эксплуатационным свойствам.

**Методика.** Гранулометрический состав порошкообразных материалов определяли методом лазерной гранулометрии, позволяющим непосредственно определять размеры частиц и процент их содержания в анализируемом материале. Минеральный состав продуктов гидратации и новообразований получен методом рентгенофазового анализа. При обработке и анализе результатов сравнительного рентгенофазового анализа продуктов гидратации и исходных компонентов исследуемых систем, были использованы следующие программные комплексы: PDWin, ICDD DDVIEW 2010, ICDD PDF - 2 Release 2010, Difwin, Match Search, которые позволили идентифицировать отражения дифракционных максимумов с целью выявления продуктов гидратации и новообразований. Анализ микроструктуры цементного камня на основе KOMM проводили на растровом электронном микроскопе, обеспечивающим получение изображения поверхности объекта с высоким пространственным разрешением. В работе использовали стандартные методы испытаний вяжущих и сухих строительных смесей.

#### Основная часть.

Разработанный нами комплексный органоминеральный модификатор (KOMM) получен из портландцемента, природного и техногенного сырья и органической добавки. Предварительно высушенные, измельченные и отдозированные компоненты сырьевой смеси были под-

вержены совместному помолу в вибрационной мельнице до удельной поверхности 600 м<sup>2</sup>/кг.

Результаты исследования гранулометрического состава порошка KOMM и портландцемента представлены на рисунке 1.



Рис. 1. Графики распределения частиц портландцемента и KOMM

Полимодальное распределение дисперсных частиц со смещением в сторону уменьшения размеров частиц будет способствовать равномерной дисперсации KOMM в объеме портландцемента, что обеспечит распределение новообразований по всему объему в цементном камне, в виде весьма тонких прослоек, между неп полностью гидратированными твердыми зернами компонентов вяжущего, обеспечит более плотную упаковку зерен, что уменьшит кристаллизационное давление, возникающее при гидратации и формировании кристаллогидратов, что, в свою очередь, приведет к снижению мик-

ротрещин цементного камня, полученного композиционного вяжущего на основе KOMM, и улучшит структуру композитов, приготовленных на его основе.

Рентгенограмма приготовленного KOMM, полученная на аппарате ARL9900 Intellipower Workstation с Co-анодом в диапазоне двойных углов 2 $\theta$  8÷80°, представлена всеми минеральными фазами, входящих в него компонентов: минералов портландцемента, природных и техногенных продуктов с учетом их содержания в комплексном модификаторе (рис.2).

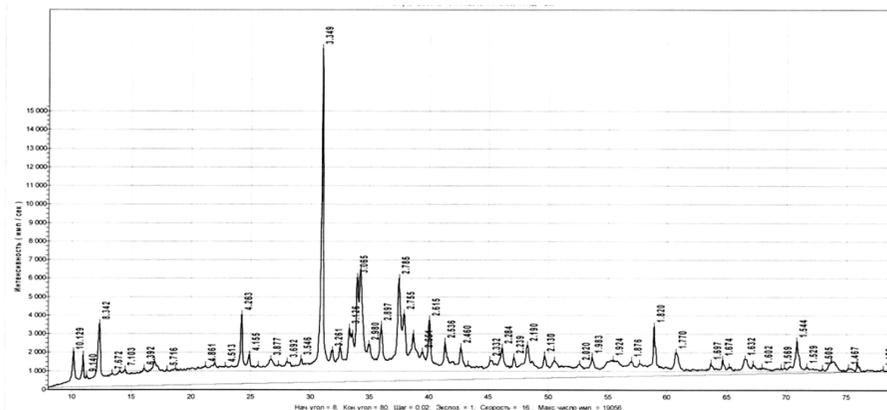


Рис. 2. Рентгенограмма комплексного органоминерального модификатора

Для установления введения оптимальной дозировки KOMM в композиционные вяжущие были изучены вяжущие композиции с различной дозировкой KOMM: 10%, 15% и 20%.

Установлено, что сроки схватывания композиционных вяжущих с использованием

KOMM, с увеличением его содержания сокращаются: начало схватывания сокращается на 19%, конец – на 12%, в сравнении с бездобавочным цементом (рис.3), что свидетельствует об активном протекании процессов структурообразования в системе.

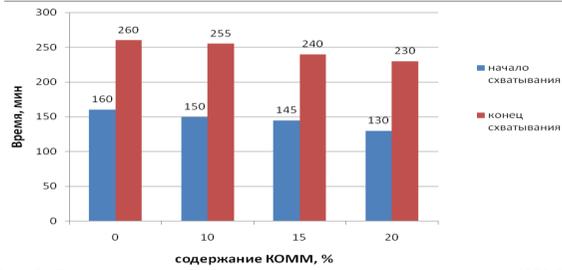


Рис. 3. Сроки схватывания композиционных вяжущих на основе KOMM

Изучение нормальной густоты показало, что у композиционных вяжущих на основе KOMM, отмечается снижение нормальной густоты на 18%, в сравнении с бездобавочным цементом, что объясняется присутствием в составе KOMM пластифицирующей добавки.

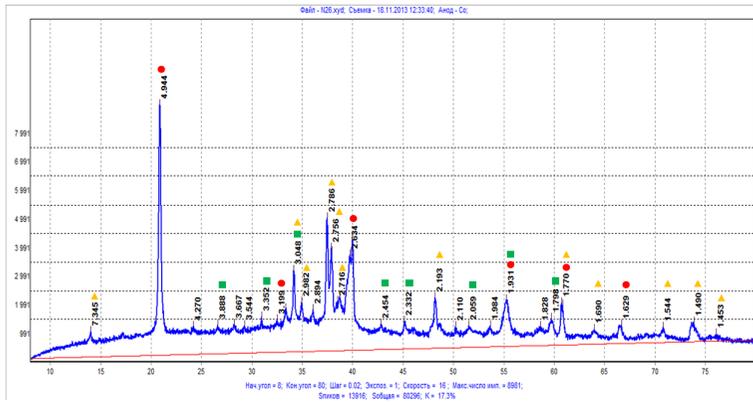


Рис. 4. Рентгенограмма гидратированного цемента в возрасте 28 сут:

- Ca(OH)<sub>2</sub> – портландит; ▲ CSH(I) - (Синонимы CSH(I); CSH(B) и пр.), CSH(II) - (Синонимы C<sub>2</sub>SH(II); CSH(II); C<sub>2</sub>SH<sub>2</sub> и т.д.); ■ CaCO<sub>3</sub>

Анализ рентгенограмм бездобавочного гидратированного цемента и цемента с использованием KOMM показывает, что величины дифракционных максимумов во втором случае значительно интенсивнее, что достигается за счет протекания активных взаимодействий в системе, созданной в результате помола в вибрационной мельнице до S<sub>уд</sub>=600 м<sup>2</sup>/кг, равномерного распределения тонкодисперсных минеральных частиц и создания лучших условий для гидратации за счет большей удельной поверхности минералов (рис. 4 и 5). При обработке и анализе результатов сравнительного рентгенофазового анализа продуктов гидратации (рис. 6) и исходных компонентов исследуемых систем, были использованы следующие программные комплексы: PDWin, ICDD DVVIEW 2010, ICDD PDF - 2 Release 2010, Difwin, Crystallographica Search Match, с целью которые позволили идентифицировать максимумов с

целью выявления продуктов гидратации и новообразований, обеспечивших повышение плотности и прочности конгломерата [7]. В составе гидратированного портландцемента с применением KOMM, наряду с традиционными соединениями бездобавочных цементов, были установлены следующие особенности. В системе присутствует кварц – SiO<sub>2</sub> (d= 4,257Å; 3,345Å; 1,818Å), внесенный сырьевыми материалами. Содержание портландита - Ca(OH)<sub>2</sub> по интенсивности основного дифракционного максимума (d=4,93Å) в бездобавочном гидратированном цементе в 1,5 раза больше, чем в цементе с KOMM. Кинетика набора прочности в исследуемых системах протекает одинаково, но центров кристаллизации в цементах с модификатором образуется больше, что свидетельствует об активном структурообразовании, на что указывает высокое разнообразие соединений следующих морфологических типов:

Ca<sub>3</sub>Si<sub>3</sub>O<sub>8</sub>(OH)<sub>2</sub>, CaAl<sub>2</sub>(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>(OH)<sub>4</sub>3H<sub>2</sub>O, Ca<sub>4</sub>Al<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>11H<sub>2</sub>O, Ca<sub>6</sub>Al<sub>2</sub>(CO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>(OH)<sub>12</sub>H<sub>2</sub>O, Ca<sub>4</sub>Al<sub>2</sub>SO<sub>10</sub>H<sub>2</sub>O. Наиболее четко представлены новообразования типа: Ca<sub>3</sub>Si<sub>3</sub>O<sub>8</sub>(OH)<sub>2</sub> (d=3,201Å; 3,038Å; 2,965Å; 2,770Å), Ca<sub>6</sub>Al<sub>2</sub>(CO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>(OH)<sub>12</sub>H<sub>2</sub>O (d=9,407Å; 3,793Å; 2,505Å), Ca<sub>8</sub>Al<sub>4</sub>O<sub>14</sub>CO<sub>2</sub>·4H<sub>2</sub>O (d=8,369Å; 4,097Å; 2,883Å), CaAl<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>O<sub>8</sub>·4H<sub>2</sub>O (d=7,29Å; 4,921Å; 4,267Å; 3,187Å), Ca<sub>3</sub>Si<sub>2</sub>O<sub>7</sub>·3H<sub>2</sub>O (d=6,46Å; 5,74Å; 4,73Å; 3,19Å) [8]. Наряду с традиционными гидросиликатами кальция в исследуемой системе присутствуют гидросиликаты типа Ca<sub>3</sub>Si<sub>3</sub>O<sub>8</sub>(OH)<sub>2</sub>, образованные вследствие повышенного

содержания в системе Ca(OH)<sub>2</sub> и высокодисперсного кремнезема, внесенного техногенными материалами. Присутствие в системе гидрокарбоалюминатов кальция различных морфологических видов положительно влияет на формирование внутренней структуры конгломерата, армируя ее волокнистыми кристаллами. Отмечается большее содержание плотных субмикроструктурных скоплений гидросиликатов кальция, что подтверждается микроструктурными исследованиями и результатами физико-механических испытаний композиционных вяжущих.

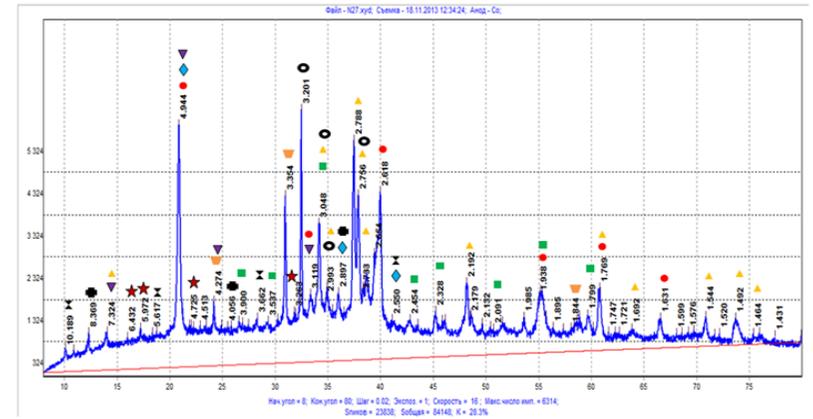


Рис. 5. Рентгенограмма гидратированного цемента+модификатор в возрасте 28 сут:

- Ca(OH)<sub>2</sub>; ▲ CSH(I) - (Синонимы CSH(I); CSH(B) и пр.); CSH(II) - (Синонимы C<sub>2</sub>SH(II), CSH(II); C<sub>2</sub>SH<sub>2</sub> и т.д.); ■ CaCO<sub>3</sub>; ▼ SiO<sub>2</sub>; ○ Ca<sub>3</sub>Si<sub>2</sub>O<sub>8</sub>(OH)<sub>2</sub>; ◆ Ca<sub>6</sub>Al<sub>2</sub>(CO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>(OH)<sub>12</sub>H<sub>2</sub>O; ■ Ca<sub>8</sub>Al<sub>4</sub>O<sub>14</sub>CO<sub>2</sub>·4H<sub>2</sub>O; ▼ CaAl<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>O<sub>8</sub>·4H<sub>2</sub>O; ★ Ca<sub>3</sub>Si<sub>2</sub>O<sub>7</sub>·3H<sub>2</sub>O; X Ca<sub>4</sub>Al<sub>2</sub>SO<sub>10</sub>·H<sub>2</sub>O

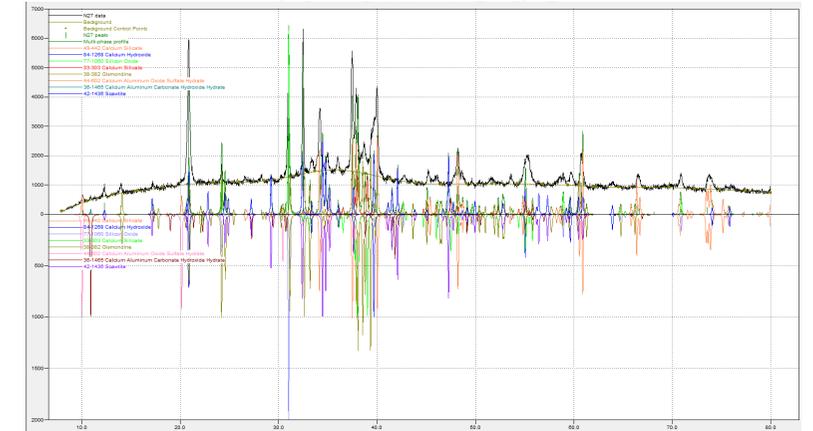


Рис. 6. Результаты расшифровки рентгенограммы гидратированного цемента с KOMM в возрасте 28 сут

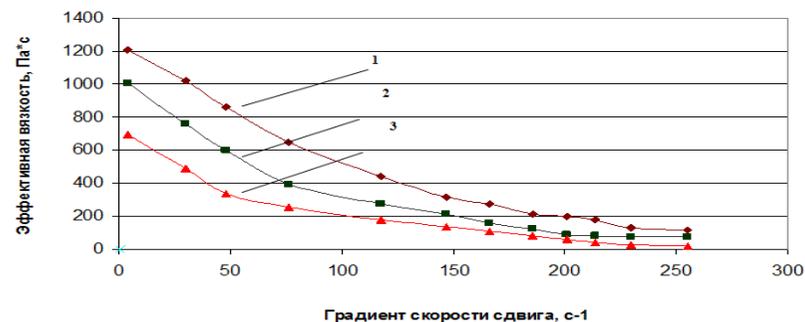


Рис. 7. Реограммы суспензий композиционного вяжущего с различным содержанием КОММ:

1 – контрольный, 2 – 10% КОММ, 3 – 20% КОММ

Установлено, что эффективная вязкость композиционных вяжущих приготовленных, с различным содержанием КОММ имеет различные реологические характеристики, при увеличении содержания КОММ в количестве с 10% до 20% вязкость снижается (рис. 7). Учитывая, что при приготовлении и использовании ремонтных строительных растворов на основе сухих строительных смесей не требуется высокой вязкости, то в дальнейших исследованиях принимаем за оптимальную дозировку введение добавки в количестве 15%.

Для определения физико-механических характеристик композиционных вяжущих на

основе КОММ были отформованы образцы размером 4x4x16 см. Твердение осуществлялось в воздушно-влажностных условиях. Результаты физико-механических испытаний образцов в возрасте 28 суток (табл. 1), свидетельствуют, что введение КОММ в количестве 15%, обеспечивает максимальный показатель предела прочности при сжатии 83,27 МПа при естественном твердении и 67,14 МПа при ТВО.

На основании полученных результатов в последующих экспериментах применяли оптимальную дозировку КОММ в количестве 15%.

Таблица 1

#### Результаты физико-механических испытаний композиционных вяжущих на основе КОММ

Составы, %		Сроки схватывания, мин		Нормальная густота, %	Предел прочности при сжатии, МПа	
Портландцемент	КОММ	начало	конец		в возрасте 28 сут.	ТВО
100	-	160	260	28	50,05	38,91
90	10	150	255	26	71,78	52,86
85	15	145	240	25	83,27	67,14
80	20	130	230	23	50,35	37,23

Таким образом, установлена способность органоминерального модификатора управлять процессами структурообразования при твердении ремонтных смесей. Полиминеральность и высокая удельная поверхность модификатора вносят коррективы в процессы синтеза новообразований за счет пересыщения раствора, высокого разнообразия морфологии и зарядов минеральных частичек, полифункциональности. Это не может не отразиться на формировании кватеронов. Наличие в системе карбонатов, которые реагируют с алюмосодержащими фазами цемента с образованием игольчатых кристаллов кальция, способствует микроармированию матрицы цементного камня. Это приводит к повы-

шению эксплуатационных характеристик ремонтных смесей.

Наличие в полиминеральном модификаторе метаморфогенного кварца с разнообразными включениями и дефектной кристаллической решеткой, кальцита, аморфной и скрытокристаллической фазы шлака, суперпластификатора приводят к созданию высокопористой структуры цементного камня. Установлено, что содержание капиллярных пор снижается на 20%, при росте гелевой пористости системы.

Микрофотографии контактных зон композиционного вяжущего на основе КОММ, использованного при ремонте бетонных изделий, представлены на рис. 8 при различных увеличе-

ниях. На рисунках приведены контактные зоны основного («материнского») бетона и нанесенного раствора, приготовленного на основе цемента с добавкой КОММ. При незначительных увеличениях в возрасте 12 месяцев слабо просматривается контактный слой между подложкой и нанесенным раствором, по мере увеличения изображения контактная зона едва просматривается, отмечаются объемные прорастания гидросиликатов кальция по всему объему контактного слоя. При дальнейшем увеличении отчетливо видна сросшаяся контактная зона, на поверхности которой при увеличении  $\times 10000$  просматривается прорастание игольчатых спицеобразных кристаллов гидросиликатов кальция, что объясняется высоким сродством минералов составляющих данные материалы.

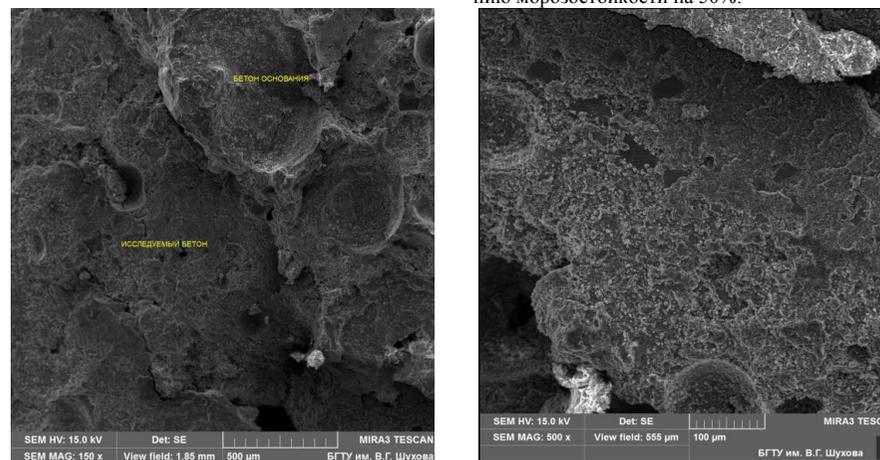


Рис. 8. Контактные ремонтные зоны основного и растворного материала

Специфика структуры композиционного вяжущего позволяет активно формироваться новообразованиям и микроструктуры контактных зон и всего камня в целом, что подтверждается результатами физико-механических испытаний, обеспечивая предел прочности при сжатии на 66% превосходящий прочность бездобавочного цемента и составляющий 83,27 МПа. Анализ микроструктуры цементного камня на основе КОММ показал устойчивую тенденцию к зарастанию контактной зоны и созданию прочного единого конгломерата, что подтверждает теоретические положения о действии закона сродства структур в материаловедении, обеспечивая прочность и долговечность данной композиции. Сформированный ремонтный слой является достаточно однородным с наличием равномерно распределенных по объему пор и

Микрофотографии структуры композиционного вяжущего характеризуется однородным плотным строением блоков-агрегатов, которые скреплены по всей контактной зоне продуктами гидратации, отмечается наличие плотных образований контактной сетки с переплетением плотных слоев, которые обеспечивают тесные контакты с минимальным содержанием пор. Это предопределяется наличием тончайших пленок воды между зернами вяжущего и преимущественным образованием в стесненном объеме низкоосновных гидросиликатов кальция различных морфологических типов и других новообразований, отмечается густое микроармирование матрицы, что приводит к повышению адгезии к восстанавливаемому основанию на 30-50%, снижению усадочных явлений, повышению морозостойкости на 50%.

пустот и идентичен основной базовой матрице – тяжелому бетону, что обеспечит реставрированному композиту достаточную прочность и долговечность.

**Выводы.** Таким образом, направленное структурообразование на микро-, макроуровне ремонтных смесей с учетом закона сродства структур позволяет обеспечить оптимальные условия для твердения составов и высокие эксплуатационные характеристики. Кроме того, использование КОММ в составе композиционного вяжущего значительно повышает прочность композита на растяжение и замедляет образование трещин на всех стадиях формирования его структуры и последующей службы, тем самым обеспечивает высокое качество ремонтных и восстановительных работ.

\*Статья подготовлена по результатам выполнения з/б НИР №1978 от 31.01.2014г. в рамках базовой части государственного задания Министерства образования и науки РФ.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Баженов Ю. М. Технология бетона. М.: Изд-во «АСВ», 2003. 500 с.
2. Лесовик Р. В., Баженов Ю.М. Мелкозернистые бетоны на основе композиционных вяжущих и техногенных песков. Белгород: Изд-во БГТУ, 2013. 567 с.
3. Лесовик В. С., Загороднюк Л.Х., Ильинская Г.Г., Великов Д.А. Сухие строительные смеси для ремонтных работ на композиционных вяжущих. Белгород: Изд-во БГТУ, 2013. 147 с.
4. Лесовик Р.В., Глаголев Е.С., Сопин Д.М., Агеева М.С. Высокопрочный мелкозернистый бетон на композиционных вяжущих и техногенных песках для монолитного строительства. Белгород: Изд-во БГТУ, 2013. 106 с.
5. Lesovik V. S., Zagorodnuk L. H., Shkarin A. V., Belikov D. A., Kuprina A. A. Creating Ef-

fective Insulation Solutions, Taking into Account the Law of Affinity Structures in Construction Materials/ World Applied Sciences Journal. 2013. Т. 24. №11. С. 1496-1502.

6. Лесовик В.С., Загороднюк Л.Х., Чулкова И.Л. Закон сродства структур в материаловедении // Фундаментальные исследования, 2014. № 3. Часть 2. С.267-271.
7. Обработка рентгеновских спектров в среде WINDOWS XP с помощью программы difwin: методические указания к выполнению лабораторных и научно-исследовательских работ для студентов специальностей 240304; 270106; 270205 280201./ сост.: В.К. Классен, Т.И. Тимошенко, Ю.Н. Киреев. А.В. Шамшу-ров. Белгород: Изд-во БГТУ, 2008. 41 с.
8. Компьютерная расшифровка рентгеновских спектров: методические указания к выполнению лабораторных и научно-исследовательских работ для студентов специальностей 240304; 270106; 270205 280201./ сост.: Т.И. Тимошенко, А.В. Шамшу-ров, В.К. Классен, В.М. Шамшу-ров, Ю.Н. Киреев. Белгород: Изд-во БГТУ, 2006. 35 с.

Минко В. А., д-р техн. наук, проф.,  
Семиненко А. С., ст. препод.,  
Гулько И. В., аспирант,  
Елистратова Ю. В., магистр  
Белгородский государственный технологический университет им В.Г. Шухова

#### ВЛИЯНИЕ ОТЛОЖЕНИЙ НА РАБОЧИХ ПОВЕРХНОСТЯХ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ НА ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМЫ

ovk.bel@gmail.com

*Рассмотрены особенности работы систем отопления в условиях образования накипи на теплообменных поверхностях элементов системы. Определены зависимости уменьшения расхода теплоносителя, снижения теплоотдачи отопительных приборов, понижения тепловой эффективности пластинчатых теплообменников и другое, от толщины отложений накипи на рабочих поверхностях. Получены критические значения показателей работы элементов системы в условиях «зарастания», при которых необходима замена или очистка оборудования, определены значения толщины слоя накипи, при которых показатели работы падают до критических.*

**Ключевые слова** «зарастание» трубопроводов, отложения накипи, уменьшение расхода теплоносителя, снижение теплоотдачи, понижение тепловой эффективности, ухудшение теплообмена, перерасход электроэнергии, критические значения показателей работы.

Производство и потребление электроэнергии является одним из главных показателей технического прогресса и экономического уровня развития общества.

Проблема рационального потребления и распределения тепловой энергии системами отопления на сегодняшний день весьма актуальна, так как, при различных климатических условиях системы отопления жилых зданий являются наиболее энергоёмкими из инженерных систем [10].

Подсчитано, что среднестатистический россиянин для обогрева своего жилища расходует почти втрое больше топлива, чем аналогичный европейский гражданин, включая и тех, которые проживают в климатической зоне не менее холодной, чем наша [5].

Причина в том, что в системах отопления при эксплуатации теплообменников, трубопроводов, котлов и другого оборудования, в результате осаждения продуктов коррозии и возникновения на рабочих поверхностях биологических, иловых и солевых образований, возникает проблема ухудшение процесса теплообмена и как результат, значительное снижение эффективности работы оборудования.

Зарастание систем отопления отложениями приводит к падению температуры в радиаторах и, соответственно, в помещениях, что приводит к увеличению энергозатрат [8].

Проведенный анализ отложений показывает, что их основу составляет накипь, преимущественно сформированная структурами кристаллов карбоната кальция ( $\text{CaCO}_3$ ) [4].

Образование накипи приводит к ряду серьёзных последствий, усложняющих эксплуата-

цию систем отопления, вызывает значительные термомеханические напряжения в системе.

Образование накипи ведёт к «зарастанию» трубопроводов, в результате чего падает расход на участках трубопровода, что влечёт за собой снижение теплоотдачи отопительных приборов до величин, при которых невозможно обеспечивать оптимальные параметры микроклимата при расчётных температурах на улице.

Используя гидравлический расчёт систем отопления методом характеристик сопротивления, удалось определить зависимость снижения расхода теплоносителя от величины зарастания внутреннего диаметра трубопровода [9].

Определено, что в двухтрубной системе отопления при равномерном уменьшении диаметра трубопровода на 1 мм, расход в системе отопления снижается на 10%, при уменьшении внутреннего диаметра на 2 мм, расход снижается на 22 %, и далее в соответствии с рис. 1(а). В системе с нижней разводкой при одинаковом уменьшении диаметра трубопровода всех участков на 1 мм, расход в системе отопления снижается приблизительно на 20 %, при уменьшении диаметра на 2 мм, расход в системе отопления снижается на 31 %, и далее в соответствии с рис. 1(б). В системе с верхней разводкой снижение расхода вследствие зарастания трубопровода происходит менее интенсивно нежели в системе с нижней разводкой в среднем на 5 % (рис.1 (в))

Наиболее интенсивное снижение расхода в результате зарастания наблюдается у системы с нижней разводкой, а наименее интенсивное снижение расхода в двухтрубной системе отопления. Это обусловлено различными скоростями в системах. В соответствии с расчётом при

больших скоростях перемещения теплоносителя, изменение расхода вследствие зарастания трубопровода происходит медленнее, чем при малых скоростях.

Известно, что снижение расхода на участках системы отопления ведёт к уменьшению расхода теплоносителя в отопительном приборе, что в конечном итоге сказывается на теплоотдаче прибора.

Как известно теплоотдача отопительного прибора определяется по формуле:

$$Q_{пр} = q_{пр} \cdot A_p, \quad (1)$$

где  $A_p$  – расчётная площадь отопительного прибора,  $m^2$ ;  $q_{пр}$  – поверхностная плотность теплового потока прибора,  $Вт/м^2$ .

$$q_{пр} = q_{ном} \left( \frac{\Delta t_{ср}}{70} \right)^{1+n} \left( \frac{G_{пр}}{360} \right)^p, \quad (2)$$

где  $n, p$  – экспериментальные числовые показатели, которые можно найти в специальных таблицах дополнительной литературы, например в литературе [1],  $q_{ном}$  – номинальная плотность теплового потока,  $Вт/м^2$ , так же можно найти в литературе [1].

Используя формулы 1 и 2, пренебрегая из-

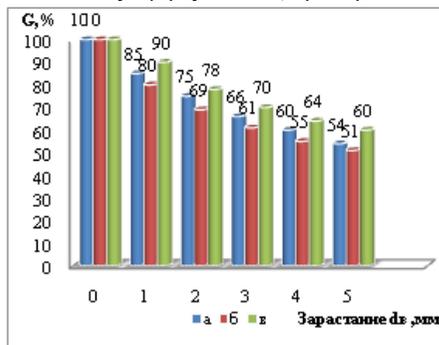


Рис. 1. Изменение расхода теплоносителя в зависимости от «зарастания» трубопровода в процентах в системе верхней разводкой (а), в системе с нижней разводкой (б), в двухтрубной системе (в)

При уменьшении внутреннего диаметра более чем на 10 мм, уменьшение теплоотдачи отопительных приборов снижается более чем на 15%. Для наиболее распространённого диаметра трубопровода  $D_u 20$  это составляет половину внутреннего сечения. При таком уменьшении теплоотдачи приборов, невозможно поддерживать расчётную температуру в помещении, а достижение оптимальных значений температуры приводит к перерасходу электроэнергии, топлива и теплоносителя. Параметры работы системы отопления падают до критических, при которых необходима либо замена, либо эффективная очистка трубопровода.

менением  $\Delta t$ , определим во сколько раз уменьшится теплоотдача отопительного прибора при уменьшения расхода теплоносителя в приборе  $G_{пр}$  в  $n$  раз.

Поскольку  $A_p$ ,  $q_{ном}$ ,  $n$ ,  $p$  и  $\Delta t_{ср}$  не изменяются, отношение первоначального значения тепловой нагрузки  $Q_{пр}$  к тепловой нагрузке прибора, полученной в результате уменьшения расхода в  $n$  раз  $Q'_{пр}$  определяется:

$$\frac{Q_{пр}}{Q'_{пр}} = \frac{G_{пр}^p}{(G_{пр}/n)^p} \quad (3)$$

Таким образом можно проследить за изменением тепловой нагрузки приборов в результате снижения расхода теплоносителя в них.

Например, при «зарастании» участка стояка на 1мм, расход в отопительном приборе падает на 18% теплоотдача приборов на стояке 1 уменьшается на 2%. При «зарастании» на 2 мм, теплоотдача отопительных приборов уменьшается в среднем на 4%, при уменьшении диаметра на 3мм, теплоотдача снижается на 6% при уменьшении на 4 мм – на 7% и далее в соответствии с рис. 2.

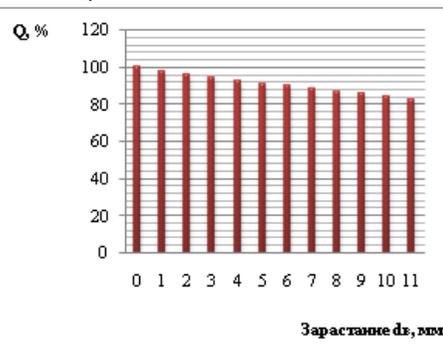


Рис. 2. Изменение теплоотдачи отопительных приборов двухтрубной системы отопления при уменьшении внутреннего диаметра трубопровода

Накись на поверхности нагрева теплообменника увеличивает термическое сопротивление теплопередающей стенки и, следовательно, снижает коэффициент теплопередачи аппарата [7].

Так как коэффициент теплопроводности накипи имеет весьма низкое значение, то даже незначительный слой отложений создает большое термическое сопротивление.

Тепловая эффективность загрязненного теплообменника к такому же теплообменнику с чистой поверхностью, характеризуется отношением коэффициентов теплопередачи, которое определяется по формуле (4) [2, 6]:

$$\frac{k}{k_0} = \frac{1}{1 + k_0 \frac{\delta_n}{\lambda_n}}, \quad (4)$$

где  $k$  – коэффициент теплопередачи загрязнённого теплообменника,  $Вт/(м^2 \cdot К)$ ;  $k_0$  – коэффициент теплопередачи чистого теплообменника,  $Вт/(м^2 \cdot К)$ ;  $\delta_n$  – толщина слоя накипи,  $м$ ;  $\lambda_n$  – коэффициент теплопроводности накипи,

$Вт/(м \cdot К)$ .

Если проанализировать тепловую эффективность загрязнённых в различной степени теплообменников имеющих другие расчётные коэффициенты, согласно литературе [6], получим данные представленные в виде графиков на рис.3.

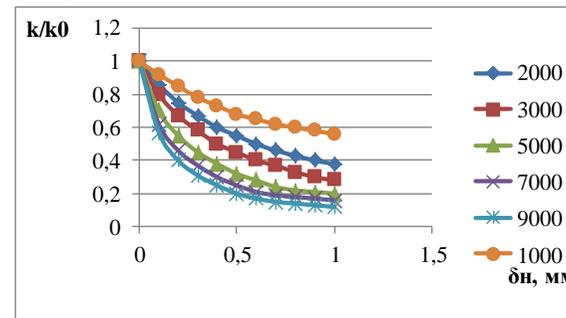


Рис. 3. Зависимость тепловой эффективности загрязнённого теплообменника от толщины слоя накипи при различных значениях коэффициента теплопередачи чистого теплообменника

Из показанных на рисунке 3 зависимостей, можно извлечь важное следствие: теплообменник с высоким расчётным коэффициентом значительно более чувствителен к загрязнению, чем теплообменник с низким расчётным коэффициентом теплопередачи. Теплообменники с расчётными коэффициентами более 3000  $Вт/(м^2 \cdot К)$ , при образовании накипи толщией более 0,5 мм теряют тепловую эффективность более чем в половину от расчётной, что является критическим значением, при котором дальнейшая эксплуатация теплообменника нецелесообразна.

Образование накипи в котле ухудшает коэффициент теплоотдачи от стенки к нагреваемой среде и способствует тому, что температура стенки трубы становится выше температуры кипения воды при данном давлении [3]. Известно, что слой накипи величиной 0,3 - 0,4 мм для котлов серии ДКВР опасен, а при толщине отложений более 0,5 мм эксплуатация котла должна быть запрещена [3].

В проточной части бессальниковых насосов АЭС (ГЦН) отложения могут вызывать перераспределение механических нагрузок.

Отложения в рабочих органах арматуры изменяют ее характеристики и так же усложняют эксплуатацию.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1 Богословский В. Н., Сканави А. Н. Отопление: Учеб. Для вузов. М.: Стойиздат, 1991. 735 с.

2. Михеев М. А., Михеева И. М. Основы теплопередачи. – М.: Энергия, 1973. - 320с.  
 3. Современные тенденции конструирования, технологии изготовления и расчета теплообменного оборудования / Сборник научных трудов под редакцией В. В.Пугача. М.: ВНИИ Нефтемаш. 1987. 143 с.  
 4. Шейвейко А. Н. Регулирование процесса образования отложений в оборудовании ТЭС и АЭС с целью увеличения эффективности теплообмена: дис. ... канд. техн. наук: 05.14.14 / Шейвейко Александр Николаевич. М., 1990. 172с.  
 5. Экономические аспекты проблем отопления [электронный ресурс] / К.Р. Горянин // сайт Русская стройка. – 2012. –режим доступа: <http://stroyrussian.ru/otoplenie/elektricheskiesistemy-otopleniya/19-ekonomicheskie-aspekty-problem-otopleniya>  
 6. Пластинчатые теплообменники - дело тонкое [электронный ресурс] / О.В. Жаднов // *Новости теплоснабжения*. 2005. № 3. – режим доступа: [http://www.rosteplo.ru/Tech\\_stat/stat\\_shablon.php?id=2224](http://www.rosteplo.ru/Tech_stat/stat_shablon.php?id=2224)  
 7. Миропольский З. Л., Бубликов, И. А., Новиков Б.Е.. Исследование термического сопротивления отложений в теплообменниках, охлаждаемых технической водой // *Теплоэнергетика*. 1992. №5. С.71-74.  
 8. Колца Л.Н., Елистратова Ю.В., Семенов А.С. Влияние отложений солей жёсткости на теплоотдачу отопительных // *Современные наукоемкие технологии*. 2014. № 7-2. С. 58-59.

9. Минко В.А., Семенов А.С., Елистратова Ю.В. Допущения и предпосылки методов гидравлического расчёта систем отопления // Успехи современного естествознания. 2014. № 4. С. 114-118.

10. Кобелев Н.С., Минко В.А., Кобелев

В.Н., Семенов А.С., Гунько И.В., Токарева А.В., Тарасов Д.М. Энергосберегающее решение в биосферных системах отапливаемых жилых и общественных зданиях // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2014. № 2. С. 62-65.

Логанина В.И., д-р. техн. наук, проф.,  
Жегера К.В., аспирант,

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

## ВЛИЯНИЕ СИНТЕЗИРУЕМЫХ АЛЮМОСИЛИКАТОВ НА СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЕ ЦЕМЕНТНЫХ СУХИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ СМЕСЕЙ

loganin@mail.ru

*Приведены сведения о химическом составе добавки на основе синтезированных алюмосиликатов, исследована эффективность применения синтезируемых алюмосиликатов в цементных композициях как модифицирующей добавки, регулирующей структурообразование и повышающей эксплуатационные свойства цементных систем. Показано, что цементный камень на основе композиционного цементного вяжущего имеет более низкое содержание свободной воды в образцах, наблюдается увеличение количества химически связанной воды. С увеличением содержания алюмосиликатов в композиционном вяжущем количество химически связанной воды увеличивается. Изучен характер изменения пористости цементных систем при введении в рецептуру цементного композита синтезированной добавки. Выявлено, что введение в состав сухих строительных смесей синтезированных алюмосиликатов породы приводит к уменьшению общей и капиллярной и увеличению гелевой и контракционной пористости, повышению прочности при сжатии в возрасте 90 суток воздушно-сухого твердения на 27,93-52,72%.*

*Приведены сведения о кинетике предела прочности при сжатии цементных композитов, твердеющих в воздушно-сухих условиях. Исследована микроструктура образца, на основе композиционного вяжущего, содержащего 10% добавки от массы цемента. Установлено, что применение композиционного вяжущего, включающего синтезированные алюмосиликаты, приводит к формированию более прочной структуры цементного камня.*

**Ключевые слова:** сухие строительные смеси, синтезированные алюмосиликаты, химический состав структурообразование, прочность, пористость.

**Введение.** На сегодняшний день наблюдается увеличение объема производства сухих строительных смесей (ССС) [1,2]. При проведении отделочных работ применяют в основном СССР, поставляемые зарубежными фирмами «Tikkurila», «Saraol» и др., что удорожает стоимость работ и делает их зависимыми от импортных поставок. В структуре себестоимости отечественных СССР значительную долю составляет стоимость импортных модифицирующих добавок. В связи с этим актуальным является разработка отечественных модифицирующих добавок, что позволит снизить стоимость СССР.

Для регулирования структуры и свойств сухих строительных смесей в рецептуру вводят различные модифицирующие добавки, позволяющие существенно повысить эксплуатационные характеристики и регулировать структурообразование материала. Все ранее известные методики наноструктурирования строительных материалов можно разделить на две группы. Первая группа представляет методики, связанные с введением в материал синтезированных нанообъектов; вторая группа представляет собой методики, включающие синтез нанообъектов в материале в процессе изготовления [3 - 6].

Проведенный анализ научно-технической литературы выявил, что в настоящее время усилия зарубежных и отечественных ученых в основном сосредоточены на применении в структуре строительных композитов модифицированных нанообъектов – углеродных нанотрубок, углеродных и оксидных наночастиц. [7 - 11].

Ранее проведенные исследования подтверждают целесообразность применения нанодисперсных добавок – синтезированных гидросиликатов кальция (ГСК), золя кремниевой кислоты, органоминеральных добавок в рецептуре сухих строительных смесей для обеспечения повышения стойкости покрытия [12 - 14].

**Методология.** В [15,16] предложено для регулирования структурообразования СССР вводить в их рецептуру цеолиты, синтезированные алюмосиликаты. Технология синтеза заключалась в осаждении алюмосиликатов из натриевого жидкого стекла сульфатом алюминия  $Al_2(SO_4)_3$ . Целью настоящей работы является исследование эффективности применения синтезируемых алюмосиликатов в цементных композициях как модифицирующей добавки, регулирующей структурообразование и повышающей эксплуатационные свойства цементных систем.

**Основная часть.** В работе применяли натриевое жидкое стекло с модулем  $M=2,4$ ,

сульфат алюминия (ГОСТ 12966-85) производства ООО «АЛХИМ» (г.Тольятти).

Микроструктура полученной добавки была изучена с помощью электронного микроскопа при увеличении в 20 000 раз (рис. 1.)

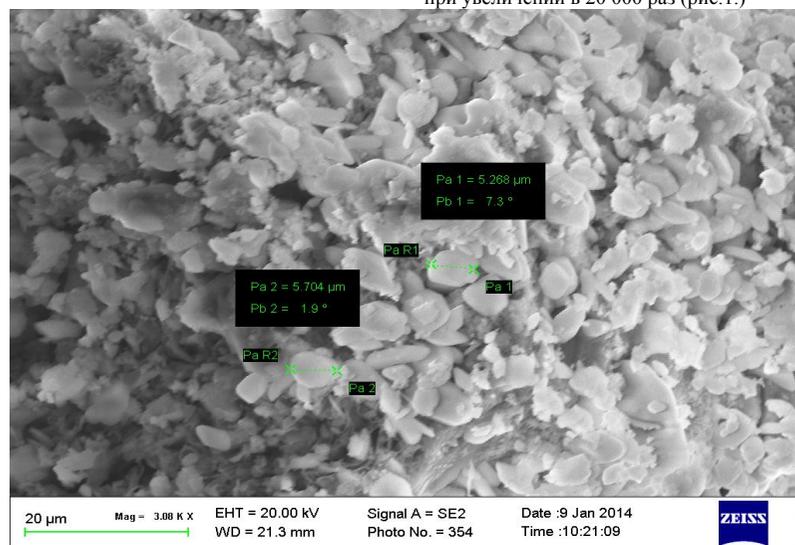


Рис.1. Микроструктура синтезированных алумосиликатов

Установлено, что структура добавки представлена, в основном, частицами округлой формы размера 5,208-5,704μm, но встречаются частицы лещадной формы с размером 7,13-8,56μm.

Удельная поверхность частиц, измеренная методом БЭТ, составляет  $S_{уд} = 86,5 \pm 3,5 \text{ м}^2/\text{г}$ [16]. Химический состав синтезируемой добавки приведен в табл.1.

**Результаты химического анализа всех элементов присутствующих в синтезированной добавке**

Содержание химических элементов в весовых %	O	Na	Al	Si	S
Максимальное	60.91	24.23	8.29	31.26	18.69
Минимальное	36.73	8.61	1.10	7.92	0.68

Анализируя полученные данные табл.1. выявлено высокое содержание химических элементов O, Si и Na – соответственно 60,91%, 31,26% и 24,23%, что свидетельствует о преобладании соответствующих оксидов.

Предлагаемая синтезированная добавка была использована для получения цементного композиционного вяжущего. В работе применялся Вольский портландцемент марки 400. Содержание синтезированной добавки составляло 10%, 20% и 30% от массы цемента. Для изготовления образцов было выбрано оптимальное соотношение воды и цемента, равное В/Ц=43%. Образцы твердели в воздушно-сухих условиях при температуре 18-20°C и относительной влажности воздуха 60-70%.

На рис. 2 приведены экспериментальные данные оценки прочности цементных образцов.

Таблица 1

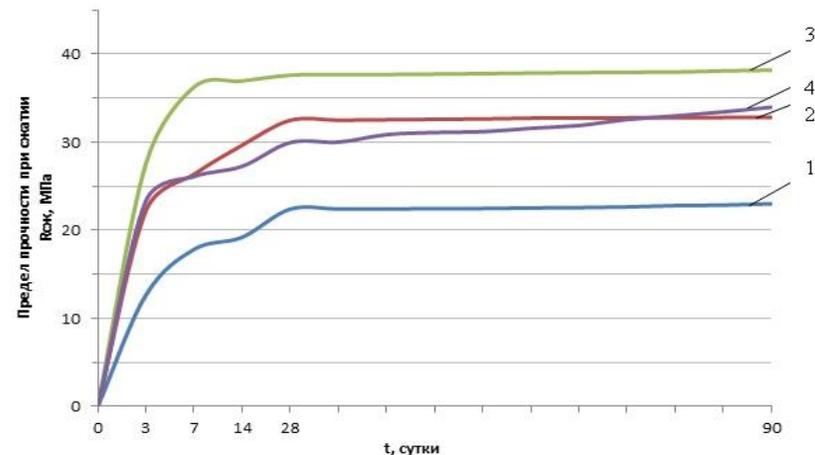


Рис. 2. Кинетика твердения в воздушно-сухих условиях цементных образцов: 1 – контрольный образец; 2 – композиционное вяжущее (содержание добавки синтезированного алумосиликата 10% от массы цемента); 3 – композиционное вяжущее (содержание добавки 20% от массы цемента); 4 – композиционное вяжущее (содержание добавки 30% от массы цемента).

**Содержание свободной и химически связанной воды в цементном композите в зависимости от содержания добавки**

Содержание воды в цементе	Содержание добавки (%), от массы цемента			
	-	10	20	30
свободная	7,3%	6,7%	6,1%	3,3%
химически связанная	14,5%	15,2%	17,0%	18,3%

Анализ данных, представленных в табл.2., свидетельствует, что цементный камень на основе композиционного цементного вяжущего имеет более низкое содержание свободной воды в образцах, составляющее 6,7-3,3% в зависимости от содержания добавки. Наблюдается увеличение количества химически связанной воды. Так, у цементного камня (контрольный состав) количество химически связанной воды состав-

ляет 14,5%, а на основе композиционного вяжущего, содержащего 20% алумосиликатов, - 17,0%. С увеличением содержания алумосиликатов в композиционном вяжущем количество химически связанной воды увеличивается, что положительно влияет на структурообразование цементного композита.

Был изучен характер изменения пористости цементных систем различного состава (табл.3.).

**Изменение значения пористости цементных образцов в зависимости от содержания добавки**

Составы	Пористость, %			
	общая	капиллярная	гелевая	контракционная
контрольный	41,1	18,7	15,5	7,0
10% добавки	40,3	16,7	16,3	7,3
20% добавки	38,3	12	18,1	8,2
30% добавки	36,9	9	19,5	8,8

Как видно из приведенных данных в табл.3., в цементном камне на основе композиционного вяжущего наблюдается уменьшение общей и капиллярной пористости и увеличение гелевой и контракционной пористости по сравнению с контрольным образцом, что приводит к повышению стойкости цементного композита [17,18, 19, 20].

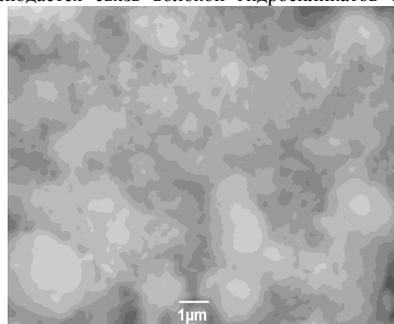
Измерение структуры цементного камня производились при помощи растрового сканирующего электронного микроскопа типа Electron Microscope JSM – 6390LV фирмы Schanning. Режим фотосъемки проведен в условиях низкого вакуума - 50МПа при увеличении 10 000раз.

Микроструктура образца на основе композиционного вяжущего, содержащего 10% добав-

Таблица 2

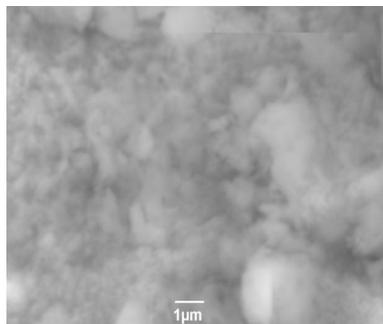
Таблица 3

ки от массы цемента (Б), характеризуется меньшими размерами частиц новообразований. Наблюдается связь волокон гидросиликатов с



а

сотовидной решеткой синтезированных алюмосиликатов.



б

Рис.3. Микроструктура образцов:  
а – контрольный образец, б – образец с добавкой 10% от массы цемента

Предлагаемое композиционное вяжущее, содержащее синтезированные алюмосиликаты, было использовано при разработке рецептуры плиточного клея. Полученные экспериментальные данные свидетельствуют об эффективности их применения: повышается водоудерживающая способность, прочность сцепления, увеличивается стойкость к сползанию.

**Заключение.** Таким образом, проведенные исследования свидетельствуют об эффективности применения синтезируемых алюмосиликатов в цементных композитах как добавки, регулирующей структурообразование. Установлено, что применение композиционного вяжущего, включающего синтезированные алюмосиликаты, приводит к формированию более прочной структуры цементного камня. Выявлено, что введение в состав сухих строительных смесей синтезированных алюмосиликатов породы приводит к уменьшению общей и капиллярной и увеличению гелевой и контракционной пористости, повышению прочности при сжатии в возрасте 90 суток воздушно-сухого твердения на 27,93-52,72%.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Горегляд С.Ю., Сапачева Л.В. Российские дни сухих строительных смесей // Строительные материалы. 2011. №12. С. 54-55.
2. Миронова А.С. Нанодисперсные штукатурные композиции для повышения долговечности фасадов зданий: дис...канд. техн. наук. Самара. 2011. – 234 с.
3. Строкова В.В., Везенцев А.И., Колесников Д.А., Шиманская М.С. Свойства синтетических нанотубулярных гидросиликатов // Вест-

ник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2010. №4. С. 30–34.

4. Володченко А.Н., Лесовик В.С. Силикатные автоклавные материалы с использованием нанодисперсного сырья // Строительные материалы. 2008. №11. С. 42-44.

5. Wen-Yih Kuo, Jong-Shin Huang, Chi-Hsien Lin Effects of organo-modified montmorillonite on strengths and permeability of cement mortars // Cement and Concrete Research. 2006. № 36(5). Pp. 886-895

6. Ventolà L., Vendrell M., Giraldez P., Merino L. Traditional organic additives improve lime mortars: New old materials for restoration and building natural stone fabrics // Construction and Building Materials. 2011. № 25(8). Pp. 313-318.

7. Vejmelková E., Keppert M., Keršner Z., Rovnaníková P., Černý R. Mechanical, fracture-mechanical, hydric, thermal, and durability properties of lime–metakaolin plasters for renovation of historical buildings // Construction and Building Materials. 2012. № 31. Pp. 22-28.

8. Sevim İşçi, F. Seniha Güner, Ö. Işık Ece, Nurfer Güngör Investigation of rheological and colloidal properties of bentonitic clay dispersion in the presence of a cationic surfactant // Progress in Organic Coatings. 2005. № 54(1). Pp. 28-33.

9. Luckham Paul F, Rossi S. The colloidal and rheological properties of bentonite suspensions // Advances in Colloid and Interface Science. 1999. № 82(1–3). Pp. 43-92.

10. Swaminatham V, Kildsig D.O. Effect of magnesium stearate on the Content Uniformity of Active Ingredient in Pharmaceutical Mixture: AAPS PharmSciTech. 2002. № 19. Pp. 18-23

11. Winnefeld F., Kaufmann J., Hack E., Harzer S., Wetzel A., Zurbriggen R. Moisture induced length changes of tile adhesive mortars and their impact on adhesion strength // Construction and Building Materials. 2012. № 30. Pp. 426-438

12. Логанина В.И., Давыдова О.А., Симонов Е.Е. Исследование закономерностей влияния золя кремниевой кислоты на структуру и свойства диатомита // Строительные материалы. 2011. № 12. С. 63.

13. Логанина В.И., Макарова Л.В., Сергеева К.С. Свойства известковых композитов с силикатсодержащими наполнителями // Строительные материалы. 2012. № 3. С. 30-31.

14. Логанина В.И., Петухова Н.А., Горбунов В.Н., Дмитриева Т.Н. Перспективы изготовления органоминеральной добавки на основе отечественного сырья // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2009. № 9. С. 36-39.

15. Дружинкин С.В. Сухие строительные смеси на основе цеолитсодержащих пород: дис...канд. техн. наук: Красноярск, 2010. – 169 с.

16. Логанина В.И., Жерновский В.И., Садовникова М.А., Жегера К.В. Добавка на основе алюмосиликатов для цементных систем // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. 2013. Т. 5. №6. С. 8-11.

17. Горчаков Г.И., Капкин М.М., Скрамтаев Б.Г. Повышение морозостойкости бетона в конструкциях промышленных и гидротехнических сооружений. М.: Изд. «Стройиздат», 1965. 190 с.

18. Jenni Aю, Holzer M, Zurbriggen M., Herwegh M. Influence of polymers on microstructure and adhesive strength of cementitious tile adhesive mortars // Cement and Concrete Research. 2005. № 35(1). Pp. 35-50.

19. Maranhão F.L., Loh K., John V.M. The influence of moisture on the deformability of cement-polymer adhesive mortar // Construction and Building Materials. 2011. № 25(6). Pp. 2948-2954.

20. Andrejkovicova S., Ferraz L., Velosa A.L., Silva A.S. and Air F.R. Lime mortars with incorporation of sepiolite and synthetic zeolite pellets // Acta Geodyn. Geomater. 2012. № 9(1/(165)). Pp. 79–91.

Даниленко Е. П., доц.,  
Порошенко А. А., студент

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

## КАДАСТРОВЫЕ РАБОТЫ В СТРУКТУРЕ РАБОТ ПО МЕЖЕВАНИЮ ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ

danilenko\_ep@mail.ru

Федеральным законом от 24.07.2007 г. № 221-ФЗ «О государственном кадастре недвижимости» установлено, что «... в результате проведения кадастровых работ обеспечивается подготовка документов, необходимых для осуществления кадастрового учета». Для земельных участков таким документом является Межевой план. Однако в российском законодательстве не содержится исчерпывающего перечня работ, относящихся к понятию «кадастровые». До настоящего времени при выполнении работ по подготовке Межевых планов кадастровые инженеры руководствуются Инструкцией по межеванию земель (Комитет Российской Федерации по земельным ресурсам и землеустройству, 1996) и Методическими рекомендациями по проведению межевания объектов землеустройства (Росземкадастр, 2003). Авторами статьи сделана попытка выделить в составе работ по межеванию земельных участков работы, которые можно отнести к понятию «кадастровые работы».

**Ключевые слова:** кадастровые работы, государственный кадастровый учёт, земельные участки, межевание, кадастровые инженеры

В соответствии с федеральным законом от 24.07.2007 г. № 221-ФЗ «О государственном кадастре недвижимости» (далее - Закон о кадастре), кадастровые работы – это работы, в результате которых обеспечивается подготовка документов, содержащих сведения о недвижимом имуществе, необходимые для осуществления кадастрового учета [1]. Для государственного кадастрового учёта земельных участков таким документом является Межевой план, в котором в текстовой и графической частях отображаются необходимые для осуществления кадастрового учёта сведения, в том числе площадь земельного участка и местоположение его границ, согласованное со смежными землепользователями.

Инструкцией по межеванию земель, утвержденной Комитетом Российской Федерации по земельным ресурсам и землеустройству 08.04.1996 г., установлено, что «... Межевание земель представляет собой комплекс работ по установлению, восстановлению и закреплению на местности границ земельного участка, определению его местоположения и площади. Межевание земельного участка завершается формированием Межевого дела» [2].

Методическими рекомендациями по проведению межевания объектов землеустройства от 17.02.2003 г. установлено, что «... Межевание объектов землеустройства представляет собой работы по установлению на местности границ муниципальных образований и других административно-территориальных образований, границ земельных участков с закреплением таких границ межевыми знаками и определению их координат» [3]. Результатом работ по Межеванию объектов землеустройства является состав-

ление карты (плана) объекта землеустройства или карты (плана) границ объекта землеустройства и формирование Землеустроительного дела.

Из вышеизложенного следует, что кадастровые работы для целей государственного кадастрового учёта земельных участков и межевание земельных участков имеют схожие виды работ, в результате которых подготавливаются документы, содержащие одинаковые характеристики земельных участков и сведений о них.

В ходе изучения и анализа вышеперечисленных нормативных документов, регламентирующих проведение межевания, проведено сравнение назначения, исполнителей и итоговых документов при кадастровых работах и работах по межеванию земель.

1. В соответствии с Инструкцией по межеванию земель, установление и закрепление границ земельных участков на местности выполняются при получении гражданами и юридическими лицами новых земельных участков, при купле - продаже, мене, дарении всего или части земельного участка, а также по просьбе граждан и юридических лиц, если документы, удостоверяющие их права на земельный участок, были выданы без установления и закрепления границ на местности [2]. Восстановление границ земельного участка выполняются при наличии межевых споров, а также по просьбе граждан и юридических лиц в случае полной или частичной утраты на местности межевых знаков и других признаков границ принадлежащих им земельных участков. Итоговым документом о межевании земельного участка является Межевое дело в составе:

1) пояснительная записка;

2) копия или выписка из решений государственных, муниципальных и местных организаций о предоставлении земельного участка;

3) копия или выписки из документов, на основании которых установлен особый режим использования земель;

4) копия договора о купле - продаже, дарственной, завещания или другого документа (если такие действия осуществлялись);

5) справки о вкрапленных земельных участках;

6) списки координат пунктов ОМС;

7) списки координат межевых знаков;

8) акт проверки состояния ранее установленных границ земельного участка;

9) технический проект (задание) с рабочим (разбивочным) чертежом;

10) извещения о вызове собственников, владельцев и пользователей размежевываемого и смежных с ним земельных участков для участия в действиях по межеванию земель;

11) доверенности лицам, уполномоченным собственниками, владельцами, пользователями земельных участков, на участие в установлении, согласовании и закреплении на местности границ размежевываемого земельного участка;

12) акт установления и согласования границ земельного участка;

13) акт о сдаче пунктов ОМС на наблюдение за сохранностью;

14) акт контроля и приемки материалов межевания земель производителем работ;

15) чертеж границ земельного участка;

16) ведомость вычисления площади земельного участка;

17) акт государственного контроля за установлением и сохранностью межевых знаков.

2. В соответствии с «Методическими рекомендациями по проведению межевания объектов землеустройства», межевание объектов землеустройства проводится [3]:

1) как технический этап реализации утвержденных проектных решений о местоположении границ объектов землеустройства при образовании новых или упорядочении существующих объектов землеустройства;

2) как мероприятие по уточнению местоположения на местности границ объектов землеустройства при отсутствии достоверных сведений об их местоположении путем согласования границ на местности;

3) как мероприятие по восстановлению на местности границ объектов землеустройства при наличии в государственном земельном кадастре (в настоящее время - государственном кадастре недвижимости) сведений, позволяющих определить положение границ на местности с точно-

стью межевания объектов землеустройства (далее - восстановление на местности границ объекта землеустройства).

Материалы межевания объектов землеустройства и карта (план) объекта землеустройства (карта (план) границ объекта землеустройства) формируются в Землеустроительное дело в составе, аналогичном Межевому делу.

3. В соответствии с п. 1 ст. 38 Закона о кадастре, Межевой план представляет собой документ, который составлен на основе кадастрового плана соответствующей территории (КПТ) или кадастровой выписки о соответствующем земельном участке, и в котором воспроизведены определенные внесенные в государственный кадастр недвижимости сведения, и указаны сведения об образуемом земельном участке или земельных участках, либо о части или частях земельного участка, либо новые сведения о земельном участке или земельных участках, необходимые для внесения в государственный кадастр недвижимости [1]. Форма межевого плана и требования к его подготовке утверждены Приказом Министерства экономического развития РФ от 24.11.2008 г. № 412 «Об утверждении формы межевого плана и требований к его подготовке, примерной формы извещения о проведении собрания о согласовании местоположения границ земельных участков» [4]. Подготовка Межевого плана осуществляется в результате выполнения кадастровых работ для представления в орган кадастрового учета при постановке на учет земельного участка или земельных участков, при учете изменений характеристик земельного участка, при учете части земельного участка.

Межевой план состоит из текстовой и графической частей, которые делятся на разделы, обязательные для включения в состав межевого плана, и разделы, включение которых в состав межевого плана зависит от вида кадастровых работ. К текстовой части межевого плана относятся следующие обязательные разделы:

- титульный лист;
- содержание;
- исходные данные;
- сведения о выполненных измерениях и расчетах;

- заключение кадастрового инженера.

К графической части межевого плана относятся следующие разделы:

- схема геодезических построений;
- схема расположения земельных участков;
- чертеж земельных участков и их частей;
- абрисы узловых точек границ земельных участков.

На основе Инструкции по межеванию земель (с учётом положений Методических рекомендаций по проведению межевания объектов землеустройства) составлена таблица 1, в которой отобран список работ, выполняемых в процессе межевания и список документов, получаемых в результате этих работ.

Результаты анализа сведений и документов, получаемых в результате проведения межевания земельных участков на предмет выявления необходимости их включения в разделы Межевого плана представлены в таблице 2.

Таблица 1

## Межевание земельных участков

№ п/п	Вид работ	Получаемый (изготавливаемый) документ	Источник получения документа
1	2	3	4
1	Подготовительные работы: - сбор исходных данных	КПТ (кадастровый план территории кадастрового квартала) Список координат пунктов опорной межевой сети Схемы расположения и списки координат пунктов ГГС Договоры купли - продажи и сведения о других сделках с земельным участком Постановление районной, городской (поселковой) или сельской администрации о предоставлении гражданину или юридическому лицу земельного участка Чертёж границ или кадастровые карты (планы) с границами ЗУ	Орган кадастрового учёта Управление Росреестра (фонд геодезических и картографических данных) Управление Росреестра (фонд геодезических и картографических данных) Заказчик работ по межеванию, правообладатель земельного участка Администрация города(села, посёлка)
2	Полевое обследование пунктов геодезической опоры и межевых знаков	Акт обследования пунктов ОМС	Проектно - изыскательские организации, граждане и юридические лица, получившие в установленном порядке лицензии на право выполнения работ
3	Составление технического проекта межевания земель	Технический проект межевания земельного участка	Проектно - изыскательские организации, граждане и юридические лица, получившие в установленном порядке лицензии на право выполнения работ
4	Уведомление собственников, владельцев и пользователей о межевании земель	Извещение о времени проведения межевых работ	Проектно - изыскательские организации, граждане и юридические лица, получившие в установленном порядке лицензии на право выполнения работ
5	Установление и согласование границ земельного участка на местности	Акт установления и согласования границ объекта землеустройства Абрис земельного участка	Проектно - изыскательские организации, граждане и юридические лица, получившие в установленном порядке лицензии на право выполнения работ
6	Определение координат межевых знаков	Полевой журнал измерений	Проектно - изыскательские организации, граждане и юридические лица, получившие в установленном порядке лицензии на право выполнения работ
7	Определение площади земельного участка	Ведомость вычисления площади земельного участка	Проектно - изыскательские организации, граждане и юридические лица, получившие в установленном порядке лицензии на право выполнения этих работ
8	Составление чертежа границ земельного участка	Чертёж границ	Проектно - изыскательские организации, а также граждане и юридические лица, получившие в установленном порядке лицензии на право выполнения работ

Продолжение табл. 1

1	2	3	4
9	Контроль и приемка материалов межевания земель производителем работ	Акт контроля и приемки материалов межевания земель производителем работ	Комитет по земельным ресурсам и землеустройству (уполномоченная им проектно-изыскательская организация по землеустройству.) - в настоящее время Управление Росреестра по субъекту РФ
10	Государственный контроль за установлением и сохранностью межевых знаков	Акт государственного контроля за установлением и сохранностью межевых знаков	Комитеты по земельным ресурсам и землеустройству (в настоящее время Управление Росреестра по субъекту РФ)
11	Формирование межевого дела	Межевое дело	Проектно - изыскательские организации, граждане и юридические лица, получившие в установленном порядке лицензии на право выполнения работ

Таблица 2

## Включение документов межевого (землеустроительного) дела в Межевой план

№ п/п	Документы Межевого (землеустроительного) дела	Включение в состав Межевого плана (да/нет)	Наименование раздела Межевого плана (МП)
1	2	3	4
1	Исходные данные: -КПТ -Список координат пунктов ОМС -Схемы и списки координат пунктов ГГС -Выписки из книги регистрации земельного участка -Договоры купли - продажи и сведения о других сделках с земельным участком -Постановление районной, городской (поселковой) или сельской администрации о предоставлении земельного участка гражданину или юридическому лицу -Чертёж границ или кадастровые карты(планы) с границами ЗУ -Сведения об особом режиме использования земель -Сведения о наличии межевых споров по данному земельному участку	да да да нет да да да	Раздел «Исходные данные» реквизит «1.Перечень документов, использованных при подготовке межевого плана», Приложение к МП Раздел «Исходные данные» реквизит «2.Сведения о геодезической основе, использованной при подготовке межевого плана» Схемы - в графической части МП, раздел «Схема расположения ЗУ»; Списки координат - Раздел «Исходные данные» реквизит «2.Сведения о геодезической основе, использованной при подготовке межевого плана» - Раздел «Исходные данные» реквизит «1.Перечень документов, использованных при подготовке межевого плана», Приложение к МП Раздел «Чертеж земельных участков и их частей», Приложение к МП Раздел «Исходные данные» реквизит «1.Перечень документов, использованных при подготовке межевого плана», Приложение к МП Раздел «Исходные данные» реквизит «1. Перечень документов, использованных при подготовке межевого плана», Приложение к МП

Продолжение табл. 2

1	2	3	4
2	Акт обследования пунктов ОМС	нет	-
3	Список координат поворотных точек границ ЗУ	да	Раздел «Сведения об образуемых земельных участках и их частях» реквизит «1. Сведения о характерных точках границ образуемых земельных участков»
4	Технический проект межевания ЗУ	нет	-
5	Полевой журнал измерений	нет	-
6	Извещение о времени проведения межевых работ	нет	-
7	Абрис	да	Раздел «Абрисы узловых точек границ земельных участков»
8	Чертеж (план) ЗУ	да	Раздел «Чертеж земельных участков и их частей»
9	Ведомость вычисления площади земельного участка	нет	-
10	Акт контроля и приемки материалов межевания земель производителем работ	нет	-
11	Акт государственного контроля за установлением и сохранностью межевых знаков	нет	-
12	Акт установления и согласования границ земельного участка	да	Раздел «Акт согласования местоположения границы земельного участка»

Проанализировав таблицу 2, отмечаем, что некоторые из документов, получаемых при межевании земельных участков, являются избыточными для составления Межевого плана. Выделим те виды работ при проведении межевания земельных участков, которые будут необходимы для подготовки разделов Межевого плана.

1. *«Подготовительные работы».* На данном этапе исполнитель межевых работ осуществляет сбор исходных материалов (КПТ, свидетельство о праве собственности, выписки из книги регистрации ЗУ и т.д.). При подготовке Межевого плана кадастровый инженер также проводит сбор исходных данных, в состав которых входит: КПТ, список координат пунктов ОМС, постановление районной, городской (поселковой) или сельской администрации о предоставлении гражданину или юридическому лицу земельного участка [5]; чертеж границ или кадастровые карты (планы) с границами ЗУ и т.д.

2. *«Установление и согласование границ земельного участка на местности».* В результате выполнения этого этапа работ составляется Акт согласования границ земельного участка, который обязателен для включения в состав Межевого плана. При согласовании границ необходимо уведомление собственников, владельцев и пользователей смежных земельных участков о проведении межевания земель.

3. *«Определение координат межевых знаков».* Координаты межевых знаков отображаются в разделе Межевого плана «Сведения о выполненных измерениях и расчетах» (реквизит «2. Точность положения характерных точек гра-

ниц земельных участков»). Важно в разделе Межевого плана «Сведения о выполненных измерениях и расчетах» указать метод определения координат (реквизит «1. Метод определения координат характерных точек границ земельных участков и их частей»). Для определения плоских прямоугольных координат межевых знаков используются спутниковые, геодезические, фотограмметрические и картометрические методы [6]. Однако ведомость вычисления координат, включаемая в состав землеустроительного дела, в Межевой план не включается.

4. *«Определение площади земельного участка».* Вычисленная площадь земельного участка указывается в разделе Межевого плана «Сведения о выполненных измерениях и расчетах» (реквизит 4. «Точность определения площади земельных участков»), а также приводится формула, по которой вычисляется площадь земельного участка.

5. *«Составление чертежа границ ЗУ».* В графической части Межевого плана присутствует раздел «Чертеж земельных участков и их частей», в поле которого отображаются все образуемые, либо уточняемые земельные участки, а также части земельных участков.

Далее обозначим виды работ, обязательные при проведении межевания земельного участка, которые являются излишними для формирования Межевого плана:

1) полевое обследование пунктов геодезической опоры и межевых знаков;

2) составление технического проекта межевания земель;

3) государственный контроль за установлением и сохранностью межевых знаков;

4) контроль и приемка материалов межевания земель производителем работ.

Таким образом, по нашему мнению, *Кадастровыми работами* можно назвать следующие виды работ, выполняемые при межевании земельных участков:

1. Подготовительные работы.

2. Установление и согласование границ земельного участка на местности.

3. Определение координат межевых знаков.

4. Определение площади ЗУ.

5. Составление чертежа границ ЗУ.

Предлагаемое исключение из состава работ по межеванию земельных участков этапов, результаты которых не подлежат отображению в Межевом плане, позволит кадастровому инженеру сократить сроки выполнения кадастровых работ, что обеспечит повышение производительности труда, а также снизить их себестоимость. Это, в свою очередь, повлечёт снижение стоимости кадастровых работ для заказчиков – физических и юридических лиц, чем будет обеспечено повышение степени удовлетворённости заказчиков работой кадастровых инженеров и повышение социального статуса кадастровых инженеров.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федеральный закон от 24.07.2007 N 221-ФЗ (ред. от 23.07.2013) «О государственном кадастре недвижимости»: [Электронный ресурс] –

Электр. дан. Режим доступа: <http://www.consultant.ru/>.

2. Инструкция по межеванию земель. (утв. Роскомземом 08.04.1996). [Электронный ресурс] – Электр. дан. Режим доступа: <http://www.consultant.ru/>

3. Методические рекомендации по проведению межевания объектов землеустройства в ред. письма Росземкадастра от 18.04.2003. – [Электронный ресурс] – Электр. дан. Режим доступа: <http://www.consultant.ru/>.

4. Приказ Минэкономразвития России от 24.11.2008 № 412 «Об утверждении формы межевого плана и требований к его подготовке, примерной формы извещения о проведении собрания о согласовании местоположения границ земельных участков» (ред. от 25.01.2012). – [Электронный ресурс] – Электр. дан. Режим доступа: <http://www.consultant.ru/>.

5. Ширина, Н.В., Калачук, Т.Г. Мониторинг в системе управления земельными ресурсами / Устойчивое развитие АПК: рациональное природопользование и инновации: материалы I Международной заочной научно-практической конференции. — Петрозаводск: Издательство ПетрГУ, 2011. — С.173-175.

6. Суржин, Г.Г., Былин, И.П., Анохин, С.А. Геодезия: методические указания (для студентов заочной формы обучения с применением дистанционных технологий). Белгород: Изд-во БГТУ, 2013. 109 с.

**Большаков А. Г., д-р арх., проф.,  
Лоншаков Д. А., ассистент**

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

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО БЛАГОПОЛУЧИЯ РАЙОНА В БЕЛГОРОДЕ ПУТЕМ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ООПТ В ОКРУЖЕНИИ ЗАСТРОЙКИ В ПАРК С ПРИРОДООХРАННЫМИ ФУНКЦИЯМИ**

**andreybolsh@yandex.ru**

*В том случае, когда размер особо охраняемой территории (ООПТ) сопоставим с размером планировочного элемента, инженерные сети уже проникли в ландшафт, также как и рекреационная нагрузка, то такая ООПТ в экологически агрессивной среде города, может существовать только как парк с природоохранными функциями. Стандартной методикой организации ООПТ в городе считается сохранение ядра и допускается рекреация в краевой зоне. Работа показывает неприменимость данной методики к целому ряду объектов. Проанализированы лоцинные ландшафты, нагрузки в которых привели к деградации ландшафта. В первую очередь страдает водоток. Как правило, в лоцине развиваются овраги. Разработаны принципы планировки и рекультивации таких ландшафтов, а также их благоустройства с целью упорядочения рекреационных нагрузок и повышения рекреационного и природоохранного потенциала проектируемых городских роц.*

**Ключевые слова:** лоцинная городская роца, инженерная и рекреационная нагрузка, оврагообразование, защита водотока, камнеобросная дрена, тальвег как осевая планировочная структура, зонирование ядра и краевых склонов, архитектура рекреационного обустройства территории.

Взаимодействие природных ландшафтов и ткани городской застройки носит не только периферийный по отношению к городу, но и внутренний характер. Баланс и формы такого взаимодействия имеют результатом как тот или иной уровень экологического равновесия и благополучия в местах обитания человека, так и развитие рекреационных функций и художественного образа города [1]. Во многих городах сохраняются зелеными островками кварталы, группы кварталов или иные планировочные элементы, представляющие собой квазиприродные ландшафты, окруженные плотным кольцом городской застройки. Это не парки и не скверы. До обретения подобного статуса им не хватает, во-первых, утвержденной планировки, во-вторых, растительность на таких территориях произрастает спонтанно, и, в-третьих, рекреационное благоустройство отсутствует. Как правило, эти территории - трудноосваиваемый ландшафт и неминуемо воспринимают на себя транзитную нагрузку, выраженную не только в пешеходном сообщении, но и в прокладке инженерных коммуникаций. Часто они имеют статус особо охраняемых территорий. Предметом охраны в таких ландшафтах могут выступать как рельеф и растительность, так и культурное наследие, например бывший дачно-усадебный комплекс [2].

Уязвимость таких ландшафтов в том, что они не представлены в градостроительной политике и городских планировочных документах как рекреационные и охраняемые объекты, поскольку не оборудованы в инженерном отношении и не обустроены в своем пространстве под

рекреационные функции, как полагается городским паркам. Городской парк – это, по крайней мере, юридический статус, гарантирующий наличие той или иной степени ухода за ним, и даже развития искусства в этом направлении [3]. И поскольку сохранять такие неудобные территории практически невозможно, в виду того, что, не стесняясь их охранного статуса, через них проложены инженерные коммуникации со всеми вытекающими последствиями в виде загрязнения и нарушения природного ландшафта, и, что стихийная рекреация в них происходит без вывоза мусора, без устройства туалетов, без предоставления каких бы то ни было рекреационных услуг - эти ландшафты деградируют. Установление статуса, границ и режима использования ООПТ в городе тяжелая проблема [4]. Установлению административной защиты ООПТ в городе предшествуют следующие процедуры. 1. Разработка и утверждение регионального подзаконного акта, дополняющего ФЗ «Об особо охраняемых природных территориях» от 14.03.95 № 33-ФЗ (принимается региональной думой, утверждается главой исполнительной власти региона). 2. Постановление исполнительной власти об образовании конкретного ООПТ. 3. Составление паспорта на ООПТ. 4. Включение ООПТ в утвержденный реестр (либо кадастр) охраняемых территорий региона. 5. Установление линий градостроительного регулирования ООПТ. 6. Разработка проектных предложений по границам ООПТ в составе проекта планировки ООПТ. 7. Согласование этих границ со всеми заинтересованными сторонами, в том числе хозяйствующими субъектами.

8. Установление режимов их использования. 9. Установление охранных зон вокруг ООПТ, границ и режимов их использования. 10. Инвентаризация землепользования как ООПТ в утвержденных границах. 11. Корректировка землепользования и приведение его в соответствие с утвержденным режимом (проверка договоров аренды, внесение требований и ограничений по использованию земельных участков в соответствии с режимом) [4].

Парк является примером островного местобитания птиц. Как всякий остров, у парка есть ядро и краевая зона. Далее Колбовский Е.Ю. приводит мнение о том, что краевая зона испытывает более сильное антропогенное воздействие, чем ядро. Чем меньше парк, тем больше относительный размер краевой зоны и на маленьком острове границы этой зоны смыкаются; природоохранное ядро исчезает, как зона покоя для животных, после чего природоохранное зонирование теряет смысл [5].

Приведенное рассуждение логично, если «остров» представляет собой достаточно крупное по площади ровное место, а не лоцину, не овраг, по краям которого выстроился фронт застройки, и к тому же блокирован выход естественного временного водотока. Вызванное этим подболоживание усугубляет оврагообразование в самом днище лоцины. В рассмотренном случае природоохранный интерес вызывает весь лесной массив роцы в целом, и уцелевшие многовековые дубы в частности. Роца - последний уцелевший островок некогда обширного уникального байрачного леса, типичного для овражно-балочной местности на юге России. В нашем случае, следует понимать, что условное ядро - это ось тальвега. Именно склоны лоцины нуждаются в особой охране, поскольку они имеют уклон, превышающий в рассмотренном нами случае, в придишевой зоне 20%, а в приобочной части - более 8%. К тому же ландшафт склонов разрушается промоинами из-за неорганизованной ливневой канализации. Массив байрачного леса увлажняет воздух, защищает почву от эрозии, имеет важное водоохранное значение. Основные принципы проектирования парка в байрачном лесу должны быть направлены на сохранение и усиление защитных функций, улучшение породного состава, повышение продуктивности насаждений, повышение углерододепонирующих и кислородопродуцирующих функций [6].

*Предлагаемая методика планировки ценного ландшафта, окруженного плотной городской застройкой состоит в следующем: объектом исследования служат небольшие лоцины, окруженные городской застройкой, 15 – 45 га пло-*

щадью, дренируемые временным водотоком, борта которых поросли древесной растительностью, а нагрузки на водоток и днище уже привели к загрязнению, заилению и оврагообразованию. Ядро и краевая зона меняются местами по своему экологическому значению как ценности и как предметы охраны. Залесенные склоны лоцины со значительным уклоном становятся предметом охраны, их следует защищать от оползания, оврагообразования, сохранять для этого их живой покров. Днище лоцины – нарушенное, затравленное, часто изрезанное инженерными сетями, подвергается усиленному разрушению во время водотока нуждается в рекультивации. Параллельно с инженерными мероприятиями по - погашению роста оврага, обеспечению надежного дренажа для ручья - необходимо упорядочить стихийную рекреационную нагрузку, которая уже легла на наш «остров», а также предусмотреть рекреационный резерв необходимый для поддержания функциональной структуры парка. Дозированную рекреационную нагрузку активного характера надо сосредоточить в днище лоцины. Для того, чтобы формируемое ландшафтное местоположение ядра (в нашем случае, оси), было приспособлено, а, значит, и устойчиво к рекреационным нагрузкам, его необходимо соответствующим образом благоустроить.

В рекультивации нарушенных ландшафтов, в том числе и прибрежных территорий водотоков, руководитель авторского коллектива имеет практический и методический опыт [7]. Методика рекультивации включает в себя два этапа. Первый этап - формирование рукотворного рельефа – геопластика. Правильно сформированный рельеф запускает процессы самовосстановления ландшафта. Формируется нужный баланс транзитных и аккумулятивных процессов в движении ландшафтного материала [8]. Второй этап – биологический - создание системы насаждений на той поверхности, которая формируется, как новый рельеф. В нашем случае на рекультивируемых склонах и вдоль проектируемого бульвара желательна посадка древесных пород, совместимых с основной байрачной растительностью, а также обладающих почвоукрепительными свойствами. Больше того, в целом по склонам вопрос стоит о необходимости санитарных рубок и о разрежении неконтролируемой поросли, которая приводит к загущению и угнетению насаждений. Поэтому вопрос геопластики и рекультивации оврагов, как в днище, так и по склонам лоцины, ограничивается этапом формирования рукотворного рельефа. Далее эта новая твердая поверхность – дрена для временного водотока и для вероятных утечек из водо-

несущих коммуникаций, представляющая собой заполнение днищцевого оврага бутовой каменной наброской - вмещает в себя временный водоток и одновременно служит главной планировочной осью, готовой принять рекреационные нагрузки. Форма парка, выполняет одновременно природоохранные функции – они возлагаются на борта лощины, и рекреационные – они возлагаются на главную планировочную ось в днище лощины. Это условие и результат градостроительной политики, которая ориентирована на достижение двух целей: восстановление ценности природных ландшафтов, и упорядочение городской рекреационной функции [9]. При этом специально укрытое дресовой для погашения неровностей, твердое тело каменной дрены наилучшим

образом справится с рекреационными нагрузками, при условии работы над ландшафтным дизайном устойчивой среды [10].

*Архиерейская роща в г. Белгороде.* Располагается в границах улиц Горького, Щорса, Архиерейская, Губкина, Магистральная (рис. 1). По рельефу роща представляет крутосклонную лощину, длиной 1,5 км, по ширине до 500 м. с уклоном в приднищцевой части до 24 %. Склоны лощины густо покрыты листопадной широколиственной растительностью, преимущественно дубом и его порослью. Через ручей положены инженерные водонесущие коммуникации, часть из них в аварийном или разрушенном состоянии.

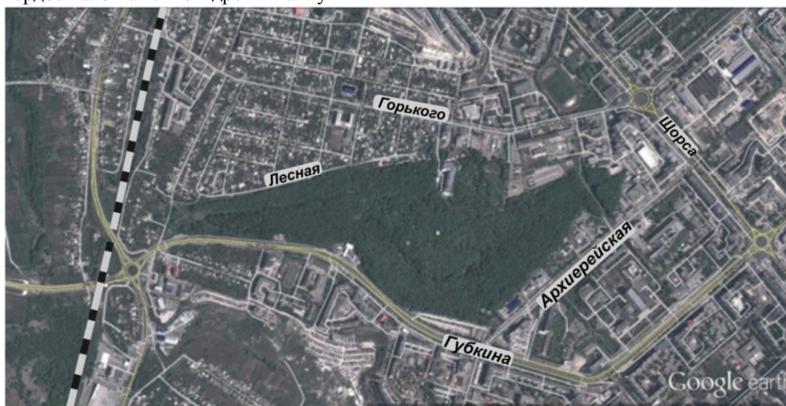


Рис. 1. Схема ситуационного плана Архиерейской рощи в г. Белгороде

Осью лощины является тальег, сезонно заполняемый водой, и выпадавший еще недавно в ручку Гостянку - приток Везелки. В истоке ручья, на прирвовочной части находится гаражный кооператив. На выходе из лощины, ее борта сужаются, и в настоящее время поверхность грунта приподнята антропогенной насыпью, возможно, наносами твердого стока, принесенного самим ручьем. В результате ручей не достигает Гостянки, хотя в полотне магистральных дорог, пересекающих его русло по выходу из лощины были устроены дорогостоящие проколы. Серьезные проблемные промоины антропогенного характера образованы по бортам лощины. В результате днище лощины нарушено и вместо постоянного уклона в сторону р. Гостянки, образует на выходе подъем, служащий застою воды и образованию болота. Причина, на наш взгляд, в том, что из образовавшихся оврагов ручей выносит обильный твердый сток, который и оставляет при замедлении потока в выходной горловине. Таким образом, в нижнем течении ручей блокируется в результате отло-

жения антропогенных наносов. Окружающая рощу застройка показана на рис.2.

*Решение генерального плана по Архиерейской роще* предложено следующее (рис.3). Основная планировочная ось – ручей в каменнабросной дрене. По ней осуществляется пешеходное движение посетителей и обслуживание парка, в эмерджентных случаях могут проехать скорая помощь, пожарная машина, полиция. Напротив лежит северный вогнутый борт. По нему ливневым потоком, разогнавшимся по ул. Архиерейской, и встречным потоком с автостоянки по ул. Губкина, вырезан глубокий овраг. Его необходимо залечивать и устраивать по залеченной промоине вход в парк. У основания этого борта-холма, в местах преломления вектора движения временного водотока имеются две пологие поляны. Нанизанные на основную прогулочную ось, они служат рекреационными карманами, включающими в себя дополнительные функциональные зоны: детскую игровую и спортивную.

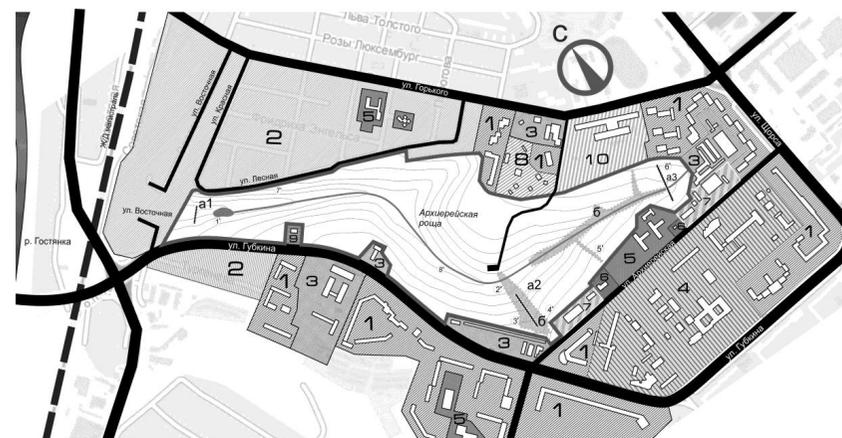


Рис. 2. Схема анализа существующего использования территории в районе Архиерейской рощи 1-Многоэтажная жилая застройка, 2 – индивидуальная жилая застройка, 3 – автостоянки, гаражи, СТО, автозаправки, 4 – медицинский комплекс городского и областного значения, 5 – детские школьные и дошкольные образовательные учреждения, 6 – религиозные сооружения, 7 – строительный рынок, 8 – кемпинг-отель, 9 – кафе, 10 – институт МВД; А1, А2, А3 – фрагменты инженерных коммуникаций; б – овраги и мероприятия по их залечиванию



Рис. 3. Схема генерального плана рощи Архиерейской в г. Белгороде. Архитекторы: А.Г.Большаков, Д.А. Лоншаков, 2014

1-Пешеходный бульвар, основное прогулочное пространство, 2 – гостинично - оздоровительный комплекс, 6 – лужайки, 7 - пикниковые беседки, 8 – детские площадки, 9 – велодром, 10 – автопарковки, 11 – дополнительные входы в парк, 12 – основные входы в парк, 14 - технический проезд (суш.), 16 - поклонный крест, 17 –трубопровод.

На выходе из лощины в районе ул. Восточной предлагается строительство гостинично-оздоровительного комплекса на 22 места. Инвестору администрация вменяет обременение по содержанию ландшафта рощи. Архитектурное решение здания с символическим напоминанием

о ручье в извилистых линиях остекления на фасадах представлено на рис. 4. В решении гостиницы учитывается необходимость пропуска ру-



Рис. 4. Концепция архитектуры гостиничного комплекса

#### Выводы

На основе анализа состояния лощин городских рощ в окружении застройки и задач их планировки и благоустройства выведен ряд концептуальных проектных принципов:

*Принцип экологической адаптации планировки.* Роща обладает статусом ООПТ, но в то же время расположена в агрессивной по отношению к ней среде застройки. Роща представляет собой лощину - хрупкий и живописный природный ландшафт, вынужденный нести инженерную нагрузку, в добавок к рекреационной. Чтобы предотвратить гибель уникального ландшафта, а также повысить его рекреационный и транзитный потенциал, предлагается адаптировать планировку парка к повышенному уровню антропогенного воздействия. Выявить тальвег, организовать по нему основной пешеходный бульвар с обустройством дренажа. Таким образом фиксируется и закрывается русло временно-го водотока, останавливается оврагообразование, прокладывается центральная планировочная ось парка, способная выполнить рекреационную нагрузку. Непременным условием такой планировки является организация упорядоченного и защищенного стока ручья.

*Принцип инженерной защиты ландшафта.* Ливневая канализация и вертикальная планировка прирвовочной полосы находятся в ненадлежащем состоянии. Вместо сохранения существующего состояния рельефа предлагается экологическая расчистка днища и активное использование габионных конструкций для залечивания бортовых оврагов, основными достоинствами которых являются перманентная консолидация со средой и лаконичный внешний вид (эсте-

чья под зданием. Для этого здание в 3 осях из 8 поднято над уровнем земли на 6 метров (рис.4).

тическое преимущество натурального камня). В случае наличия оползневых процессов применять, в частности противооползневые рамы, уравнивающие оползневое движение с противоположных бортов лощины.

*Принцип защиты крутосклонного рельефа.* Склоны - наиболее динамичная форма рельефа, подверженная процессам сдвига и эрозии. Крутые склоны (нижняя часть) должны быть освобождены от нагрузки. Требуется оздоровление растительности на склонах - разрежение густой поросли, санитарная вырубка больных деревьев. На верхней пологой части склона - во внешнем поясе парка - организация полян, частичное обустройство беседок с мангалами и барбекю, чтобы исключить разведение костров на поверхности рощи, как это делается сейчас, исключение активной рекреационной деятельности, минимизация прокладки новых пешеходных троп.

*Принцип административной защиты границ городской рощи в лощине.* Выделение четких границ территории парка, строительство ограждения и видеонаблюдение на входных группах. Изъятие в пользу рощи незаконно занятых склоновых и прирвовочных участков, принудительная организация вертикальной планировки прирвовочных участков.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1.Владимиров В.В., Микулина Е.М, Яргина З.Н. Город и ландшафт: проблемы, конструктивные задачи и решения. М: Мысль, 1986. 236 с.
- 2.Кулешова М.Е. Управление культурными

ландшафтами и иными объектами историко-культурного наследия в нац. парках – М: Центр охраны дикой природы, 2002.- 106 с.

3.Вергунов А.П., Горохов В.А. Вертоград. Садово-парковое искусство России (от истоков до начала XX века). М: Культура, 1996. 431 с.

4. Колбовский Е.Ю. Ландшафтное планирование: учеб пособие для высш учеб. заведений. М: Изд-во «Академия», 2008.- 336 с.

5. Бигон М., Дж. Харпер, К.Таусенд. Экология. Особи, популяции и сообщества. Т.2: пер с англ. М: Мир, 1989.- Т.2. 477 с.

6. Терехов В.И. Эколого-лесоводственные основы повышения углероддепонирующей функции байрачных дубрав Курской области: автореф. дисс... канд. биол. наук 2012.20 с.

7. Большаков А.Г. Энтропия в нарушенных ландшафтах и метод геоластики // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2005. № 2. С.164-171

8. Большаков А.Г. Геоластика в архитектуре и планировке ландшафта.- Иркутск: Институт географии СО РАН, 2000. 146 с.

9. Большаков А.Г. Градостроительная форма городского ландшафта как условие и результат планирования и регулирования градостроительной деятельности в Иркутске // Вестник ИрГТУ. 2010. № 7. С. 70-80.

10. Нефедов В.А. Городской ландшафтный дизайн: учеб. пособие.- С-Пб: «Любавич», 2012.- 320 с.

Володченко А. А., канд. тех. наук, м. н. с.,  
Лесовик В. С., чл.-корр. РААСН, д-р техн. наук, проф.,  
Чхин Совани, аспирант  
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

## СТЕНОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ НЕТРАДИЦИОННОГО СЫРЬЯ

volodchenko@intbel.ru

Разработана технология производства высокоэффективных стеновых материалов нового поколения с пределом прочности при сжатии до 32 МПа и морозостойкостью 15–25 циклов. Показана возможность снижения энергоемкости производства строительных материалов за счет использования нетрадиционного сырья многих регионах Российской Федерации, Королевства Камбоджа и других государств Юго-восточной Азии, Латинской Америки и т.д.

**Ключевые слова:** песчано-глинистые породы, пелитовая фракция, нанодисперсное сырье, рентгеноаморфное вещество, известь, тепловлажностная обработка, силикатные материалы, давление прессования, «зеленые» материалы.

Решение задач в области жилищного строительства связано с внедрением новых эффективных строительных материалов и изделий. Традиционно наружные стены строились из кирпича или строительных блоков – материалов, опробованных и используемых уже на протяжении нескольких тысячелетий. Так уже более века изделия автоклавного твердения применяются в строительстве. Ведущее место в этой группе занимают силикатный кирпич и стеновые изделия из ячеистого бетона, которые по объему производства уступают лишь керамическому кирпичу и сборному железобетону.

Возрастающие темпы градостроительного, промышленного, транспортного и других отраслей строительства привели к быстрому развитию производства автоклавных материалов. Но сегодня неуклонное повышение уровня CO<sub>2</sub> в атмосфере, в результате антропогенной деятельности и повышения консенсуса среди ученых всего мира, по данному вопросу, привели к рассмотрению и реализации политики, направленной на сокращение потребления ископаемых видов топлива и связанных с этим выбросов парниковых газов.

Актуальной задачей является снижение энергоемкости производства строительных материалов, разработка и внедрения энергосберегающих технологий производства строительных материалов, что соответствует современным тенденциям развития «зеленых» технологий, которые позволяют сохранить окружающую среду и обеспечить комфортные условия для жизни человека. Снижение расхода топлива ведет к сокращению выбросов в атмосферу парниковых газов и уменьшает уровень загрязнений вредными веществами, попадающих в почву, воду и воздух.

Решение этой проблемы возможно путем рационального использования горных пород, исследования нетрадиционных видов исходного

сырья с высокой внутренней энергией которое не используется в промышленных масштабах.

В качестве сырья для производства стеновых материалов можно использовать глинистые породы незавершенной стадии глинообразования, которые широко распространены во многих регионах Российской Федерации, Королевства Камбоджа, других государств Юго-восточной Азии, стран Латинской Америки и т.д. Это сырье, содержащее природные наноразмерные частицы, ускоряет процесс взаимодействия породообразующих минералов с вяжущим компонентом, что позволяет получать силикатные материалы не только при автоклавной обработке, но и в условиях пропарки без давления [1–12].

Для силикатных материалов, полученных по безавтоклавной технологии, на основе глинистых пород, оптимизация процесса структурообразования и создание более высокоорганизованной структуры является актуальной задачей, что и явилось целью настоящей работы.

Для исследований были использованы наиболее представительные песчано-глинистые породы, отличающиеся по составу и свойствам (табл. 1). Количество пелитовой фракции в суглинках достигает 51,05 мас. %. Для суглеси этот показатель составляет 22,63 мас. %. По размеру преобладают алевроитовые и пелитовые частички.

Нанодисперсные породы представлены смешаннослойными образованиями, рентгеноаморфной фазой, а также в небольших количествах присутствует гидрослюда, Ca<sup>2+</sup> монтмориллонит и каолинит (рис. 1).

Полиминеральный состав изучаемых песчано-глинистых пород, являющиеся природным нанодисперсным сырьем и их термодинамическая неустойчивость определяет возможность взаимодействия с известью, продуктами гидратации цемента с образованием цементирующих соединений при температуре 90–95 °С и, соот-

ветственно, получения стеновых силикатных материалов с низкими энергозатратами.

Таблица 1

Порода	Гранулометрический состав песчано-глинистых пород					
	Содержание фракций, мас. %, размер сит, мм					
	более 0,1	0,1–0,05	0,05–0,04	0,04–0,01	0,01–0,005	менее 0,005
Сугесь	15,7	12,90	5,82	42,95	5,70	16,93
Суглинок № 1	0,55	20,72	18,58	21,15	7,49	31,51
Суглинок № 2	0,2	9,33	9,56	29,86	9,35	41,70

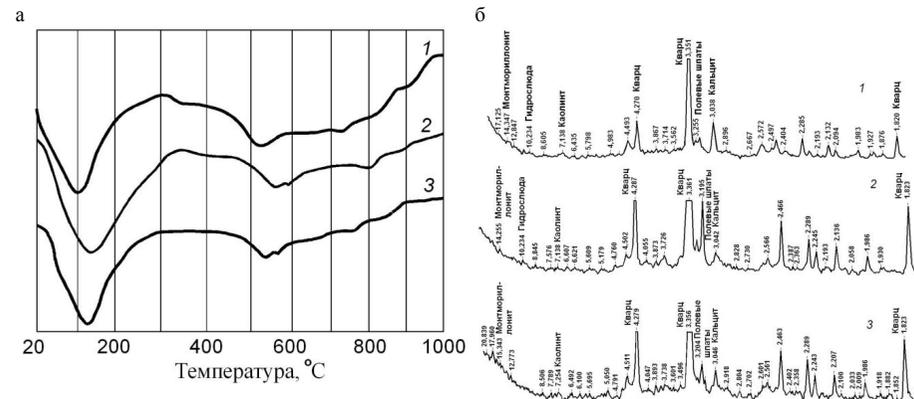


Рис. 1. Термограммы (а) и рентгенограммы (б) песчано-глинистых пород:  
1 – сугесь; 2 – суглинок № 1; 3 – суглинок № 2

В качестве вяжущих компонентов применяли портландцемент ОАО «Белгородский цемент» ЦЕМ I 42,5, негашеную комовую известь АО «Стройматериалы» (г. Белгород).

Содержание СаО<sub>акт</sub> в извести составляла 78,3 мас. %, температура гашения 97,5 °С, время гашения – 4 мин 30 сек.

Образцы готовили методом полусухого прессования и литьевого способа формования. Предварительно измельченную известь, цемент и исходную породу перемешивали в заданном соотношении, увлажняли необходимым количеством воды и выдерживали в герметичной чашке до полного гашения извести. Методика приготовления сырьевой массы для образцов литьевого способа формования была такой же, как и для образцов полусухого прессования. Отличие заключалось в том, что перед формованием в смесь добавлялась вода до получения консистенции, позволяющей проводить формование методом литья. Нормальная густота смеси составляла, в зависимости от состава, в пределах 40–55 %. Сформованные образцы подвергали гидротермальной обработке в пропарочной камере при температуре 90–95 °С по режиму: подъем температуры – 1,5 ч, время изотермической выдержки – 9 ч, снижение температуры – 1,5 ч. Общее время пропаривания составило 12 ч.

Для полученных образцов определяли предел прочности при сжатии, среднюю плотность, водопоглощение, коэффициент размягчения. Для оценки влияния действия воды на прочностные свойства полученного материала образцы каждого состава выдерживали в течение 1 года в водопроводной воде. Каждые 2 месяца воду меняли. По истечении указанного времени образцы испытывали на прочность в водонасыщенном состоянии. Результаты экспериментов приведены на рис. 2.

Максимальная прочность образцов в сухом и водонасыщенном состоянии достигается при содержании извести 10 мас. % и составляет соответственно 22,58 и 18,35 МПа (см. рис. 2, кривая 1 и 2). Коэффициент размягчения составляет 0,81, что свидетельствует о высокой водостойкости полученного материала. Средняя плотность с увеличением содержания извести с 5 до 15 мас. % уменьшается с 1880 до 1755 кг/м<sup>3</sup>, водопоглощение увеличивается с 13,03 до 16,75 %.

Результаты испытаний водонасыщенных образцов, выдержанных 1 год в воде, показали значительное повышение прочности в сравнении с водонасыщенными образцами, которые не подвергались длительному хранению в воде (см. рис. 2, кривая 3). Максимальной прочности

34,71 МПа образцы достигают при содержании извести 12 мас. %. При этом прочность, в сравнении с образцами без длительного хранения в воде повысилась в два раза. Это связано с тем,

что породообразующие минералы породы и, в частности, ее наноразмерная составляющая обеспечивают синтез цементирующего соединения, обладающего гидравлическими свойствами

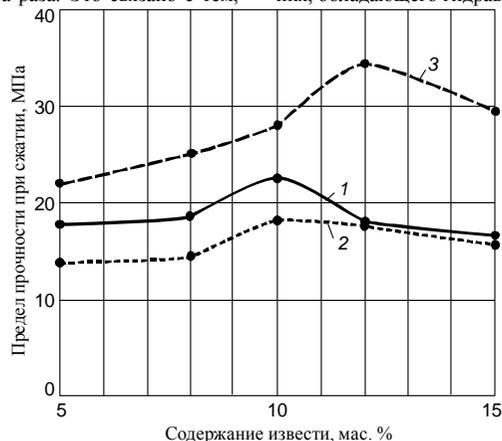


Рис. 2. Предел прочности при сжатии образцов в зависимости от содержания извести:

1 – образцы после 2-х сут выдержки при комнатной температуре; 2 – водонасыщенные образцы; 3 – водонасыщенные образцы после года хранения в воде

Для оптимизации процесса структурообразования и создания более высокоорганизованной структуры на макро-, микро- и наноуровне проведены исследования с использованием комплексного вяжущего из извести и портландцемента. Эксперименты проводили с использованием супеси и суглинка № 2. Содержание изве-

сти в массе сухой смеси составляло 5 мас. %, портландцемента – 5, 10, 15 и 20 мас. %. Формовочная влажность смеси литьевого способа формования составила 40 %, полусухого прессования – 10 %. Полусухое прессование проводили при давлении 10 МПа. Результаты испытаний приведены на рисунке 3.

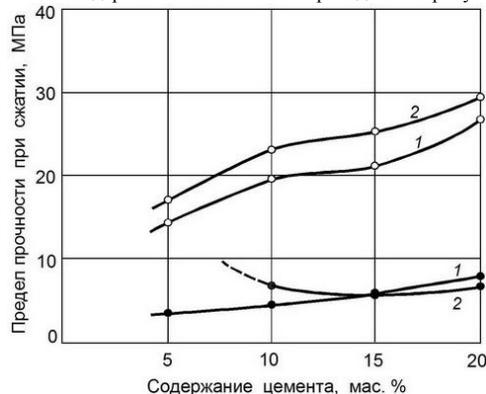


Рис. 3. Предел прочности при сжатии образцов с 5 мас. % извести в зависимости от содержания портландцемента:

● – образцы литьевого способа формования  
○ – образцы полусухого формования  
1 – супесь; 2 – суглинок № 2

При увеличении в известково-глинистой массе содержания цемента с 5 до 20 мас. % прочность образцов литьевого способа формования на основе супеси увеличивается с 3,67

МПа до 7,63 МПа (рис. 3). При этом водостойкими являются образцы с содержанием 10–20 мас. % цемента (коэффициент размягчения 0,72–0,88). Коэффициент размягчения образцов с со-

держанием 5 мас. % цемента составляет 0,62. При этом у образцов этого состава при нахождении в воде наблюдалось частичное разрушение поверхности.

Известково-глинистые образцы с содержанием 5 мас. % цемента на основе суглинка № 2 в воде полностью разрушились. При увеличении содержания цемента выше 10 мас. % обеспечивается водостойкость получаемого материала.

Прочность образцов полусухого прессования повышается при увеличении содержания портландцемента, причем, характер повышения прочности (рис. 3) для обоих видов глинистых пород практически одинаковый. Для супеси прочность повышается 14,38 до 26,43 МПа, для суглинка № 2 с 16,71 до 29,15 МПа. Прочность образцов на основе суглинка № 2 в сравнении с супесью выше на 16,2–19,4 %. Это связано, вероятно, с тем, что в суглинке № 2 содержание пелитовой фракции выше, чем у супеси.

В силикатных материалах на основе комплексного вяжущего с высоким содержанием глинистых минералов повышается прочность и устойчивость кристаллизационных структур, так как известь компенсирует в растворе образующийся недостаток ионов кальция. Известь ускоряет процесс твердения и увеличивает прочность силикатных материалов с содержанием цемента, но, вероятно, степень этого влияния будет зависеть от состава глинистых пород.

Образцы с содержанием цемента 5–10 мас. % также не являются водостойкими (коэффициент размягчения составляет 0,46–0,61). Только при содержании цемента 15 мас. % и выше образцы становятся водостойкими.

Средняя плотность с увеличением содержания цемента повышается для образцов наливного способа формования на основе супеси и суглинка № 2 соответственно с 1410 до 1450 кг/м<sup>3</sup> и с 1385 до 1410 кг/м<sup>3</sup>, для полусухого способа формования соответственно с 1705 до 1760 кг/м<sup>3</sup> и с 1710 до 1750 кг/м<sup>3</sup>. Средняя плотность образцов на комплексном вяжущем выше, чем на вяжущем только на основе извести. Водопоглощение для всех образцов с увеличением содержания цемента снижается. Образцы с содержанием 15 и 25 мас. % извести выдержали 25 циклов попеременного замораживания и оттаивания.

Состав цементирующих соединений в образцах, полученных методом полусухого прессования, изучали термографическим и рентгенографическим методами анализа (рисунки 4 и 5).

Гидросиликаты кальция образуются не только в результате реакции гидроксида кальция с породообразующими составляющими глинистой породы, но и в результате гидратации

клинкерных минералов цемента. На кривой ДТГ при 180 °С фиксируется рефлекс потери массы (рис. 4), который связан с дегидратацией новообразований, наиболее вероятно, хорошо окристаллизованных гидросиликатов кальция. Можно предположить, что при гидратации клинкерных минералов образуются гидросиликаты более высокой степени кристаллизации, чем при взаимодействии извести и глинистых минералов.

Синтез гидросиликатов кальция более высокой степени кристаллизации обуславливает формирование более плотного цементирующего соединения. Этим можно объяснить более высокую прочность образцов на основе комплексного вяжущего и повышенную среднюю плотность.

Идентификация гидросиликатов кальция по рентгенограмме, как уже указывалось выше, затруднена вследствие наложения рефлекса 3,04 Å на такой же рефлекс карбоната кальция (рис. 5). Отражения на рентгенограммах в интервале 2,73–2,79 Å относятся, вероятно, к гидрогранатам.

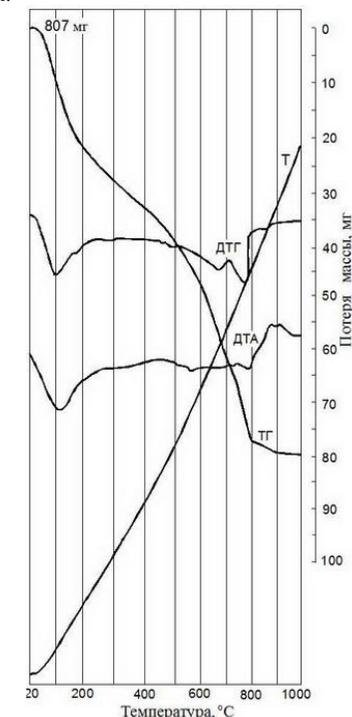


Рис. 4. Дериватограмма образца, полученного прессованием, на основе супеси с содержанием 5 мас. % извести и 15 мас. % цемента

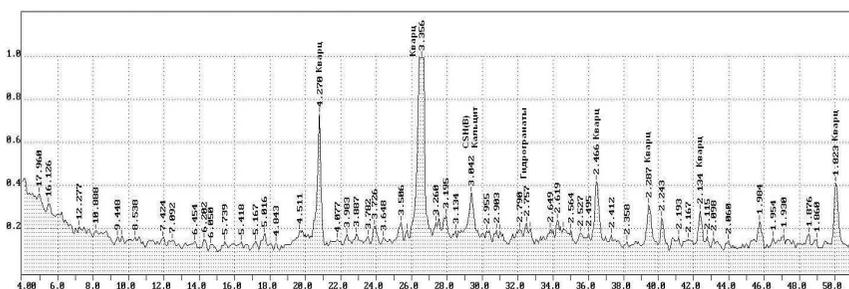


Рис. 5. Рентгенограмм образца, полученного прессованием, на основе супеси с содержанием 5 мас. % извести и 15 мас. % цемента

Таким образом, использование комплексного вяжущего на основе цемента и извести формирует более благоприятное соотношение между гелевидными и хорошо окристаллизованными новообразованиями, оптимизирует состав цементирующего соединения, что позволяет получать силикатные материалы более высокой прочности в сравнении с силикатными материалами только на основе глинистой породы и извести. Только необходимо учитывать, что при содержании извести 5 мас. % для обеспечения высокой водостойкости изделий содержание цемента по отношению ко всей массы сырьевой смеси должно составлять не менее 15 мас. %. Поэтому, когда ставится задача выбора в качестве вяжущего извести или комплексного на основе извести и цемента необходимо исходить из требуемых прочностных показателей и материальных затрат на получение стеновых материалов.

Таким образом, на основе изучаемого сырья можно получать высокоэффективные безавтоклавных силикатные материалы с использованием песчано-глинистых пород, извести и цемента, с пределом прочности при сжатии до 32 МПа. Морозостойкость составляет 15–25 циклов. На основе полученных данных можно проводить оценку сырьевых ресурсов месторождений подобного сырья в различных регионах.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Лесовик В.С. Повышение эффективности производства строительных материалов с учетом генезиса горных пород. – М.: Изд-во АСВ, 2006. 526 с.
- Лесовик В.С. Геоника. Предмет и задачи: монография. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2012. 213 с.
- Володченко А.Н., Лесовик В.С. Автоклавные ячеистые бетоны на основе магнезиальных глин // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2012. № 5. С. 14–21. 4.

Володченко А.Н., Лесовик В.С. Реологические свойства газобетонной смеси на основе нетрадиционного сырья // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2012. № 3. С. 45–48.

5. Володченко А.Н. Влияние песчано-глинистых пород на оптимизацию микроструктуры автоклавных силикатных материалов // Сборник научных трудов Sworld. 2012. Т. 47. № 4. С. 32–36.

6. Володченко А.Н. Вяжущее на основе магнезиальных глин для автоклавных силикатных материалов // Сборник научных трудов Sworld. 2012. Т. 30. № 3. С. 38–41.

7. Лесовик В.С., Строкова В.В., Володченко А.А. Влияние наноразмерного сырья на процессы структурообразования в силикатных системах // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2010. № 1. С. 13–17.

8. Лесовик В.С., Володченко А.А. Влияние глинистого сырья на микроструктуру безавтоклавных силикатных материалов // Сборник научных трудов Sworld. 2012. Т. 30. № 3. С. 42–44.

9. Володченко А.А. Свойства безавтоклавных стеновых материалов на основе песчано-глинистых пород // Технические науки – от теории к практике. 2013. № 17-2. С. 7–12.

10. Володченко А.А. Влияние режима гидротермальной обработки на свойства силикатных материалов // Фундаментальные исследования. 2013. № 6. Ч. 6. С. 1333–1337.

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

12. Алфимова Н.И., Шаповалов Н.Н. Материалы автоклавного твердения с использованием техногенного алюмосиликатного сырья // Фундаментальные исследования. 2013. № 6-3. С. 525–529.

Рахимбаев Ш. М., д-р техн. наук, проф.,  
Половнева А. В., аспирант

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

## ВЛИЯНИЕ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ НА СВОЙСТВА МЕЛКОЗЕРНИСТОГО БЕТОНА

Polovnev4ik@yandex.ru

Изучено влияние ряда новых модифицированных добавок электролитов на свойства цементного теста. Рассмотрено комплексное действие добавок электролитов и суперпластификатора С-3 на свойства цементного теста. Изучено влияние добавок на физико-механические характеристики мелкозернистого бетона твердевшего в пропарочной камере по режиму 2+6+2 при пониженной температуре тепловой обработки 40 °С

**Ключевые слова:** электролиты, добавки – ускорители схватывания и твердения, сроки схватывания, мелкозернистый бетон.

В производстве бетонных и железобетонных изделий и конструкций часто встает вопрос об ускоренном наборе прочности изделий [1]. В современном строительстве для интенсификации строительного процесса часто используют добавки ускорители твердения бетона. В большинстве случаев специалисты в области строительного материаловедения уделяют мало внимания срокам схватывания цементных систем, хотя это важный показатель. В последнее годы стали появляться работы, посвященные этому вопросу [2, 3].

Для регулирования сроков схватывания применяют добавки электролитов и органических соединений. Из органических добавок – ускорителей схватывания особенно сильным действием обладают пирокатехин, пирогаллол, кверцетин, морин [4, 5]. Среди неорганических часто находят применение такие добавки, как натрий серноокислый, нитрит-нитрат кальция, и др. На современном строительном рынке появились новые добавки ускорители для бетонов, такие как СА (сульфат алюминия), СН (сульфат натрия), Мотбет-1, Мотбет-3, Rapid и др. Их действие подробно рассмотрено в работе [3].

Наибольшее применение среди добавок ускорителей твердения нашли электролиты. Они относятся к добавкам первого класса [6]. Электролиты – ускорители твердения (CaCl<sub>2</sub>, Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и другие) увеличивают концентрацию ионов

кальция Ca<sup>2+</sup> в жидкой фазе цементных систем. При этом в условиях высокого пересыщения ионов, входящих в состав основного связующего цементного камня – гидросиликатов кальция – формируется максимальное количество связей между частицами, поэтому, чем выше растворимость кальциевой соли, тем сильнее она повышает прочность камня [7]. Изменение pH растворов электролитов и содержание в них ионов Ca<sup>2+</sup> при взаимодействии с алюминатными клинкерными минералами подробно изучено в работе [8].

Однако следует учесть отрицательное действие электролитов на арматуру, закладные детали и др. В последние годы, в связи с отрицательным действием ионов хлора на стойкость арматуры, CaCl<sub>2</sub>, NaCl практически не используются. В связи с этим актуальна проблема поиска новых химических добавок, в том числе неорганических электролитов, не содержащих ионов хлора [7].

В данной работе было изучено влияние новых модифицированных добавок: натрий хлорноватоокислый(М), калий серноокислый(М), натрий серноокислый(М) на свойства цементного теста и мелкозернистого бетона. В работе были использованы цементы двух цементных заводов Белгородского (Цем I) и Себряковского (Цем II). Минеральный состав цементов приведен в таблице 1.

Таблица 1

### Минеральный состав цементов

цемент	Содержание главных оксидов, %					Содержание основных минералов, %			
	CaO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SO <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	C <sub>2</sub> S	C <sub>3</sub> S	C <sub>3</sub> A	C <sub>4</sub> AF
Белгородский завод	64,06	20,13	5,47	3,69	3,26	66,3	7,6	9	11,1
Себряковский завод	62,91	21,32	5,14	3,67	3,21	54,7	19,7	8,2	9,8

Было изучено влияние добавок на нормальную плотность, сроки схватывания цементного теста, водопотребность и прочностные характеристики мелкозернистого бетона.

Определение сроков схватывания и нормальной плотности цементного теста проводилось по ГОСТ 310.3-76. Добавки вводились в количестве 0,5-1,5%. Результаты исследований приведены в таблице 2.

Таблица 2

**Сроки схватывания цементного теста**

№	Добавка	Дозировка, %	В/Ц отношение	Начало схватывания, мин	Интервал, мин	Конец схватывания, мин
<b>Белгородский завод</b>						
1	–	–	0,26	121	93	214
2	Натрий хлорноватокислый (М)	0,5	0,26	124	56	180
3	натрий хлорноватокислый (М)	1	0,26	113	46	159
4	калий сернокислый (М)	0,5	0,26	159	56	215
5	натрий сернокислый (М)	0,5	0,26	146	76	222
<b>Себряковский завод</b>						
1	–	–	0,26	112	77	186
2	натрий хлорноватокислый (М)	0,5	0,26	125	43	168
3	натрий хлорноватокислый (М)	1	0,26	119	60	179
4	калий сернокислый (М)	0,5	0,26	134	46	180
5	натрий сернокислый (М)	0,5	0,26	131	38	169

Из таблицы видно, добавки не оказывают влияние на водопотребность цементного теста.

При вводе добавки натрий хлорноватокислый (М) сроки схватывания уменьшаются до 25% по сравнению с чистым цементом. При этом, очевидно, срок «живучести» цементного теста остается неизменным, так как сроки схватывания уменьшаются за счет сокращения времени конца схватывания.

Добавка калий сернокислый (М) позволяет увеличить время начала схватывания на 30% и 20% белгородского и себряковского цементов соответственно, по сравнению с чистыми це-

ментами. При этом интервал между началом и концом схватывания сокращается на 40%.

Натрий сернокислый (М) обладает примерно таким же действием: начало схватывания увеличивается на 20%, а интервал уменьшается на 20% и 40% для белгородского и себряковского цементов соответственно.

Представляет практический интерес совместное действие электролитов с добавками пластификаторов. Было рассмотрено взаимодействие суперпластификатора С-3 с изучаемыми электролитами. Результаты исследований приведены в таблице 3.

Таблица 3

**Сроки схватывания цементного теста**

№	Добавка	В/Ц отношение	Начало схватывания, мин	Интервал, мин	Конец схватывания, мин
<b>Белгородский цемент</b>					
	–	0,26	121	93	214
	С-3 (0,4%)	0,24	153	210	363
1	С-3 (0,4%) + натрий хлорноватокислый (М) (0,5%)	0,24	69	269	338
2	С-3 (0,4%) + натрий хлорноватокислый (М) (1%)	0,24	45	222	267
3	С-3 (0,4%) + калий сернокислый (М) (0,5%)	0,24	118	272	390
4	С-3 (0,4%) + натрий Сернокислый (М) (0,5%)	0,24	106	274	380
<b>Себряковский цемент</b>					
	–	0,26	112	77	186
	С-3 (0,4%)	0,24	80	212	292
5	С-3 (0,4%) + натрий хлорноватокислый (М) (0,5%)	0,24	61	335	396
6	С-3 (0,4%) + натрий хлорноватокислый (М) (1%)	0,24	44	372	416
7	С-3 (0,4%) + калий сернокислый (М) (0,5%)	0,24	111	315	426
8	С-3 (0,4%) + натрий сернокислый (М) (0,5%)	0,24	99	300	399

Видно, что все добавки электролитов в смеси с пластификатором не оказывают влияния на нормальную густоту цементного теста в сравнении с чистым пластификатором. Можно сказать, что добавки не оказывают влияния на пластифицирующее действие суперпластификатора С-3

Из таблицы видно, что смесь суперпластификатора С-3 и добавкой натрий хлорноватокислый (М) дает обратное действие, значительно сокращается начало и увеличивается интервал схватывания. С увеличением дозировки добавки электролита обратное действие усиливается.

Совместное действие суперпластификатора С-3 и электролита калий сернокислый (М) и натрий сернокислый (М) не оказывают влияния

на начало схватывания по сравнению с чистым образцом при этом сроки схватывания увеличиваются в два раза.

При этом сроки схватывания удовлетворяют требованиям ГОСТ 31108-2003, за исключением С-3 (0,4%) + натрий хлорноватокислый(М) (1%).

Также было изучено влияние данных электролитов на прочность мелкозернистого бетона. В качестве мелкого заполнителя использовался песок курского месторождения с модулем крупности 1.6. Состав образцов 1:3. Испытания проводились на тех же цементах по ГОСТ 310.4-81. Образцы твердели в камере ТВО по режиму 2+2 при пониженной температуре тепловой обработки 40 °С. Результаты представлены в таблице 4.

Таблица 4

**Результаты испытания на прочность**

№	Название добавки	дозировка	Прочность при сжатии, МПа
<b>Белгородский цемент</b>			
1	–	–	14,1
2	натрий хлорноватокислый (М)	0,5	12,65
3	натрий хлорноватокислый (М)	1	14,7
4	калий сернокислый (М)	0,5	13,1
5	натрий сернокислый (М)	0,5	18,5
<b>Себряковский цемент</b>			
6	–	–	10
7	натрий хлорноватокислый (М)	0,5	11,2
8	натрий хлорноватокислый (М)	1	12,2
9	калий сернокислый (М)	0,5	9,8
10	натрий сернокислый (М)	0,5	10,5

Из результатов исследований видно, что исследуемые добавки с белгородским цементом не оказали значительного влияния на прочность при сжатии мелкозернистого бетона. Исключением является натрий сернокислый (М), который привел к увеличению прочности на 30% по сравнению с чистым цементом. Совместно с

себряковским цементом добавки дают прирост прочности.

При помощи рентгеновской станции ARL 9900X-ray WorkStation Центра высоких технологий БГТУ им. В.Г. Шухова был проведен рентгено-фазовый анализ цементного камня с изучаемыми добавками и без них результаты приведены на рис. 1–5.

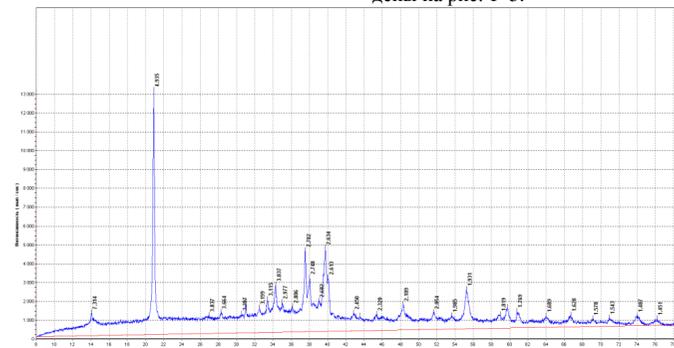


Рис. 1. Рентгенограмма цементного камня себряковского завода

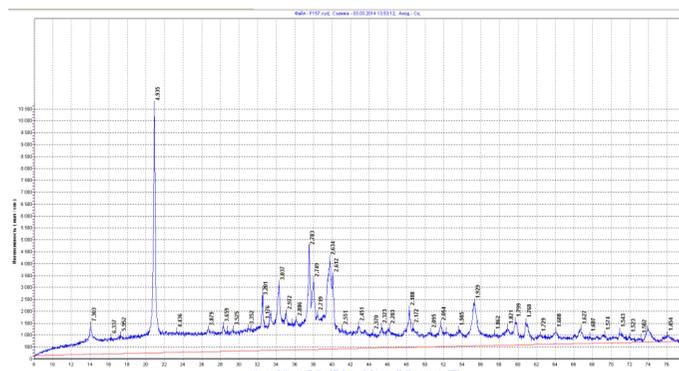


Рис. 2. Рентгенограмма цементного камня себряковского завода с добавкой калий серноокислый (М) 0,5%

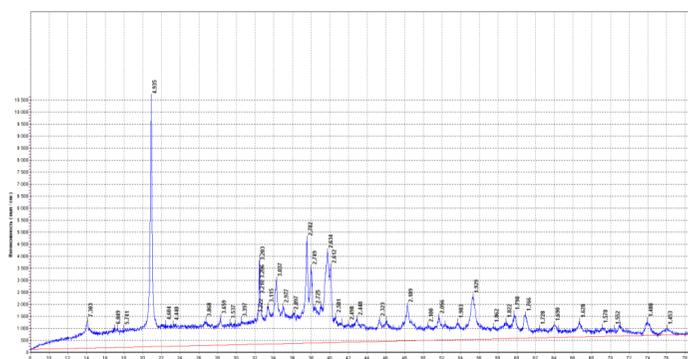


Рис. 3. Рентгенограмма цементного камня себряковского завода с добавкой натрий серноокислый (М) 0,5%

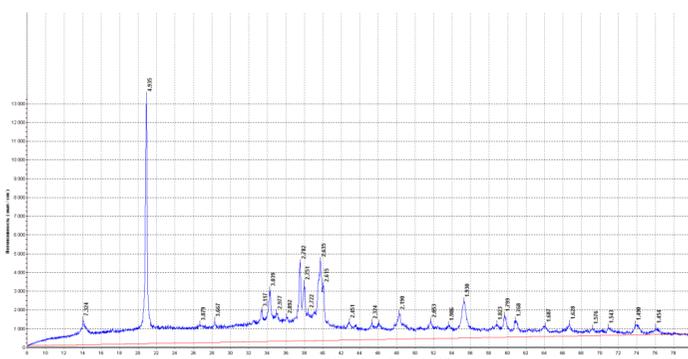


Рис. 4. Рентгенограмма цементного камня себряковского завода натрий хлорноватоокислый (М) 0,5%.

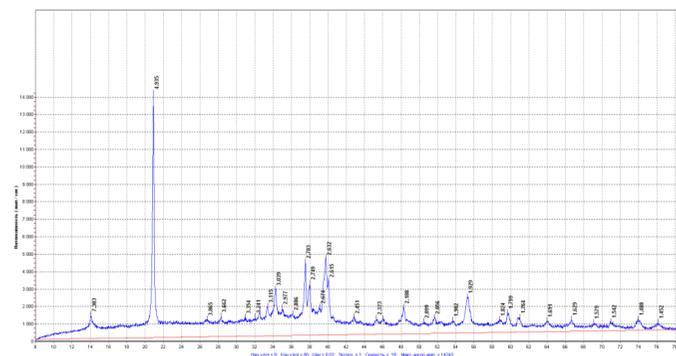


Рис. 5. Рентгенограмма цементного камня себряковского завода натрий хлорноватоокислый (М) 1%

Анализ показал, что при вводе добавки калий серноокислый (М) уменьшается степень образования портландита, интенсивность пика 4,93 Å уменьшилась с 13500 до 11000 единиц по сравнению с чистым цементным камнем. Замедляется гидратация алюминатной фазы. Судя по остаточной интенсивности пика алит+белит 2,78 Å и 2,634 Å, скорость гидратации этих минералов увеличивается.

При вводе добавки натрий серноокислый(М) пик моносulfатной формы гидроалюмината кальция 7,31 Å уменьшается с 1500 до 1350 единиц, следовательно несколько замедляется гидратация алюминатных и алломоферритных фаз.

При вводе добавки натрий хлорноватоокислый (М) показатель интенсивности портландита 4,93 Å увеличивается с 13000 до 14500 единиц, следовательно, улучшаются условия для его образования.

Обобщая вышесказанное, можно отметить, что добавка натрий хлорноватоокислый (М) может быть применена как ускоритель схватывания цементных систем, при этом ее положительной особенностью является то, что период «живучести» смеси остается неизменным. Добавки натрий серноокислый (М) и калий серноокислый (М) обладают приблизительно одинаковым действием. Они увеличивают время начала схватывания, а его конец остается неизменным. Следовательно данные добавки можно использовать в качестве регуляторов сроков схватывания.

Исследуемые добавки совместно с суперпластификатором С-3 оказывают обратное действие на сроки схватывания. При этом изучаемые электролиты не снижают пластифицирующего действия С-3.

Исследуемые добавки в ряде случаев увеличивают прочность мелкозернистого бетона, что обусловлено ускорением гидратации клинкер-

ных минералов. Положительный эффект новой добавки натрий хлорноватоокислый (М) выше чем других особенно на себряковском цементе.

Таким образом, исследуемые добавки представляют практический интерес, так как их использование позволит ускорить твердение изделий и увеличить оборачиваемость форм на заводах ЖБИ и стройиндустрии, что приведет к экономии материальных ресурсов.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Баженов Ю.М. Технология бетона // М.: Изд-во АВС, 2003. 500 с.
2. Брыков А.С., Васильев А.С. Ускорители схватывания и твердения для торкрет-бетонов // Цемент и его применение. 2012. №3. С.112–114.
3. Изов В.С., Ибрагимов Р.А. Влияние добавок – ускорителей твердения на свойства тяжелого бетона // Строительные материалы 2010. №3. С. 35–37.
4. Рахимбаев Ш. М. Регулирование технических свойств тампонажных растворов // Ташкент: Наука, 1976. 224с.
5. Рахимбаев Ш.М., Баш С.М. К вопросу о влиянии органических веществ на срок схватывания портландцемента // Журнал прикладной химии. М. №12. 1968. С. 43–51.
6. Рагинов В.Б., Розенберг Т.И. Добавки в бетон. М.: Стройиздат. 1989 – 188 с.
7. Рахимбаев Ш.М., Сердюкова А.А. О механизме действия ускорителей схватывания и твердения цементной матрицы бетона // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2013. №2. С. 26–28.
8. Бердов Г.И., Ильина Л.В. Взаимодействие алюминатных клинкерных минералов с водными растворами электролитов // Известия вузов. Строительство. 2012. №9. С. 13–19.

Серых И. Р., канд. техн. наук, доц.,  
Дегтярь А. Н., канд. техн. наук, доц.,  
Наумов А. Е., канд. техн. наук, доц.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г.Шухова

## ЭФФЕКТ ПРИМЕНЕНИЯ СТАЛЕБЕТОННЫХ КОЛОНН

inna\_ad@mail.ru

В данной работе представлены результаты экспериментальных и теоретических исследований эффекта применения сталебетонных колонн по сравнению с железобетонными. Согласно проведенным исследованиям при одинаковой площади поперечного сечения расход металла в железобетонных образцах значительно выше по сравнению со сталебетонными.

**Ключевые слова:** сталебетонная колонна, железобетонная колонна.

Колонны, являясь основным несущим элементом здания, должны быть жесткими, прочными, устойчивыми и экономичными. Чтобы в полной мере удовлетворять этим требованиям следует в первую очередь уделять внимание их армированию. Характерным примером рационального использования армирующего материала являются сталебетонные колонны, хотя в настоящее время достаточно известны и другие материалы [1-10]. Сталебетонные конструкции, благодаря использованию преимуществ каждого из компонентов при одновременном устранении их недостатков, являются экономически выгодными. В первую очередь это обусловлено тем, что изолированное металлической обшивкой бетонное ядро, имеет повышенную прочность, благодаря боковому обжатию, что в свою очередь повышает несущую способность всей колонны.

Результаты экспериментальных исследований (опытная несущая способность образца  $N_{оп}$ ), представленные в данной работе, были получены из испытаний коротких сталебетонных колонн высотой 500 мм с различными поперечными сечениями:

Образцы первой серии (рис.1,а) включали бетонное ядро 3, ограниченное швеллерами 1, полки которых соединялись профилированными листами 2. Площадь поперечного сечения – 196 см<sup>2</sup>.

Образцы второй серии (рис.1,б) включали бетонное ядро 3, ограниченное уголковыми профилями 1 и профилированными листами 2. Площадь поперечного сечения – 196 см<sup>2</sup>.

Образцы третьей серии (рис.1,в) включали бетонное ядро 3, ограниченное двутаврами 1. При этом профилированные листы 2 прикреплялись к полкам двутавров таким образом, что вместе они образовывали замкнутые прямоугольные полости, заполненной бетоном. Площадь поперечного сечения – 266 см<sup>2</sup>.

Образцы четвертой серии (рис.1,г) включали бетонное ядро 3, ограниченное швеллерами 1 (полками наружу), к которым прикреплялись профилированные листы 2, образующие замкну-

тые прямоугольные полости, как и в случае третьей серии. Кроме того, данное сечение было снабжено дополнительным двутавровым прокатным профилем. Площадь поперечного сечения – 266 см<sup>2</sup>.

Прокатные профили металлической обшивки (уголки, швеллера, двутавры) изготавливали из стального листа толщиной 2,5мм, а профилированный лист с поперечным расположением гофр – из листа толщиной 1 мм. Соединение элементов выполняли сплошным сварным швом по всей длине образца.

Теоретическая несущая способность  $N_{теор}$  сталебетонных коротких колонн была рассчитана по методике, описанной в источнике [11] и приведена в табл. 1.

Расчет железобетонных колонн производился по СП 63.13330.2012 [12]. Для данного исследования считалась требуемая площадь армирования железобетонных образцов, удовлетворяющая значениям теоретической и опытной несущей способности сталебетонных образцов. При этом в пределах одной серии площадь поперечного сечения сталебетонных и железобетонных образцов была одинаковой. Результаты проведенных исследований также приведены в табл. 1.

Из табл. 1 видно, что площадь армирования сталебетонных образцов первой серии составляет в среднем 5 %. Чтобы железобетонная колонна смогла выдержать нагрузку  $N_{теор}$  сталебетонной колонны, ее площадь армирования должна составлять в среднем 8,7 %, а при нагрузке  $N_{оп}$  – 9,4 %. В образцах второй серии, имеющей одинаковую с первой площадь поперечного сечения, наблюдается приблизительно схожая картина. С увеличением площади поперечного сечения в образцах третьей серии процент армирования сталебетонных образцов составлял в среднем 4,7 %, а для железобетонных при той же несущей способности требуемый процент армирования 30 %. В образцах четвертой серии процент армирования сталебетонных образцов составлял в среднем 6,1 %, а железобетонных – 30 %.

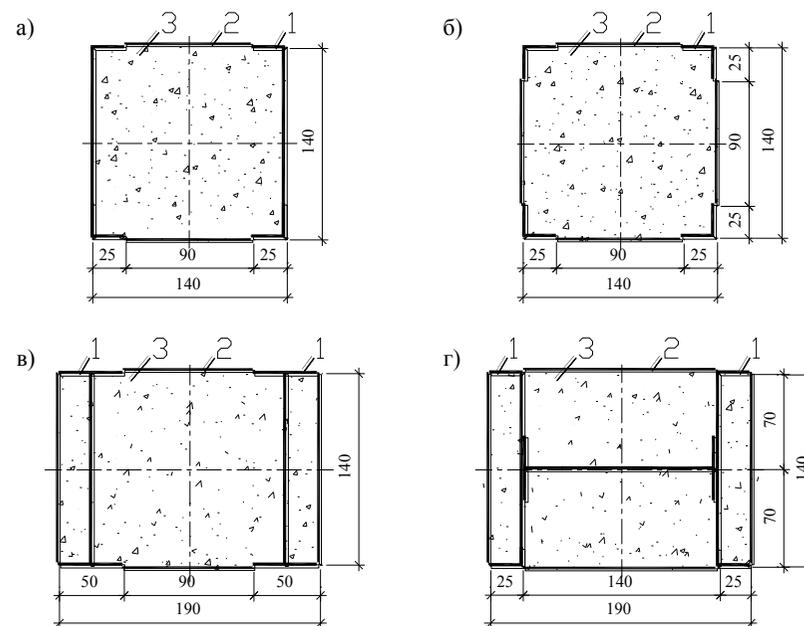


Рис.1. Поперечные сечения сталебетонных колонн:  
а – I серии; б – II серии; в – III серии; г – IV серии;  
1– прокатный профиль, 2– проф.лист, 3– бетонное ядро

Таблица 1

Результаты испытания и численных расчетов								
Сталебетонные образцы					Железобетонные образцы			
№ серии	$N_{теор}$ , кН	$N_{оп}$ , кН	$A_s$ , см <sup>2</sup>	% армирования	$A_s$ при $N_{теор}$ , см <sup>2</sup>	% армирования	$A_s$ при $N_{оп}$ , см <sup>2</sup>	% армирования
I	898	920	9,78	5,2	17,43	8,9	18,43	9,4
	876	903	9,99	5,0	16,42	8,4	17,66	9,0
	898	940	9,78	5,2	17,43	8,9	19,35	9,9
II	781	753	5,38	2,6	12,08	6,2	10,80	5,5
	781	725	5,38	2,6	12,08	6,2	9,53	4,9
	763	700	5,38	2,7	11,26	4,7	8,39	4,3
III	2532	2600	12,93	4,7	78,75	29,6	81,74	30,7
	2557	2500	12,78	4,7	79,85	30,0	77,35	29,1
	2557	2570	12,78	4,7	79,85	30,0	80,42	30,2
IV	2548	2500	16,33	6,1	79,46	29,9	77,35	29,1
	2515	2650	16,25	6,2	78,01	29,3	83,93	31,6
	2579	2600	16,41	6,1	80,82	30,4	81,74	30,7

В рамках исследования были построены графики вероятности распределения армирова-

ния по четырем группам образцов (рис. 2). Предполагалось, что все входящие параметры (нагрузки, несущая способность) являются непрерывными случайными величинами и подчиняются нормальному закону распределения. Из графиков видно, что вероятности распределения

армирования сталебетонной и железобетонной колон не пересекаются и находятся на достаточном удалении друг от друга, что говорит о значительной экономии материала (арматуры) в случае сталебетонной колонны.

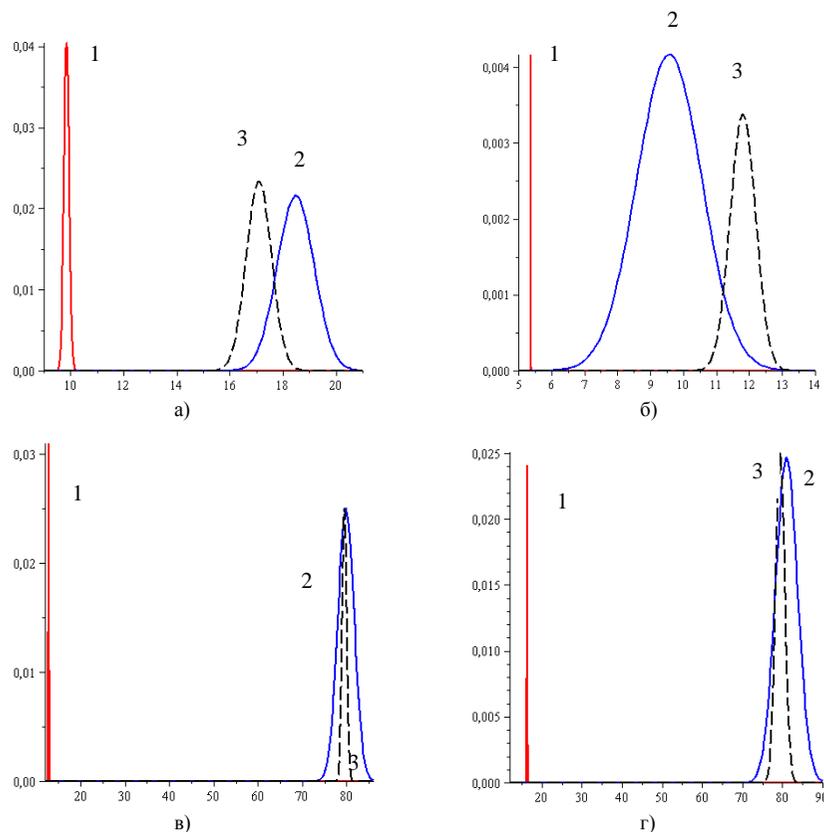


Рис. 2. Вероятности распределения армирования:  
а – I серии; б – II серии; в – III серии; г – IV серии;  
1 – сталебетонная колонна, 2 – железобетонная колонна (опытные данные),  
3 – железобетонная колонна (теоретические расчеты)

Таким образом, анализ экспериментальных и теоретических исследований показал, что при одинаковой площади поперечного сечения расход металла в железобетонных образцах значительно выше по сравнению со сталебетонными. Например, при площади поперечного сечения  $196 \text{ см}^2$  речь идет о практически двукратном преувеличении. Повышение площади поперечного сечения на 35 % приводит к пятикратному (в образцах четвертой серии), а в некоторых случаях шестикратному (в образцах третьей се-

рии) увеличению расхода металла.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Клюев С.В., Клюев А.В., Сопин Д.М., Нетребенко А.В., Казлитин С.А. Тяжелонагруженные полы на основе мелкозернистых фибробетонов // Инженерно-строительный журнал, 2013. №3. С. 7 – 14.
2. Клюев С.В., Лесовик В.С., Клюев А.В. Бондаренко Д.О. К вопросу применения нескольких видов фибр для дисперсно-

армированных бетонов // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2012. № 4. С. 81 – 83.

3. Лесовик Р.В., Клюев А.В., Клюев С.В. Мелкозернистый сталефибробетон на основе техногенного песка для получения сборных элементов конструкций // Технологии бетонов. 2014. №2. С. 44 – 45.

4. Клюев С.В., Клюев А.В. Пределы идентификации природных и инженерных систем // Фундаментальные исследования. Т.12. Ч.2. 2007. С. 366 – 367.

5. Клюев С.В. Высокопрочный сталефибробетон на техногенных песках КМА // Технологии бетонов. 2012. № 5 – 6. С. 33 – 35.

6. Клюев С.В. Высокопрочный фибробетон для промышленного и гражданского строительства // Инженерно-строительный журнал. 2012. №8(34). С. 61 – 66.

7. Клюев С.В. Высокопрочный сталефибробетон на техногенных песках КМА // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2013. № 11. С. 38 – 39.

8. Клюев С.В. Экспериментальные исследования фибробетонных конструкций // Строи-

тельная механика инженерных конструкций и сооружений. 2011. №.4 С. 71 – 74.

9. Клюев С.В., Нетребенко А.В., Дураченко А.В., Пикалова Е.К. Фиброармированные композиты на техногенном сырье // Сборник научных трудов Sworld. 2014. Т. 19. №1. С. 34 – 36.

10. Lesovik R.V., Klyuyev S.V., Klyuyev A.V., Netrebenco A.V., Metrohin A.A. Kalashnikov N.V. Combined Disperse Reinforcement of Fine-Grained Concrete with Steel and Polypropylene Fiber on Technogenic Raw Materials and Nanodispersed Modifier // World Applied Sciences Journal, 2014. Т. 31. №12. С. 2008 – 2114.

11. Адамян И.Р., Чихладзе Э.Д. Расчет напряженно-деформированного состояния сталебетонных стержней прямоугольного сечения при продольном изгибе / Передовые технологии в промышленности и строительстве на пороге XXI века: сб. докл. Междунар. науч.-практ. конф.-шк.-сем. молод. учен. и асп. // Белгор. гос. технол. акад. строит. матер. Белгород: Изд-во БелГТАСМ, 1998. С.145-146.

12. СП 63.13330.2012 Бетонные и железобетонные конструкции. М.: НИИЖБ, 2013. 128 с.

Толстой А. Д., канд. техн. наук, проф.,  
Лесовик В. С., член-корр. РААСН, д-р техн. наук, проф.,  
Ковалева И. А., аспирант

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

## ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫЕ ВЫСОКОПРОЧНЫЕ ДЕКОРАТИВНЫЕ КОМПОЗИЦИИ

Tad56@mail.ru

В статье рассматриваются разные аспекты проектирования состава и технологии изготовления изделий декоративных архитектурных форм, а также их актуальность в современном мире. Изложены результаты определения составов и технологии нанесения высокопрочных декоративных материалов с использованием различных добавок, которые имеют различный химический, минералогический состав и генезис. Установлена возможность снижения расхода материалов при нанесении покрытий за счет уменьшения количества слоев всего изделия; обеспечения более низкого расхода материальных ресурсов и энергии; производственных площадей и трудозатрат; применение нетоксичных и неопасных материалов, сберегающих окружающую среду.

**Ключевые слова:** отделочные декоративные материалы, высокопрочные бетоны, органоминеральные композиции, штампованный бетон.

Современный опыт производства отделочных работ предполагает широкое применение тонкодисперсных комплексных органоминеральных добавок (ОМД), композиционных вяжущих (КВ) широкой номенклатуры, где в качестве кремнеземистого компонента применяется сырьё как природного, так и техногенного происхождения [1,2], микрокремнезема (МК), металлургических шлаков в комплексе с суперпластификаторами и гаперпластификаторами. Такой подход произвел переворот в технологии получения высокопрочных покрытий, оригинальной фактуры и высокой степени долговечности.

Высокие строительно-технические характеристики, однако, совмещают в этих материалах и высокую стоимость высокопрочных отделочных составов и технологии работ по их нанесению. Исходя из этого, важен поиск многотоннажных минеральных добавок, в том числе техногенного происхождения, которые в комплексе с суперпластификаторами позволяют, не снижая высоких строительно-технических и эстетических показателей, повысить доступность и экономическую выгодность применения новых высокопрочных композиций.

Известно использование в качестве наполнителей высокопрочных бетонов многотоннажных отходов литейной промышленности, переработанных отходов бетона, различных песков и карбонатов [3, 4].

Наряду с малоизученностью процессов структурообразования композитов с техногенными компонентами, актуальным является оптимизация процессов структурообразования в системе «глинкерные минералы – кремнеземосодержащая добавка – суперпластификатор – вода».

В работах по изучению составов и технологии нанесения высокопрочных декоративных материалов нами использовались в качестве кремнеземистого компонента широко применяемые в настоящее время микрокремнезем, алюмосодержащая добавка, микрокварц, кварцевый песок, которые имеют различный химический и минералогический составы и генезис.

Главная цель заключалась в разработке такого материала и технологии строительного производства, которые бы позволили получить отделочный материал высокой прочности, применение которого позволило бы снизить вес здания или сооружения, не уменьшая их конструктивную жесткости, устойчивости и долговечности.

Данная цель достигается, прежде всего, многокомпонентностью структур искусственных каменных материалов и изделий. Исследованием композиционных материалов и технологий их изготовления занимается немало ученых и технологов в России и в других странах.

Нами проводились исследования органоминеральных композиций с 1993 г. Большое внимание в этих работах уделялось изделиям на безусадочном вяжущем с карбонатным наполнителем. Продолжением данных работ является изучение высокопрочных декоративных составов, структурированных органическими добавками, в составе которых присутствуют реакционноспособные тонкодисперсные наполнители различной природы. Эти органоминеральные твердеющие композиции обеспечивают быстрый набор прочности изделиям вследствие их взаимодействия в присутствии воды, как между собой, так и с поверхностью заполнителя.

По классификации Международной организации по строительству к высокопрочным композиционным материалами относят бетоны,

имеющие прочность на сжатие в цилиндрах 60-130 МПа. Под высококачественными композициями – бетоны с высокими эксплуатационными свойствами при водовытеснении относятся менее 0,4. Подобные материалы находят все более широкое применение в строительстве Японии, Норвегии, США, Франции. К достоинствам таких бетонов относят улучшенную удобоукладываемость и прочность [5].

Покрытия из высокопрочного (штампованного) бетона напоминают кладку из кирпича, булыжника или природного камня, брусчатки и даже деревянных досок. Эти покрытия имеют широкую область применения: от садовых дорожек и тротуаров, до устройства автомобильных дорог, городских площадей, аллей, полов в выставочных залах, холлах, ресторанах и в жилых помещениях [6]. Широкое разнообразие форм, текстур и цвета дает возможность создавать неповторимые поверхности и подбирать их в соответствии с архитектурным стилем при соблюдении высоких строительно-технических свойств: прочность 60-100 МПа, повышенная износостойкость, морозо- и коррозионностойкость.

Вместе с работами, направленными на получение оптимальных составов высокопрочных декоративных бетонов, нами проводятся исследования технологических приемов их нанесения на подготовленное основание. Практически укладка штампа осуществляется в несколько приемов, которые включают подготовительные и финишные работы [7].

Обычно технологический процесс нанесения покрытия из штампованного бетона включает 5-6 этапов. Проведенные опыты показали возможность совмещения процесса первичного нанесения адгезионного состава с красящим материалом на увлажненную поверхность, без последующего сдувания или смывания остатков красителя, с поверхности. Укладка производится в один слой. Также предполагается исключить в дальнейшем протравливание затвердевшей поверхности композиции кислотным травителем.

Результаты показали достаточную интенсивность отпечатка и его рельефность после применения набора штамповочных инструментов, состоящего из 5 жестких и 2 гибких матов, что дает возможность обеспечить непрерывный процесс штампования, посредством их переключения.

Для разделения штампов и бетона используется цветной смазочный материал, который также совмещает функции закрепителя цветной фактуры. Это консистентная смазка исключает запыление окружающей среды, не обладает запахом и безвредна для растений и животных.

Возможно использование в качестве дополнительного красителя цветного порошка, предназначенного для окрашивания бетонной смеси в процессе замешивания. При этом небольшое количество порошка разводится в растворителе и распыляется равномерно по всей поверхности уже затвердевшей проштампованной смеси. Цветной порошок будет заполнять поры и низкие места поверхности и после высыхания растворителя получается. После полного затвердевания растворителя поверхности придается глянцевый вид с помощью специального лака-герметика.

На первом этапе настоящих исследований расширена группа дисперсных наполнителей многокомпонентного вяжущего (МВ) техногенного происхождения и предложено использовать отходы керамического производства. Указанные отходы в результате предшествующего процесса обжига содержат в своем составе муллитоподобные алюмосиликаты кальция или их смесь с дисперсным кварцем, представляющие собой готовые центры кристаллизации при твердении цемента. Отходы измельчались до удельной поверхности  $S_{уд} = 1500 \text{ м}^2/\text{кг}$ . Использовался также МК с  $S_{уд} = 350 \text{ м}^2/\text{кг}$ , выпускаемый в соответствии с ТУ 14-139-121-89.

Высокопрочный состав получали модифицированием его комплексной ОМД, состоящей из суперпластификатора и тонкомолотого минерального компонента. Содержание комплексной ОМД составляло  $\approx 32-34 \%$ . Доля суперпластификатора Melflux 2651 составляла 0,9 % расхода цемента. Расход цемента был снижен на  $\approx 18 \%$ . Точный расход материалов на  $1 \text{ м}^3$  высокопрочного состава является предметом НОУ-ХАУ.

Таким образом, совершенствование состава и технологии штампованного декоративного бетонного покрытия дает возможность повысить ряд конструктивных и технологических показателей:

- снижение расхода материалов при нанесении покрытий за счет уменьшения количества слоев всего изделия (на 7-9 %);

- обеспечение более низкого расхода на единицу площади поверхности ресурсов и энергии (на 15 %), производственных площадей (на 15 %) и трудозатрат (на 25 %).

- применение в основном нетоксичных и неопасных материалов – загрязнение окружающей среды сведено к минимуму, поскольку при отверждении покрытия в атмосферу выделяется менее одного процента летучих продуктов.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лесовик В.С. Повышение эффективности производства строительных материалов с учетом генезиса горных пород. М.: АСВ. 2006. 524 с.
2. Баженов Ю.М., Демьянова В.С., Калашников В.И. Модифицированные высококачественные бетоны М.: АСВ. 2006. 368 с.
3. Лесовик В.С., Агеева М.С., Иванов А.В. Гранулированные шлаки в производстве композиционных вяжущих // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2011. №3. С. 29–32.
4. Демьянова В. С., Калашников В. И., Борисов А. А. Об использовании дисперсных

наполнителей в цементных системах // Жилищное строительство. 1999. №1. С.12–14.

5. Каприелов С.С., Шейнфельд А.В., Кардунян Г.С. Новые модифицированные бетоны. М.: Типография Парадиз. 2010. 258 с.

6. Казлитин С.А., Лесовик Р.В. К проблеме проектирования бетонов для устройства промышленных полов // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2012. №2. С.39–41.

7. Долгополов Н.Н., Фендер Л.А., Суханов М.А. Некоторые вопросы развития технологии строительных материалов // Строительные материалы. 1994. №1. С. 5–6.

*Озурцова Ю. Н., аспирант, м. н. с.,  
Строкова В. В., д-р. техн. наук, проф.,  
Боцман Л. Н., канд. техн. наук, доц.,  
Ищенко А. В., аспирант,  
Лабужева М. В., студент*

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

### ВЛИЯНИЕ СОСТАВА МЕЛКОЗЕРНИСТОГО БЕТОНА НА СТЕПЕНЬ ПРОПИТКИ МАТРИЦЫ СОДЕРЖИМЫМ ГРАНУЛИРОВАННОГО НАНОСТРУКТУРИРУЮЩЕГО ЗАПОЛНИТЕЛЯ\*

ogurtsova.y@yandex.ru

*Одним из способов повышения стойкости бетона к миграции влаги является снижение водоцементного отношения (В/Ц), повышение плотности матрицы. При использовании гранулированного наноструктурирующего заполнителя (ГНЗ) высокая плотность матрицы может отрицательно сказаться на степени ее пропитки гидрофобизирующим раствором полисиликатов натрия. В связи с этим, в работе установлен оптимальный состав бетонной матрицы, удовлетворяющий одновременно следующим условиям: обеспечение минимальной миграции влаги в материале за счет максимальной пропитки гидрофобизирующим раствором с сохранением высоких эксплуатационных характеристик.*

**Ключевые слова:** *гранулированный наноструктурирующий заполнитель, мелкозернистый бетон, водоцементное отношение, раствор полисиликатов натрия, пропитка.*

**Введение.** Структурные особенности бетонной матрицы определяют механические и гидрофизические свойства бетона. При введении в состав мелкозернистого бетона гранулированного наноструктурирующего заполнителя (ГНЗ) повышается его водостойкость и прочность [1–3]. Это обусловлено тем, что при тепловлажностной обработке бетона с ГНЗ происходит выщелачивание аморфного кремнезема и формирование растворов полисиликатов натрия, с последующей их миграцией через оболочку ГНЗ в толщу бетона. Эпикристаллизационное модифицирование цементного камня ГНЗ приводит к инкапсуляции минеральных частиц цементного камня и мелкого заполнителя гидрофобизирующим слоем функциональных эпигенетических 2D-наносистем натросилита; монолитизации структуры мелкозернистого бетона при перколяции растворенного вещества, что ведет к снижению микропористости цементно-песчаной матрицы [3].

В связи с тем, что растворы полисиликатов натрия проявляют значительные гидрофобизирующие свойства, важным является увеличение степени пропитки мелкозернистого бетона. На степень пропитки мелкозернистого бетона продуктами реакции ядра ГНЗ помимо особенностей состава заполнителя (активность кремнеземного сырья, количество щелочи), а также его количества в составе бетона и зернового состава, оказывают влияние и особенности матрицы мелкозернистого бетона.

Для повышения эффективности действия ГНЗ при формировании контактной зоны с цементной матрицей необходимым является опре-

деление влияния микро- и капиллярной пористости бетона на степень пропитки. Регулирование микро- и капиллярной пористости осуществляется изменением количества воды и вяжущего в составе бетонной матрицы [4, 5]. В связи с этим, в данной работе рассмотрен вопрос влияния состава бетонной матрицы на характеристики композита с ГНЗ, а именно, соотношения «цемент : песок» и В/Ц.

**Методология.** В данной работе использовался ГНЗ фракции 0,63–1,25 мм на основе опилки Алексеевского месторождения (респ. Мордовия). В качестве гидрофобизатора в составе ГНЗ использовался стеарат кальция – порошкообразная водонерастворимая соль стеариновой кислоты.

Микроструктурные особенности образцов мелкозернистого бетона на основе ГНЗ исследованы с использованием сканирующего электронного микроскопа высокого разрешения TESCAN MIRA 3 LMU.

**Основная часть.** Для исследования влияния состава бетонной матрицы на характеристики мелкозернистого бетона с ГНЗ использованы образцы бетона с одинаковым значением водоцементного соотношения, но при различном соотношении «цемент : песок», а также образцы с одинаковым соотношением «цемент : песок», но при различном водоцементном отношении (В/Ц) (табл. 1). Количество ГНЗ в составе бетона – 30 % от объема смеси.

С целью выявления влияния именно пропитки на характеристики бетона все составы (с различным соотношением «цемент : песок» и В/Ц) были продублированы без ГНЗ (№№ 7–12,

табл. 1).

Сравнение характеристик составов мелкозернистого бетона с ГНЗ и без него позволяет отметить значительное снижение водопоглощения образцов с ГНЗ при сохранении величины прочности на сжатие.

Изменения соотношения «цемент : песок» в сторону увеличения количества песка приводит к снижению прочности мелкозернистого бетона как с ГНЗ, так и без него. Влияние изменения В/Ц на свойства мелкозернистого бетона с ГНЗ и без отличается. В мелкозернистом бетоне без ГНЗ увеличение В/Ц приводит к снижению прочности на сжатие и увеличению водопогло-

щения в результате повышения капиллярной пористости. А в случае использования ГНЗ повышение В/Ц позволяет раствору полисиликатов натрия в большей степени пропитывать бетонную матрицу, что обеспечивает повышение ее прочности и снижение водопоглощения. В свою очередь, уменьшение В/Ц, вследствие снижения капиллярной пористости бетонной матрицы приводит к снижению степени пропитки компонента и развитию деструктивных процессов из-за давления образующегося раствора, что негативно сказывается на величинах прочности на сжатие и водопоглощения мелкозернистого бетона.

Таблица 1

Влияние состава матрицы мелкозернистого бетона на характеристики композита

№ состава	Соотношение «цемент : песок»	В/Ц	Средняя плотность, кг/м <sup>3</sup>	Прочность на сжатие, МПа	Водопоглощение, %
Составы с ГНЗ					
1	1/2	0,4	1844,37	37,7	3,0
2	1/3		1647,50	31,3	3,4
3	1/4		1594,37	24,6	4,7
4	1/3	0,3	1646,87	28,4	3,7
5		0,4	1647,50	31,3	3,4
6		0,5	1720,62	35,6	1,5
Составы без ГНЗ					
7	1/2	0,4	2113,12	42,7	5,8
8	1/3		2083,75	31,1	8,2
9	1/4		1926,25	26,1	11,1
10	1/3	0,3	2099,37	34,8	6,6
11		0,4	2083,75	31,1	8,2
12		0,5	2064,37	29,1	9,4

Стоит отметить, что при повышенном расходе вяжущего в мелкозернистом бетоне с ГНЗ (состав № 1, см. табл. 1) средняя плотность и прочность на сжатие максимальна, что обусловлено формированием более плотной структуры. Составы с максимальным количеством вяжущего у обоих видов бетона характеризуются низким водопоглощением по той же причине. Однако, у бетона с ГНЗ минимальное водопоглощение наблюдается у состава с максимальным В/Ц, что еще раз подтверждает повышение степени пропитки.

Отмеченные особенности мелкозернистого бетона с ГНЗ подтверждаются и результатами исследования микроструктурных особенностей. При увеличении В/Ц структура мелкозернистого бетона без ГНЗ характеризуется большей пористостью (рис. 1, б). В свою очередь, при увеличении В/Ц мелкозернистого бетона с ГНЗ (рис. 2, б) можно отметить повышение однородности микроструктуры, снижение количества дефектов

и трещин. Частицы цементного камня и мелкого заполнителя равномерно покрыты гидрофобизирующим слоем функциональных систем натросилита.

**Выводы.** Анализ эксплуатационных характеристик и особенностей микроструктуры образцов мелкозернистого бетона позволяет установить, что введение ГНЗ обеспечивает значительное снижение водопоглощения при сохранении прочности на сжатие. Отличительной особенностью мелкозернистого бетона с ГНЗ является улучшение эксплуатационных характеристик при увеличении водоцементного отношения. Формируемая капиллярная пористость позволяет гидрофобизирующему раствору полисиликатов пропитывать матрицу без создания избыточного давления и нарушения структуры. Повышение степени пропитки матрицы мелкозернистого бетона раствором полисиликатов натрия способствует повышению ее прочности и значительному снижению водопоглощения.

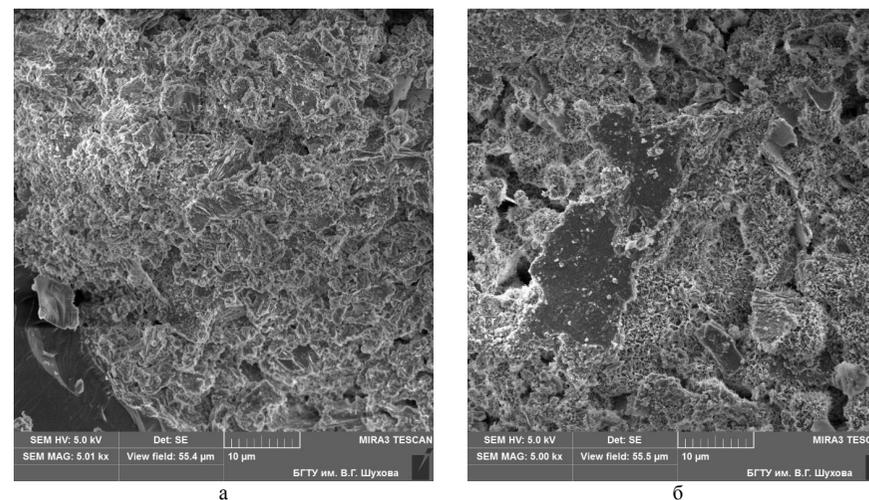


Рис. 1. Микроструктура мелкозернистого бетона без ГНЗ с соотношением «цемент : песок» 1:3 при В/Ц равном: а – 0,4; б – 0,5

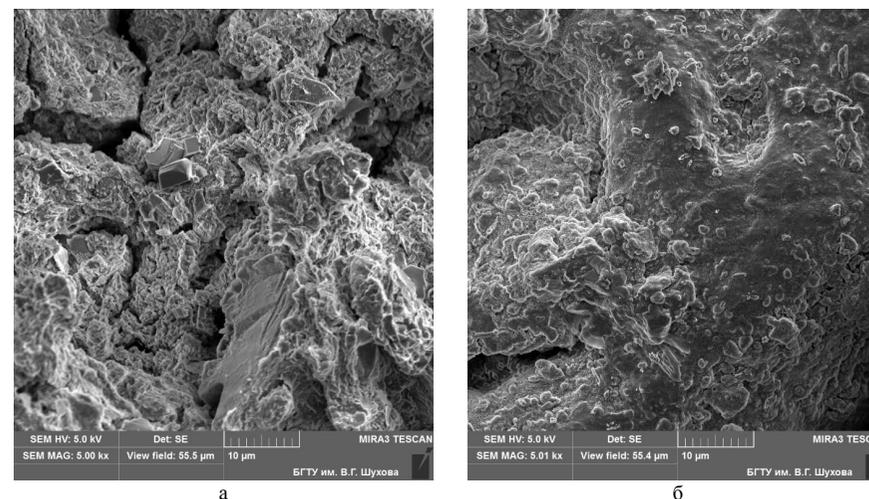


Рис. 2. Микроструктура мелкозернистого бетона с ГНЗ с соотношением «цемент : песок» 1:3 при В/Ц равном: а – 0,4; б – 0,5

*\*Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках: государственного задания; программы стратегического развития БГТУ им. В.Г. Шухова, в рамках стипендии Президента Российской Федерации молодым ученым и аспирантам, с использованием оборудования Центра высоких технологий БГТУ им. В.Г. Шухова.*

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лесовик В.С., Мосьпан А.В., Беленцов Ю.А., Ряпухин Н.В. Силикатные изделия на гранулированных заполнителях для сейсмостойкого строительства // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2012. №4. С. 62–65.
2. Строкова В.В., Соловьева Л.Н., Мосьпан В.И., Ходыкин Е.И., Гринев А.П. Конструкци-

онные легкие бетоны на основе активных гранулированных заполнителей // Строительные материалы. 2009. №10. С. 23–25.

3. Строкова В.В., Жерновский И.В., Макаков А.В., Огурцова Ю.Н., Соловьева Л.Н. Последовательность процессов формирования цемента-песчаной матрицы бетона при использовании гранулированного наноструктурирующего заполнителя // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 6; URL: <http://www.science-education.ru/106-7874> (дата

обращения: 24.12.2012).

4. Лукутцова Н.П., Анисимов П.В. Физические процессы при гидратации цемента // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2014. №2. С. 25–27.

5. Бенц Д.П., Пельц М.А., Унипелер Дж. Влияние водоцементного отношения на свойства цементных композиций в ранней стадии их твердения // Цемент и его применение. 2011. №3. С. 47–52.

Коломацкая С. А., соискатель

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

## ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПРОЦЕССОВ ГИДРАТАЦИИ ВЯЖУЩИХ В ТЕХНОЛОГИИ АВТОКЛАВНОГО ЯЧЕИСТОГО БЕТОНА

s-kolomatskaya@yandex.ru

*Рассмотрены реакции гидратации на ранних этапах твердения при формировании структуры автоклавного ячеистого бетона. Состав гидратных фаз описывает система  $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-H}_2\text{O}$  и более сложные системы с цементом и гипсом. Дана характеристика продуктов гидратации извести и образующихся твердых растворов гидратных фаз. Выявленные закономерности процессов гидратации и твердения вяжущих позволят совершенствовать технологию производства изделий из автоклавного ячеистого бетона.*

**Ключевые слова:** гидратация, автоклавные ячеистые бетоны, продукты гидратации

Изделия из ячеистого бетона являются одним из лучших конструкционно-теплоизоляционных материалов для строительства жилых зданий. Анализ современных технологий производства ячеистого бетона свидетельствует о том, что в основе технологии до сих пор остаются принципы, первоначально созданные еще в начале и середине прошлого века [1...3].

Основными направлениями развития технологии производства автоклавного ячеистого бетона являются:

- введение в рецептуру сырьевых смесей эффективных химических добавок, специально изготовляемых для ячеистых бетонов;
- совершенствование существующих технологических процессов, оборудования и применение новых принципов производства изделий;
- улучшение строительно-эксплуатационных показателей изделий, упрощающих и облегчающих работы по монтажу строительных конструкций, а также повышающих характеристики конструкций из ячеистого бетона в процессе эксплуатации зданий.

Инновационные технические решения по оптимизации рецептуры и технологических приемов производства ячеистого бетона должны основываться на углубленных представлениях о физико-химических закономерностях протекающих процессов и способах управления ими, в особенности, процессах формирования пористой структуры ячеистого бетона и начальных этапах гидратации и твердения известкового и цементного вяжущих в составе сырьевой смеси [1...3].

Состав сырьевой смеси автоклавного ячеистого бетона представлен известью, портландцементом, кварцевым песком, гипсом, алюминиевым газообразователем, водой и

обратным шламом. Оксид кремния, основная роль которого состоит в синтезе гидросиликатов кальция во время автоклавной обработки, практически не участвует в начальных процессах твердения при формировании структуры ячеистого бетона.

В работе использована сокращенная запись, принятая в химии цемента:  $\text{CaO} - \text{C}$ ;  $\text{Fe}_2\text{O}_3 - \text{F}$ ;  $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{A}$ ;  $\text{H}_2\text{O} - \text{H}$ ;  $\text{CaSO}_4 - \text{Cs}$ ;  $\text{CaCO}_3 - \text{Cc}$ . Согласно обозначению, введенному Смольчиком [4], соли, прототип которых эттрингит, записывают как  $\text{AFt}$ -фазы, где:  $\text{A} - \text{алюминат}$ ;  $\text{F} - \text{феррит}$ ;  $\text{t} - \text{три (сульфата, карбоната кальция и др.)}$ . Соединения, прототип которых  $\text{C}_4\text{AH}_{13}$ , названы  $\text{AFm}$ -фазами, где  $\text{m} - \text{моно (один гидроксид, сульфат кальция и др.)}$ .

Система  $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-H}_2\text{O}$  характеризует фазовые равновесия при гидратации оксида кальция из известки совместно с добавкой алюминиевой пудры (пасты), а также гидратацию трехкальциевого алюмината портландцементного клинкера. Области устойчивости гидратных фаз системы приведены на рисунке 1 [5].

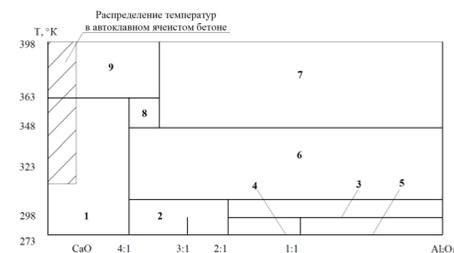


Рис. 1. Диаграмма системы  $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-H}_2\text{O}$ :

1 –  $\text{C}_4\text{AH}_{13} + \text{CH}$ ; 2 –  $\text{C}_2\text{AH}_8 + \text{C}_4\text{AH}_{13}$ ; 3 –  $\text{C}_2\text{AH}_8 + \text{AH}_3$ ;  
4 –  $\text{C}_2\text{AH}_8 + \text{CAH}_{10}$ ; 5 –  $\text{CAH}_{10} + \text{AH}_3$ ; 6 –  $\text{C}_4\text{AH}_{13} + \text{AH}_3$ ;  
7 –  $\text{C}_3\text{AH}_6 + \text{AH}_3$ ; 8 –  $\text{C}_3\text{AH}_6 + \text{C}_4\text{AH}_{13}$ ; 9 –  $\text{C}_3\text{AH}_6 + \text{CH}$

Положение нанесенной на диаграмму области фазовых равновесий для смесей

автоклавного ячеистого бетона свидетельствуют о том, что при избытке гидроксида кальция возможно образование его метастабильной ассоциации с  $C_4AH_{13}$  или стабильного равновесия  $C_3AH_6$  с  $CH$ . Предпочтительность образования вида гидроалюмината кальция определяется температурой в системе.

Модельные смеси для исследований системы  $CaO-Al_2O_3-H_2O$  изготавливали из

чистого свежееобожженного оксида кальция, пасты алюминия и дистиллированной воды. Взаимодействие между компонентами системы сопровождалось выделением водорода и повышением температуры смеси. Результаты рентгенофазовых исследований приведены на рисунке 2.

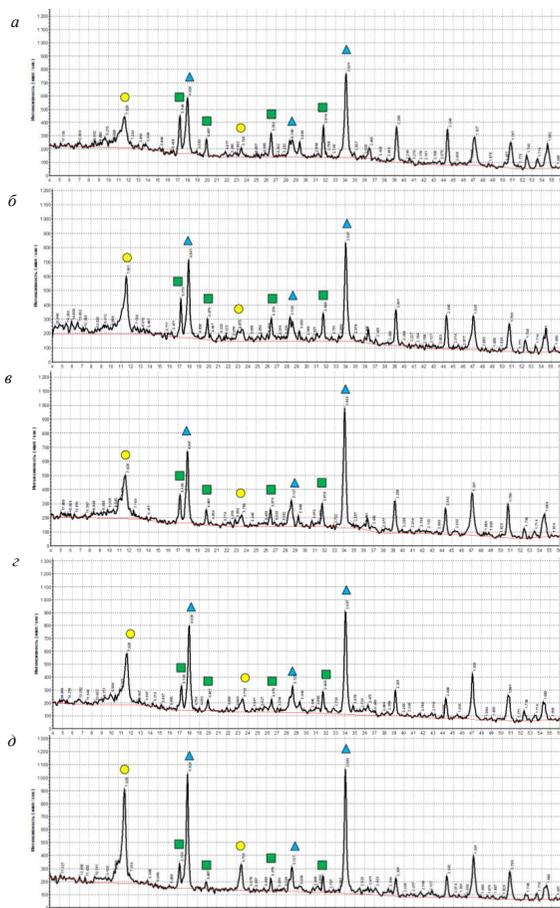


Рис. 2. Рентгенограммы продуктов гидратации извести с алюминием при мольном соотношении 5:1: а – 10 мин; б – 1 час; в – 2 часа; г – 6 часов; д – 24 часа; ● – AFm-фаза; ▲ –  $Ca(OH)_2$ ; ■ –  $C_3AH_6$

Согласно полученным данным в пробе, отобранной через 10 мин после смешения компонентов, отсутствуют пики исходного  $CaO$  с межплоскостным расстоянием  $d = 2,413$  и  $2,785$  Å, а также  $Al$  с  $d = 2,347$  и  $2,032$  Å, что свидетельствует о быстрой гидратации извести и ее взаимодействии с алюминием. Продуктами

реакции гидратации в системе являются  $Ca(OH)_2$  с основными пиками  $d = 2,629$ ;  $4,928$  и  $1,927$  Å, кубический гидроалюмит  $C_3AH_6$  с  $d = 5,140$ ;  $4,461$ ;  $3,363$ ;  $3,148$ ;  $2,814$  Å и другими, относящимися к нему отражениями, а также гексагональная AFm-фаза с основным отражением  $d = 7,628$  Å.

С течением времени за счет охлаждения смеси до температуры окружающей среды система движется к состоянию равновесия. Это сопровождается преобразованием кубического  $C_3AH_6$  в гексагональную AFm-фазу.

Уменьшение и увеличение соотношения между исходными  $CaO$  и  $Al$  при сохранении избытка извести не оказывают влияния на последовательность гидратообразования, но изменяют соотношение между количеством образующихся гидратных фаз.

Система **известь-алюминий-цемент-вода** является моделью, характеризующей начальные этапы твердения вяжущих в технологии ударного формирования массива.

Смеси для исследований изготавливали из прокаленного оксида кальция, дисперсного алюминия, портландцемента и воды. В качестве цементного вяжущего использовали ЦЕМ I 42,5 Белгородского цементного завода. Мольное отношение  $CaO$  к  $Al$  составляло 5:1, а массовое количество извести и цемента были приняты одинаковыми.

По полученным данным, основными кристаллическими продуктами гидратации в системе являются портландит с пиками  $d = 2,633$  и  $4,941$  Å, AFm-фаза с  $d = 8,268$  Å и кубический гидроалюминат со всеми свойственными ему отражениями. Исходные  $CaO$  и  $Al$  не фиксируются, что свидетельствует об их практически полном преобразовании с синтезом кальциевых гидратов. Четкие пики  $C_3S$  и  $C_2S$  в области углов  $2\theta$   $32...33^\circ$  указывают на незначительную степень гидратации клинкерных минералов.

С течением времени до 1 сут изменение в составе компонентов системы связаны со следующим. Значительно уменьшаются пики клинкерных минералов за счет их гидратации. Снижается интенсивность пиков  $C_3AH_6$ , что указывает на его преобразование в другие виды алюминатных гидратов. Такими гидратами являются AFm-фазы с основными отражениями в области углов  $2\theta$   $10...12^\circ$ .

Характеризуя гексагональные гидратные фазы необходимо отметить следующее. Кристаллическая структура гексагональных кальциевых гидратов или AFm-фаз представлена главными эмпирическими слоями  $[Ca_2(M(OH)_6)^+ \cdot 2H_2O]$  и межслоевым пространством, в которое включены анионы и молекулы воды [6, 7]. Изоморфизм в главном слое связан преимущественно с замещением ионов  $Al^{3+}$  на  $Fe^{3+}$ , которые вносит в систему  $C_4AF$  клинкера. В межслоевом пространстве имеет место гетероалентный изоморфизм между анионами  $OH^-$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $CO_3^{2-}$  с образованием твердого раствора состава  $C_3(A,F)(CH_x, C_2S, C_3C_{1-x-y})N_{12}$ , где  $0 < x < 1$  и  $0 < x + y < 1$ .

Первоначально образовавшаяся за счет присутствующего в портландцементе гипса сульфатосодержащая AFm-фаза с  $d = 8,268$  Å является аналогом моносульфогидроалюмината кальция. Она взаимодействует с  $C_3AH_6$ , а также продуктами гидратации  $C_3A$  и  $C_4AF$  и преобразуется в AFm-фазу, аналогом которой является  $C_3AH_6$ .

Быстрая гидратация извести приводит к образованию портландита с соотношением интенсивности отражений от плоскости (101) с  $d = 2,663$  Å к интенсивности пика (001) с  $d = 4,941$  Å, равным 10:7. Такая величина пиков характерна и для чистого гидроксида кальция. Гидратация портландцемента и образование  $Ca(OH)_2$  из  $C_3S$  клинкера не изменяет величины интенсивности основных отражений портландита.

Гидратация портландцемента в воде при температуре окружающей среды приводит к образованию гидроксида кальция с другими кристаллографическими характеристиками (рисунок 3) [8].

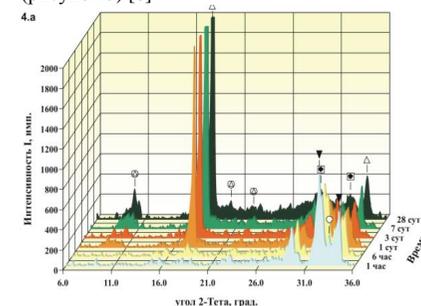


Рис. 3. Рентгенограммы продуктов гидратации известково-цементного вяжущего с добавкой  $Al$ : ▼ –  $C_3S$ ; ▲ –  $Ca(OH)_2$ ; ■ –  $CSH(B)$ ; ○ – AFm-фаза

Значительное превышение интенсивности пика с  $d = 4,9$  Å над пиком  $d = 2,63$  Å вызвано образованием твердого раствора. Такие изменения в характере кристаллизации  $Ca(OH)_2$  следует учитывать в технологии автоклавного ячеистого бетона, особенно на ранних стадиях процесса гидратации при формировании структуры ячеистого бетона.

Система **известь – алюминий – цемент – гипс – вода** является моделью, которая характеризует начальные процессы гидратации в литьевой технологии автоклавного ячеистого бетона с введением в сырьевую смесь двудного гипса или других разновидностей сульфата кальция. Чистый  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$  вводили в количестве, соответствующему мольному отношению  $CaO:C_3H_2$ , равному 5:1,5. Рентгенограммы продуктов гидратации в гипсосодержащей смеси приведены на рисунке 4.

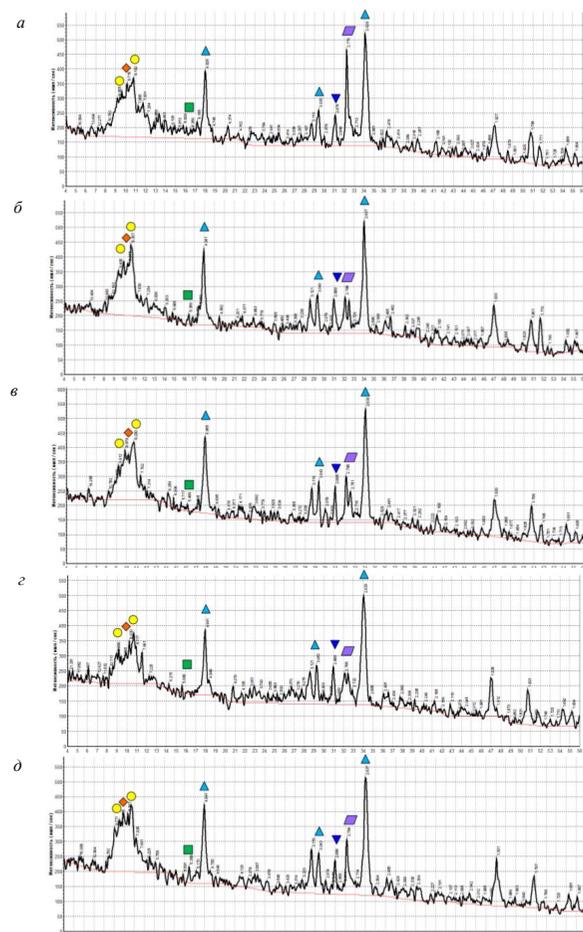


Рис. 4. Рентгенограммы известково-цементного вяжущего с добавками AL и гипса:

а – 10 мин; б – 1 час; в – 2 часа; г – 6 часов; д – 24 часа;

● – AFm-фаза; ▲ – Ca(OH)<sub>2</sub>; ■ – C<sub>3</sub>AH<sub>6</sub>; ▼ – C<sub>3</sub>S; ◆ – AFt-фаза; ▣ – C<sub>2</sub>H<sub>8</sub>

Введение добавки гипса приводит к значительному снижению, особенно при первом отборе пробы через 10 мин., количества образующегося C<sub>3</sub>AH<sub>6</sub>. Гипс с отражением  $d = 2,776 \text{ \AA}$  является одной из основных кристаллических фаз системы только на начальном этапе гидратации. Через один час его количество существенно уменьшается, а наиболее интенсивные пики относятся к гидроксиду кальция. Соотношение интенсивностей отражений гидроксида кальция с  $d = 2,63$  и  $4,9 \text{ \AA}$  равны, соответственно 10 и 7. Наиболее значительные изменения на рентгенограммах наблюдаются в области углов  $2\theta 8...12^\circ$ , в которых находятся основные пики

AFm- и AFt-фаз. В этой области имеется наложение пиков не менее четырех гидратных фаз, каждая из которых представлена твердыми растворами. Добавка гипса способствует появлению AFt-фазы с  $d = 9,77 \text{ \AA}$ , аналогом которой является эттрингит.

Согласно данным по диаграмме системы CaO – Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – SO<sub>3</sub> – H<sub>2</sub>O [9, 10] в интервале от 10 до 100°C имеется 18 областей равновесных ассоциаций гидратных фаз, причем в большинстве из областей предпочтительно образование твердых растворов. Изменяя состав и температуру, можно управлять не только видом равновесных фаз, но и составом твердых растворов кальциевых гидратов.

В рассматриваемых трех смесях в ходе проведения эксперимента измеряли температуры на начальном этапе гидратации (рисунок 5).

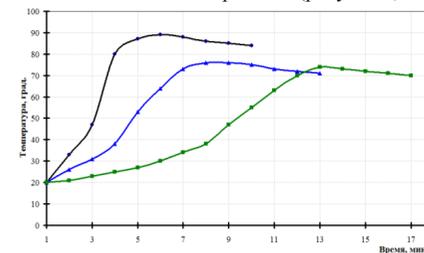


Рис. 5. Температура смесей в процессе ранней гидратации: ○ – система CaO - Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - H<sub>2</sub>O; ▲ – система CaO - Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - цемент - H<sub>2</sub>O; □ – система CaO - Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - цемент - гипс - H<sub>2</sub>O

Наблюдаемое повышение температур вызвано в основном двумя экзотермическими реакциями: гидратацией извести и окислительно-восстановительным процессом взаимодействия дисперсного алюминия. Гипс в составе смешанного известково-цементного вяжущего или водимый как добавка замедляет рост температуры в смеси. Следовательно, роль гипса в технологии автоклавного ячеистого бетона заключается в замедлении начальных реакций гидратообразования и синтезе преимущественно Fm-фаз в виде твердых растворов, которые участвуют в формировании структуры массива.

Следует отметить, что часть массива после обрезки в виде шлама направляется в бассейны, из которых в виде обратного шлама поступает на приготовление смеси. С учетом приведенных данных, шламбассейны обратного шлама могут рассматриваться как реакторы с мешалкой для синтеза кальциевых гидратов. Рациональную обработку обратного шлама и управление процессом синтеза AF-фаз следует рассматривать как один из неиспользуемых резервов для совершенствования технологии автоклавного ячеистого бетона и повышения качества изделий.

Таким образом, рассмотрены физико-химические процессы, протекающие на ранних этапах гидратации вяжущих при формировании структуры автоклавного ячеистого бетона. Процессы гидратации во всех системах направлены на образование твердых растворов кальциевых гидратов, что подтверждается результатами теоретических и экспериментальных исследований. Гидратация извести может протекать с образованием гидроксида кальция с интенсивностью пика  $d = 4,9 \text{ \AA}$ , который превышает величину пика  $d = 2,63 \text{ \AA}$ . Заводы автоклавного ячеистого бетона, имеющие конкретное сырье и технологию, могут оценить роль этого фактора

и целесообразность его учета. Рекомендуется рассматривать шламбассейны обратного шлама как установки, в которых протекают процессы образования кальциевых гидратов. Имеется возможность управлять этими процессами и получать обратный шлам заданного состава, что является не используемым резервом технологии автоклавного ячеистого бетона.

Выявление закономерностей процессов гидратации вяжущих в технологии автоклавного ячеистого бетона позволит вводить в рецептуру эффективные химические добавки, совершенствовать за счет имеющихся резервов технологический процесс и разрабатывать новые принципы производства изделий.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сулейманова Л.А. Энергия связи – основа конструктивных и эксплуатационных характеристик бетонов / Известия высших учебных заведений. Строительство. 2007. № 9. С. 91-99.
2. Сулейманова Л.А. Алгоритм получения энергоэффективного газобетона с улучшенными показателями качества / Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2011. № 4. С. 59-61.
3. Сулейманова Л.А., Коломацкая С.А., Кара К.А. Энергоэффективный газобетон / В сборнике: Научные и инженерные проблемы строительно-технологической утилизации техногенных отходов. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. Белгород, 2014. С. 218-220.
4. Smolczyk G. Die Ettringit-Phasen im Hochofenzement. Zement-Kalk-Gips. 1961. № 7. 277-283.
5. Коломацкий А.С., Бабушкин В.И., Ряполов В.Д. Расчет и анализ диаграммы состояния системы CaO - Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - H<sub>2</sub>O / Журнал прикладной химии. 1989. № 2. С. 385-387.
6. Schwiete H. E., Ludwig U., Jager P. Untersuchungen der Hydratation von Tricalciumaluminat, Dicalciumferrit und Calciumaluminatferriten mit Calciumhydroxide und Calciumsulfat. Aachen. 1967. 124 s.
7. Taylor H. Cement chemistry. – London: Academic Press. 1990.
8. Kolomatskaya S., Lesovik V., Kolomatskiy A. Hydration processes during AAC structure formation // Польша, 2011. С. 79-86.
9. Коломацкий А.С., Бабушкин В.И., Ряполов В.Д. Диаграмма состояния системы CaO - Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - SO<sub>3</sub> - H<sub>2</sub>O / Журнал прикладной химии. 1990. № 6. С. 1225-1230.
10. Коломацкий А.С., Бабушкин В.И., Ряполов В.Д. Образование твердых растворов в системе CaO - Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - SO<sub>3</sub> - H<sub>2</sub>O / Журнал прикладной химии. 1991. № 6. С. 1327-1330.

Трунов П. В., аспирант  
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

## К ВОПРОСУ О ПОВЫШЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОМПОЗИЦИОННЫХ ВЯЖУЩИХ\*

trun-pavel@yandex.ru

Исходя из наметившихся в мире тенденций на переориентацию промышленности строительных материалов в сторону бетонов с пониженным содержанием цемента. В связи с чем, такой вид вяжущих, как тонкомолотые цементы имеют определенную перспективу. Однако есть ряд факторов сдерживающих их распространение, одним из которых является энергозатраты связанные с поломом его компонентов. В ходе проведенных исследований были выявленные закономерности изменения длительности помола и предела прочности при сжатии тонкомолотых многокомпонентных цементов с различным содержанием кварцевого песка в зависимости от способа их изготовления. Доказана возможность сокращения продолжительности процесса изготовления тонкомолотых цементов на 30 % при повышении их предела прочности при сжатии на 20 %.

**Ключевые слова:** композиционные вяжущие, тонкомолотые многокомпонентные цементы, помол, энергоёмкость.

**Введение.** В настоящее время в мире наблюдается переориентация промышленности строительных материалов на бетоны с пониженным расходом цемента [1–10]. Композиционные вяжущие (КВ), такие как тонкомолотые цементы (ТМЦ) и вяжущие низкой водопотребности (ВНВ), в которых часть (от 10 до 90 %) клинкерной составляющей заменена на кремнезем-содержащий компонент, являются одним из перспективных материалов, который может лечь в основу создания высокоэффективных бетонов [11–23]. Однако есть ряд причин, сдерживающих их широкое применение, одной из которых является определенные затраты энергии, связанные с изготовлением КВ.

В настоящее время производство композиционных вяжущих можно осуществить двумя способами [24]. В случае если выпуском КВ занимается цементный завод целесообразно использовать портландцементный клинкер, при этом для помола возможно применение тех же мельниц, что и для изготовления портландцемента. Однако такие производства, на данный момент мало распространены, это связано со значительными затратами, необходимыми на переналадку оборудования.

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

При этом в обоих случаях возможно осуществлять помол как одно- так и многостадийно.

При одностадийной схеме производится одновременная загрузка всех составляющих КВ и совместный помол, при этом не учитывается различие в гранулометрии и твердости компонентов входящих в состав смеси, что может привести к повышению энергоёмкости процесса,

снижению показателей однородности размолотого материала и как следствие к снижению качественных характеристик конечного продукта.

При многостадийной схеме все компоненты мелются отдельно до удельной поверхности самого высокодисперсного (например, портландцемента) и далее производится их совместный помол до заданной дисперсности конечного продукта. При этом процесс изготовления значительно усложняется в сравнении с одностадийной схемой, однако позволяет исключить ее недостатки.

В связи с чем основной задачей данных исследований являлось сопоставление длительности помола и качественных характеристик тонкомолотых цементов, изготовленных по одно- и двухстадийной схемах с целью выявления оптимального способа их изготовления.

**Методика.** Изготовление тонкомолотых цементов осуществлялось в лабораторной шаровой мельнице по двум схемам. Первая заключалась в совместном помолу портландцемента с кварцевым песком (одностадийная схема). Во втором случае – кварцевый песок домалывался до заданной удельной поверхности (300, 400 и 500 м<sup>2</sup>/кг) затем к нему добавлялся портландцемент и производился совместный помол (двухстадийная схема). В обоих случаях конечная удельная поверхность композиционного вяжущего составляла порядка 500 м<sup>2</sup>/кг.

Анализ морфологии новообразований проводился с помощью сканирующего электронного микроскопа высокого разрешения TESCAN MIRA 3 MLU, включающий энергодисперсный спектрометр X-MAX 50 Oxford Instruments NanoAnalysis, а также путем сопоставления рентгенограмм полученных с помощью рентгеновского дифрактометра общего назначения

(ДРОН-3М) работающего в автоматизированном режиме с использованием программы PELDos.

**Основная часть.** Выявление влияния способа помола на его длительность и качественные характеристики тонкомолотых цементов, изготовленных с различным содержанием кварцевого песка, производилось с помощью метода математического планирования эксперимента. В качестве кремнеземистой добавки при изготовлении тонкомолотых цементов использовался кварцевый песок.

Вяжущие изготавливались по двухстадийной технологии. В качестве факторов варьирования направленных на определение оптимальных параметров изготовления композиционных вяжущих были приняты: количество кремнеземистого компонента (70–30 % от массы КВ) и его начальная удельная поверхность (табл. 1).

Выходными параметрами служил предел прочности при сжатии и время, затраченное на изготовление композиционного вяжущего. В качестве контрольных служили показатели композиционных вяжущих, изготовленных совместным помолу компонентов (табл. 2).

Таблица 1  
Условия планирования эксперимента

Факторы	Уровни варьирования	Интервал варьирования		
		-1	0	1
Натуральный вид	Кодированный вид			
Компонент КВ, % от массы	X <sub>1</sub>	30	50	70
Удельная кварцевого песка, м <sup>2</sup> /кг	X <sub>2</sub>	300	400	500

Таблица 2

### Характеристики тонкомолотых цементов, изготовленных с использованием кварцевого песка в зависимости от способа помола

ТМЦ-30			ТМЦ-50			ТМЦ-70		
S <sub>уд</sub> , м <sup>2</sup> /кг	T*, мин	R <sub>сжк</sub> , МПа	S <sub>уд</sub> , м <sup>2</sup> /кг	T*, мин	R <sub>сжк</sub> , МПа	S <sub>уд</sub> , м <sup>2</sup> /кг	T*, мин	R <sub>сжк</sub> , МПа
535	50	12,48	537	35	29,03	528	25	38,70

После обработки полученных результатов с помощью метода математического планирования эксперимента, были получены уравнения регрессии (1, 2) и построены зависимости преде-

ла прочности при сжатии (рис. 1, а) и времени затраченного на помол (рис. 1, б) от варьируемых факторов.

$$R_{сжк} = 35,35 - 14,06X_1 - 3,42X_2 - 4,27X_1^2 - 6,16X_2^2 + 2,3X_1X_2 \quad (1)$$

$$T_{помол} = 22,33 + 7,83X_1 + 0,33X_2 + 1,5X_1^2 + 3X_2^2 \quad (2)$$

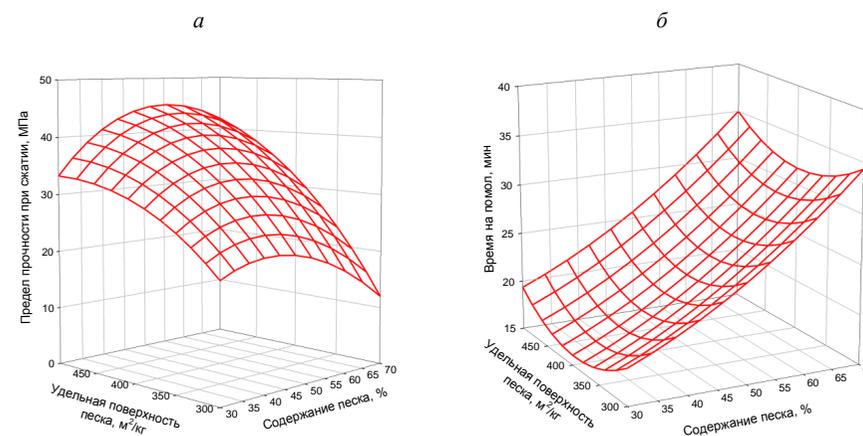


Рис. 1. Зависимость предела прочности при сжатии (а) и времени на помол от количества кварцевого песка и его удельной поверхности

Анализируя полученные результаты, необходимо учитывать, что на скорость размола и активность полученных вяжущих будет влиять ряд факторов, таких как твердость компонентов, способность их к агрегации, соотношение компонентов в смеси и их гранулометрия. Так компоненты с более постоянным размером частиц в отличие от компонентов с разнообразным гранулометрическим составом будут в меньшей степени подвержены агрегации, при этом, чем лучше будет размалываться материал, тем выше будет его склонность к агрегации. Помимо этого необходимо учитывать взаимодействие компонентов при их совместном помоле, которое также будет зависеть от твердости компонентов и от их склонности к агрегации. При характеристике взаимодействия различают «прямое» и «непрямое» влияние. Под «прямым» понимают повышенную адгезию частиц компонентов смеси друг к другу и их агрегацию. Если только один компонент имеет склонность к агрегации, это взаимодействие может способствовать процессу помола, но чаще оно затрудняет его. При «прямом» влиянии более твердый компонент может оказывать абразивное действие на другой. Под «непрямым» понимают влияние компонента содержащегося в смеси в избытке. Положительный или отрицательный характер этого влияния зависит от количества компонента в смеси [25].

В ходе исследований было установлено, что время, затрачиваемое на получение вяжущего заданной удельной поверхности, в не зависимости от способа изготовления, растёт с увеличением доли кварцевого песка в смеси, что является закономерным и обусловлено его большей твердостью в сравнении с портландцементом (рис. 1, а). Необходимо так же отметить, что применение двухстадийной технологии позволяет сократить длительность помола в среднем на 30 %. Это обусловлено тем, что при совместном помоле компонентов с различной размолоспособностью большая часть энергии тратится на диспергирование составляющей, обладающей меньшей твердостью (портландцемент), это в свою очередь препятствует разрушению компонента с большей твердостью (кварцевого песка) и увеличивает длительность помола.

Минимальными затратами времени на помол и максимальными показателями предела прочности при сжатии, в не зависимости от соотношения компонентов в смеси, отличаются вяжущие, изготовленные по двухстадийной технологии с домолом кварцевого песка до удельной поверхности 400 м<sup>2</sup>/кг. Так для ТМЦ-30 и ТМЦ-50 прирост прочности составил 23 %, а для ТМЦ-70 – 20 % при снижении длительности

помола на 40, 34 и 32 % соответственно.

Минимальными показателями прочности при сжатии (рис. 1, б) отличаются вяжущие полученные по двухстадийной технологии с домолом кварцевого песка до удельной поверхностью 500 м<sup>2</sup>/кг, что можно объяснить тем, что с увеличением дисперсности кварцевого песка сокращается время на совместный помол компонентов вяжущего и как следствие снижается тонкость помола частиц цемента, что и приводит к сбросу прочности. Снижение данного показателя у вяжущих, изготовленных совместным помолом компонентов можно объяснить тем, что частицы цемента входящие в их состав за счет абразивного воздействия на них частиц кварца будут отличаться большей тонкостью помола, что в свою очередь приводит к росту водопотребности и осадочных деформации композиционных вяжущих и, как следствие, сбросу прочности.

Анализ микроструктуры композиционных вяжущих, изготовленных совместным и раздельным помолом компонентов позволил выявить различия в характере новообразований. Наиболее ярко выраженные структурные единицы были выявлены при рассмотрении ТМЦ-70, что обусловлено содержанием большого количества клинкерной составляющей.

Так для ТМЦ-70, полученного путем совместного помола портландцемента и кварцевого песка характерна плотная масса, сложенная из слабо ограниченных, плохо раскристаллизованных и вероятнее всего рентгеноаморфных новообразованиями, в пустотах просматривается рыхлая сетка столбчатых новообразований. И в тоже время для данного вида вяжущего, полученного путем раздельного помола портландцемента и кварцевого песка с домолом последнего до 400 м<sup>2</sup>/кг характерны более мелкие игольчатые новообразования образующие плотную систему. Также просматриваются зерна кварца, плотно покрытые продуктами гидратации, это свидетельствует о хорошем сцеплении зерен заполнителя с цементирующим веществом.

Микроструктура ТМЦ-50, полученного путем совместного помола компонентов представлена большим количеством хорошо сформированных кристаллов портландита, окруженных рентгеноаморфным веществом, в то время как применение раздельной технологии способствует формированию у данного вида вяжущих игольчатых новообразований, заполняющих поровое пространство.

Исходя из незначительного содержания в составе ТМЦ-30 клинкерной составляющей и большего в сравнении с ТМЦ-70 и ТМЦ-50 дозатворения, при его исследовании анализ

морфологии новообразований был затруднен. Однако, стоит отметить, что основная масса данного вида вяжущего, полученного совместным помолом компонентов, рыхлая, состоит из отдельных агрегатов, имеющих вид хлопьев, окруженных поровым пространством с довольно слабыми контактами. В то время как микроструктура вяжущего, полученного по двухстадийной технологии отличается меньшим количеством пор и микротрещин, а также более плотной контактной зоной частиц кварцевого песка с основной массой, что вероятно обусловлено более однородной гранулометрией частиц, а также тем, что кварц в данном случае обладая большей удельной поверхностью и как следствие активностью, чем при совместном помоле компонентов, выступает в качестве центров кристаллизации, способствуя формированию на своей поверхности более плотной системы новообразований.

Анализ характера новообразований проведенный с помощью РФА, выявил снижение интенсивности пиков Ca(OH)<sub>2</sub> (4,93; 2,63; 1,93 Å) и SiO<sub>2</sub> (4,26; 3,35; 2,45; 2,29; 1,82 Å) на рентгенограммах ТМЦ-70 и ТМЦ-50, изготовленных по двухстадийной схеме с домолом кварцевого песка до 400 м<sup>2</sup>/кг (рис. 2, а-2, б-2) в сравнении с

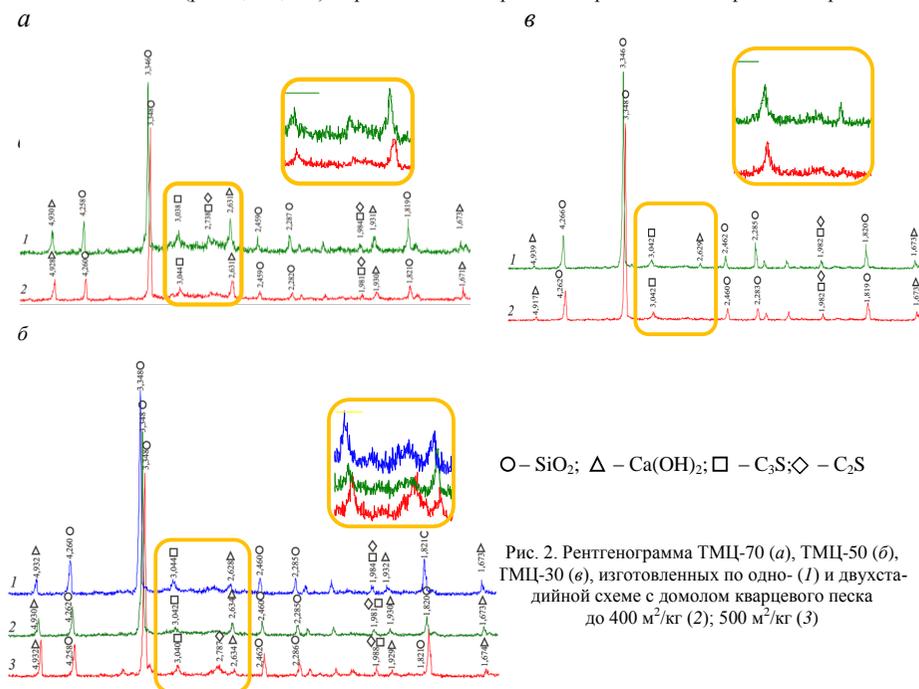


Рис. 2. Рентгенограмма ТМЦ-70 (а), ТМЦ-50 (б), ГМЦ-30 (в), изготовленных по одно- (1) и двухстадийной схеме с домолом кварцевого песка до 400 м<sup>2</sup>/кг (2); 500 м<sup>2</sup>/кг (3)

Таким образом на основании исследований микроструктуры композиционных вяжущих можно сделать вывод, что применение двухстадийной схеме (с домолом кварцевого песка до 400 м<sup>2</sup>/кг) для получения тонкомоломых многокомпонентных цементов, способствует интенсификации процессов гидратации, а также частичному связыванию портландита, что в свою очередь приводит к формированию более плотной однородной структуры композита, и предопределяет природ прочности при сжатии в сравнении с аналогичными по составу КВ, изготовленными по одностадийной технологии.

**Выводы.** В ходе эксперимента были выявлены закономерности изменения активности и времени затравиваемого на помол тонкомоломых цементов в зависимости от способа изготовления композиционных вяжущих, количества кварцевого песка в смеси и его начальной удельной поверхности.

Доказано, что вне зависимости от соотношения компонентов в смеси, применение раздельного помола способствует существенному сокращению длительности процесса изготовления композиционных вяжущих, что обусловлено снижением негативного воздействия агрегации частиц. При этом наиболее целесообразным является домол кварцевого песка до удельной поверхности 400 м<sup>2</sup>/кг, что позволяет сократить время и как следствие энергозатраты на изготовление композиционных вяжущих в среднем на 30 % при увеличении их активности на 20 %.

*\*Работа выполнена в рамках реализации Гранта президента Российской Федерации МК-5667.2013.8 и Программы стратегического развития БГТУ им. В.Г. Шухова на 2012–2016 годы.*

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Lesovik R.V., Klyuyev S.V., Klyuyev A.V., Netrobenko A.V., Kalashnikov N.V., Fiber Concrete on Composite Knitting and Industrialsand KMA for Bent Designs // World Applied Sciences Journal. Vol. 30. 2014. №8. Pp. 964 – 969.
2. Lesovik V.S., Ageeva M.S., Mahmoud Ibrahim Husni Shakarna, Allaham Yasser Seyfidinovich, Belikov D. A. Efficient binding using composite tuffs of the Middle East // World Applied Sciences Journal. 2013. №24(10). Pp.1286–1290.
3. Lesovik V. S., Alfimova N. I. Savin A. V., Ginzburg A. V., Shapovalov N. N. Assessment of passivating properties of composite binder relative to reinforcing steel // World Applied Sciences Journal. 2013. 24 (12). 1691–1695
4. Лесовик Р.В., Клюев С.В. Фибробетон на композиционных вяжущих и техногенных пес-

ках Курской магнитной аномалии для изгибаемых конструкций // Инженерно-строительный журнал. 2012. Т.29. №3. С. 41-47.

5. Лесовик Р.В., Клюев С.В. Техногенные пески для производства высококачественного фибробетона // Строительные материалы оборудование, технологии XXI века. 2012. №8. С. 31.

6. Строкова В. В., Алфимова Н. И., Наваретте Велос Ф. А., Шейченко М.С. Перспективы использования вулканического песка Эквадора для производства мелкозернистых бетонов // Строительные материалы. 2009 № 2. С. 32–33.

7. Лесовик В.С., Сулейманова Л.А., Кара К. А. Энергоэффективные газобетоны бетоны на композиционных вяжущих для монолитного строительства // Известие вузов. Строительство. 2012. №3. С. 10–20.

8. Лесовик Р.В., Алфимова Н.И., Ковтун М.Н., Ластовецкий А.Н. О возможности использования техногенных песков в качестве сырья для производства строительных материалов\* // Региональная архитектура и строительство. 2008. №2. С. 10–15.

9. Лесовик Р.В., Алфимова Н.И., Ковтун М.Н. Стеновые камни из мелкозернистого бетона на основе техногенного сырья // Известие вузов. Строительство. 2007. №11. С. 46–49.

10. Курбатов В.Л., Лесовик Р.В., Комарова Н.Д., Алфимова Н.И., Ковтун М.Н. Стеновые блоки из мелкозернистого бетона на основе техногенного песка Северного Кавказа // Строительные материалы. 2006. № 11. С. 87–89.

11. Алфимова Н.И., Лесовик В.С., Савин А.В., Шадский Е.Е. Перспективы применения композиционных вяжущих при производстве железобетонных изделий // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2014. №5 (88). С 95-99.

12. Шейченко М.С., Алфимова Н.И., Попов М.А., Калатози В.В. Мелкоштучные изделия на основе композиционных вяжущих с использованием отходов Кавдорского месторождения // В сборнике: Инновационные материалы и технологии (XX научные чтения) Материалы Международной научно-практической конференции. 2013. С. 302-305.

13. Алфимова Н.И., Вишневская Я.Ю., Трунов П.В. Оптимизация условий твердения композиционных вяжущих : монография. Германия: Изд-во LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG. 2012. 97 с. ISBN 978-3-8484-1919-7.

14. Шейченко М.С., Алфимова Н.И., Попов М.А., Калатози В.В. Мелкоштучные изделия на основе композиционных вяжущих с использованием отходов Ковдорского месторождения // Инновационные материалы и технологии: Меж-

дунар. науч.-практ. конф., Белгород, 11 – 12 окт. 2011 г. Белгород : Изд-во БГТУ, 2011. Ч. 1. С. 302–305

15. Алфимова Н.И., Вишневская Я.Ю., Трунов П.В. Композиционные вяжущие и изделия с использованием техногенного сырья. Использование техногенного аломосиликатного сырья в строительном материаловедении: монография. Saarbrücken. Изд-во LAP. 2013.127 с. ISBN 978-3-659-35755-8.

16. Пат. 2385301 Российская Федерация, МПК С 04В 7/02 С. Композиционное вяжущее / Лесовик В.С., Хархардин А.Н., Вишневская Я.Ю., Алфимова Н.И., Шейченко М.С., Трунов П.В. // заявитель и патентообладатель Белг. гос. тех. универ. им. В.Г. Шухова – № 2009109034/03; заявл. 11.03.2009; опубл. 27.03.10, Бюл. №9 (П.ч.) – 4 с.

17. Алфимова Н.И., Вишневская Я. Ю., Юракова Т. Г., Шаповалов Н. Н., Лугинина И.Г.К вопросу о твердении композиционных вяжущих в условиях тепловлажностной обработки // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2014. №4. С. 16–19.

18. Лесовик В.С., Алфимова Н.И., Вишневская Я.Ю., Савин А.В. Влияние гидротермальной обработки и давления на структурообразование композиционных вяжущих // Технологии бетонов. 2013. № 10. С. 38–39.

19. Лесовик Р.В., Топчиев А.И., Агеева М.С., Ковтун М.Н., Алфимова Н.И., Гринев А.П. Пути повышения эффективности мелкозерни-

стого бетона // Строительные материалы оборудование, технологии XXI века. 2007. №7. С. 16–17.

20. Шейченко М.С., Лесовик В.С., Алфимова Н.И. Композиционные вяжущие с использованием высокомагнезиальных отходов Ковдорского месторождения // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2011. №1. С. 10–14.

21. Лесовик Р.В., Клюев А.В., Клюев С.В. Мелкозернистый сталефибробетон на основе техногенного песка для получения сборных элементов конструкций // Технология бетонов. 2014. №2 (91). С. 44-45.

22. Клюев С.В., Нетребенко А.В., Дураченко А.В., Пикалова Е.К. Фибробетонные композиты на техногенном сырье // Сборник научных трудов Sword/ 2014. Т. 19. №1. С. 34-36.

23. Лесовик Р.В., Клюев С.В. Мелкозернистый сталефибробетон на техногенных песках // Бетон и железобетон. 2013. №5. С. 27–34.

24. Трунов П.В., Алфимова Н.И., Вишневская Я.Ю., Евтушенко Е.И. Влияние способа помола на энергоёмкость изготовления и качественные характеристики композиционных вяжущих // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2012. №4. С. 37–39.

25. Теория цемента: монография. Под ред. А. А. Пашенко. К.: Издательство Будвельник. 1991. 168 с. ISBN 5-7705-0321-1.

Лесовик В. С., д-р. техн. наук, проф.,  
Дегтев Ю.В. аспирант,  
Воронов В. В., инж.

Белгородский государственный технологический университет им В.Г. Шухова

### ВЯЖУЩИЕ ДЛЯ МАЛЫХ АРХИТЕКТУРНЫХ ФОРМ ИЗ САМОУПЛОТНЯЮЩИХСЯ БЕТОНОВ

degtev-yuriy@mail.ru

Малые формы архитектуры приводят окружающее пространство к нужной стилистике и настроению. Декоративные элементы, органично вписанные в ландшафт сада, не только украшают его, но и несут глубокий смысл, способствуя оптимизации системы «Человек-материал-среда обитания».

В связи с ростом массового коттеджного строительства, а также стремлением отойти от эстетического однообразия крупнопанельных зданий и типовых микрорайонов, потребуется большое количество малых архитектурных форм на основе современных строительных материалов.

**Ключевые слова:** малые архитектурные формы, самоуплотняющийся бетон, композиционные вяжущие, современные строительные материалы.

Требования, предъявляемые к декоративным композициям и бетонным смесям для малых архитектурных форм (МАФ) существенно отличаются от рядовых бетонов (рис. 1).



Рис. 1. Требования к бетонным смесям и бетонам для МАФ

При проектировании бетонов для МАФ особое внимание необходимо уделить обеспечению одновременного выполнения разнородных

требований.

Одним из путей достижения требуемого результата является оптимизация состава бетон-

ной смеси за счёт применения необходимых функциональных химических и минеральных добавок. Данный подход является традиционным, однако не всегда удаётся обеспечить выполнение всего комплекса требований. Причиной этого является то, что в основе материала остаются лежать всё те же компоненты (портландцемент и заполнители), а вводимые добавки лишь корректируют их свойства в ограниченном диапазоне. Целенаправленное создание специализированных ингредиентов для подобных смесей, при данном подходе, не производится.

Особенностью МАФ является сравнительно небольшой объём производства, несравнимый с потреблением бетона и ЖБИ в жилищном строительстве. В связи с этим приемлемым с экономической точки зрения, и прогрессивным с технической, является создание гаммы специальных композиционных вяжущих, учитывающих особенности каждого из видов декоративных изделий.

Данный путь – целенаправленное создание материала под конкретную задачу, хорошо согласуется с перспективным направлением развития строительной науки геоникой-геомиметикой, предлагающей любой вопрос создания новых материалов рассматривать сквозь призму системы «человек – материал – среда обитания» [1-4]. При этом традиционные строительные материалы, в частности портландцемент, подвергаются глубокой переработке, придающей им новые свойства, более полно раскрывается их потенциал, снижается их расход и, следовательно, экологическая нагрузка на окружающую среду.

Ключевым направлением при разработке декоративных бетонов для МАФ является обеспечение возможности их самоуплотнения.

Проф. Баженовым Ю.М. высказано мнение, что при получении самоуплотняющихся бетонных смесей, наряду с применением водоредуцирующих добавок, важным фактором является оптимизация гранулометрического состава портландцемента [5,6]. Она заключается в обеспечении определённого содержания частиц размерами менее 16 мкм. Результаты проведённых экспериментов показывают, что в рядовом цементе содержание данных частиц недостаточно, что приводит к повышению объёма пустот между частицами вяжущего. Для заполнения этих пустот требуется дополнительная вода, которая в итоге ухудшает прочие показатели. Введение дополнительного количества частиц указанных размеров повышает эффективность действия суперпластификаторов, повышает седиментационную устойчивость смеси, обеспечивая, в итоге, возможность её самоуплотнения и

высокие эксплуатационные показатели.

В данной работе предлагается обеспечивать в вяжущем необходимое количество частиц указанных размеров за счёт помола. При этом к исходному портландцементу будут сделаны необходимые добавки (минеральные и химические), за счёт которых достигаются требуемые свойства. Таким образом, будет осуществлён переход от традиционного сырья на композиционное вяжущее целенаправленно разработанное для получения декоративных бетонных смесей и бетонов для МАФ. [7]

Для создания оптимального состава самоуплотняющегося бетона для МАФ необходимо установить содержание клинкерной части в композиционных вяжущих. В качестве минеральных добавок: мел (М) и отсев дробления кварцитопесчаника (КВП) и их сочетание. Принятые составы композиционных вяжущих показаны в табл. 1

Таблица 1

Составы композиционных вяжущих

Обозначение	Содержание, % по массе			Вид ПЦ
	ПЦ	КВП	М	
КВ-80КВП	80	20		Серый
КВ-80КВП(Б)	80	20		Белый
КВ-80М	80		20	Серый
КВ-80М(Б)	80		20	Белый
КВ-60КВП	60	40		Серый
КВ-60КВП+М	60	20	20	Серый
КВ-60КВП+М(Б)	60	20	20	Белый
КВ-60М(Б)	60		40	Белый

Точность дозировки любых химических добавок в бетоны напрямую связана с качеством конечного продукта. Особенное значение это имеет при приготовлении самоуплотняющихся бетонных смесей, в которых отклонение от оптимальных реологических показателей может привести к браку. Количество пластифицирующей добавки и воды, в данном случае, являются инструментами оперативного корректирования вязкости формовочной массы.

Оптимальное количество пластифицирующей добавки в составе композиционного вяжущего зависит от ряда факторов, таких как: минеральный состав клинкерной составляющей; вид и количество минеральной добавки; дисперсность всех компонентов системы. Данная вели-

чина была определяться для всех рассматриваемых составов КВ по методу миниконуса. Данный метод имеет относительно невысокую точность, однако отличается простотой и оперативностью, что даёт возможность поддерживать постоянным качество получаемого вяжущего при изменении входных параметров (вида портландцемента, минеральных и химических добавок).

Сравнение величин оптимальной дозировки суперпластификатора у различных составов КВ, в свою очередь, может дать дополнительную информацию об особенностях их строения и свойствах. Под оптимальной дозировкой в данном случае следует понимать такое количество суперпластификатора от массы вяжущего, до которого значение отношения

*Кол-во суперпластификатора* / *Расплав миниконуса* возрастает. Т.е. добавка работает с максимальной отдачей. На графике, как правило, это точка перегиба. Увеличение количества суперпластификатора сверх выявленного оптимума, будет обеспечивать дополнительный эффект, неуклонно снижающийся по мере роста количества добавки.

Кривые зависимости диаметра расплыва миниконуса от дозировки суперпластификатора при  $B/V_{\text{Вяз}}=0,37$  представлены на рис. 1.

Как видно из графиков оптимальное количество суперпластификатора варьируется в зависимости от состава композиционного вяжущего, и, в большинстве случаев, отличается от унифицированного значения 0,65% принятого при определении активности вяжущих. Проанализировав данные можно выявить ряд закономерностей. Так, при одинаковом виде и содержании минеральной добавки, значение оптимальной дозировки выше для белого цемента. Возможной причиной этого является повышенное содержание трёхкальцевого алюмината в белом цементе и несколько большее содержание мелких частиц.

Составы, содержащие в качестве минеральной добавки отсева дробления КВП, требуют меньшего количества суперпластификатора. Вероятно, это связано с более низкой адсорбцией молекул СП на их поверхность, ввиду большого количества кварца, имеющего преимущественно отрицательный заряд поверхности.

Наибольшее значение оптимальной дозировки добавки СП имеют составы, содержащие в качестве минеральной добавки мел. Это может быть связано, как с наличием на поверхности частиц мела положительно заряженных центров,

так и с большей дисперсностью его частиц.

Также следует иметь в виду, что при оптимальной дозировке СП, различные составы КВ имеют неодинаковый диаметр расплыва миниконуса (рис. 2). В данном случае процесс растекания цементного теста по поверхности стекла под действием силы тяжести, упрощённо моделирует самоуплотнение бетонной смеси после заливки в форму. И является результирующей величины напряжения сдвига при которой начинается течение и вязкости смеси.

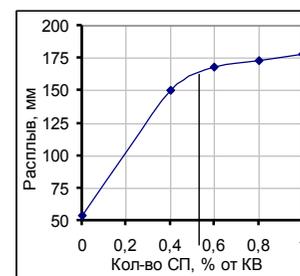
Как видно из диаграммы наибольший диаметр расплыва показывают составы, содержащие в своём составе мел. Увеличение содержания отсева дробления кварцитопесчанника с 20 до 40%, значительно снижает диаметр расплыва, что ещё раз позволяет рекомендовать ограничить его содержание в композиционном вяжущем для самоуплотняющихся смесей на уровне 20%.

При сопоставлении диаграмм оптимальной дозировки СП (рис. 3) и диаметра расплыва миниконуса при оптимальной дозировке СП (рис. 2) становится видно, что данные величины в значительной степени взаимосвязаны. Так, составы имеющие наибольший расплав миниконуса, имеют наибольшие значения оптимальных дозировок добавки суперпластификатора. Справедливо и обратное, состав КВ-60КВП имеющий наименьший диаметр расплыва, имеет и наименьшую оптимальную дозировку суперпластификатора.

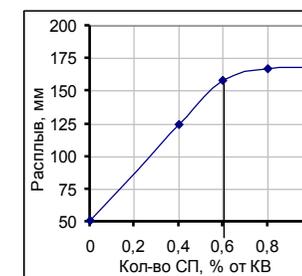
Данные факты свидетельствуют о том, что каждый из составов имеет определённую ёмкость по адсорбции суперпластификатора. Это, в определённой мере, позволяет выявить из ряда родственных составов композиционных вяжущих, наиболее пригодные для приготовления самоуплотняющихся бетонных смесей. Другими словами, добиваясь максимальных значений оптимальной дозировки суперпластификатора за счёт варьирования вида и количества минеральных добавок в составе КВ, можно повышать их эффективность для получения самоуплотняющихся бетонных смесей, при прочих равных условиях.

Определённый интерес представляет величина расплыва миниконуса при дозировке суперпластификатора 0,65% от массы вяжущего, принятой при определении основных физико-механических показателей.

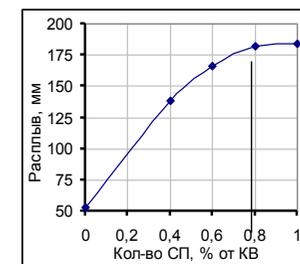
Для упрощения, данная величина была вычислена методом линейной интерполяции по исходным данным графиков изображённых на рис. 1. Результаты расчёта приведены на рис. 4



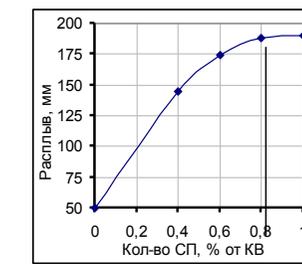
КВ-80КВП (отп. доз. СП=0,58%)



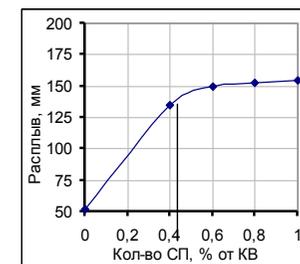
КВ-80КВП(Б) (отп. доз. СП=0,65%)



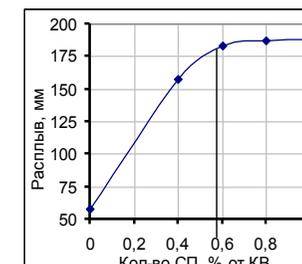
КВ-80М (отп. доз. СП=0,8%)



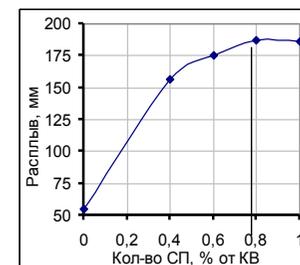
КВ-80М(Б) (отп. доз. СП=0,82%)



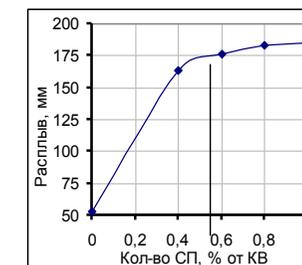
КВ-60КВП (отп. доз. СП=0,48%)



КВ-60КВП+М (отп. доз. СП=0,62%)



КВ-60КВП+М(Б) (отп. доз. СП=0,8%)



КВ-60М(Б) (отп. доз. СП=0,6%)

Рис. 1 Кривые зависимости расплыва миниконуса композиционных вяжущих от дозировки СП

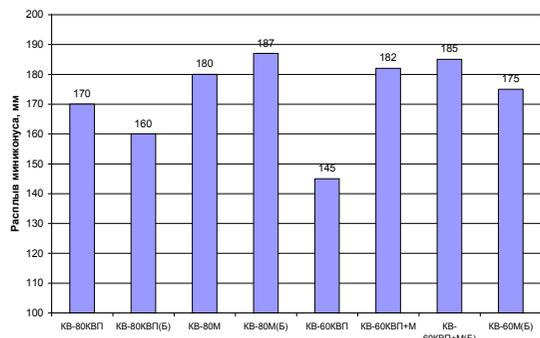


Рис. 2 Величина диаметра расплава миниконуса различных составов KB при оптимальной дозировке добавки СП

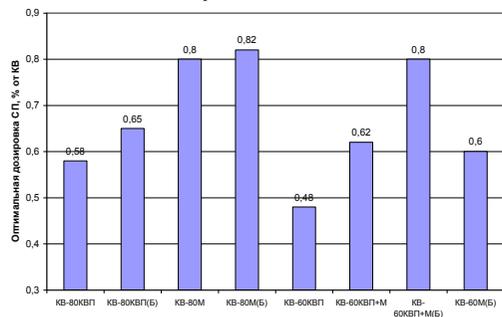


Рис. 3 Оптимальная дозировка СП для различных составов KB

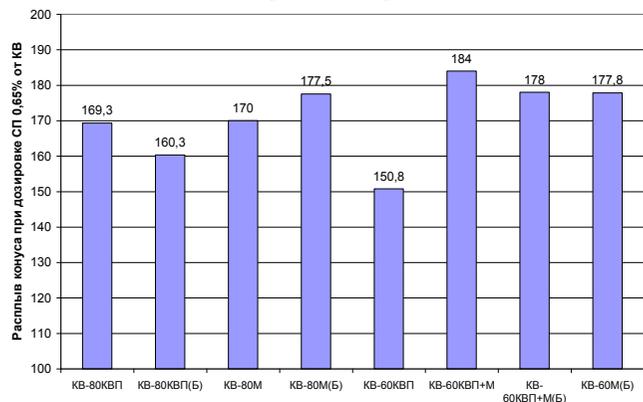


Рис. 4 Величина диаметра расплава миниконуса при дозировке СП 0,65%

Указанная дозировка не обеспечивает одинаковой подвижности всех составов. Однако, для большинства из них (за исключением KB-80KBП(Б) и KB-80KBП) отклонение от среднего значения лежит в пределах от -6% до +7,5%, что позволяет признать справедливость результатов определения физико-механических показателей.

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Лесовик В.С. Геоника. Предмет и задачи : монография. Белгород: Изд-во БГТУ, 2012. 214 с.
2. Боженов П.И. Использование попутных продуктов обогащения железных руд в строительстве на Севере. Л.: Стройиздат, 1986. 176 с.

3. Николаевская И.А. Благоустройство территорий. М.: Академия Мастерство, 202. – 268 с.
4. Голиков В.Г. Особенности использования малых архитектурных форм // Города России: проблемы строительства, инженерного обеспечения, благоустройства и экологии: Сборник материалов VI Международной научно-практической конференции. Пенза: РИО ПГСХА, 2004. С. 39–43.
5. Лесовик В.С., Алфимова Н.И., Яковлев Е.А., Шейченко М.С. К проблеме повышения эффективности композиционных вяжущих // Вестник Белгородского государственного технологического университета им В.Г. Шухова. 2009. № 1. С. 30-33.

6. Mechtcherine, V.: Novel cement-based composites for the strengthening and repair of concrete structures. Construction and Building Materials. 41 (2013). 365–373.
7. Сталефибробетон для сборно-монолитного строительства // Вестник Белгородского государственного технологического университета им В.Г. Шухова. 2011. №2. С.60-63.
8. Фролова М.А. «Зеленые» строительные композиты для архитектурной геоники Северо-Арктического региона // Научные и инженерные проблемы строительной-технологической утилизации техногенных отходов. 2014. С. 29-33.

# МЕХАНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И МАШИНОСТРОЕНИЕ

Вялых С.В., аспирант,  
Семикопенко И. А., канд. техн. наук, проф.,  
Воронов В. П., канд. физ.-мат. наук, проф.,  
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСЛОВИЯ ПРОХОЖДЕНИЯ ЧАСТИЦЕЙ МАТЕРИАЛА МЕЖДУРЯДНОГО ПРОСТРАНСТВА ДЕЗИНТЕГРАТОРА

olimp69@narod.ru

В данной работе рассматривается встречное движение воздушных потоков в междурядном пространстве дезинтегратора.

**Ключевые слова:** встречный воздушный поток, вихрь, условие прохождения, частица материала, дезинтегратор.

Величина  $u_0$  в соотношениях (1) и (2) представляет собой скорость схода воздуха с радиально расположенных ударных элементов дезинтегратора:

$$u_x = u_0 \sin \left\{ 2 \arctg \left( \exp \left( \sqrt{\frac{\pi H}{R_0}} \cdot \frac{x}{R_0} \right) \right) \right\}, \quad (1)$$

$$u_y = u_0 \cos \left\{ 2 \arctg \left( \exp \left( \sqrt{\frac{\pi H}{R_0}} \cdot \frac{x}{R_0} \right) \right) \right\}. \quad (2)$$

Согласно результатам работы [1]  $u_0$  определяется соотношением:

$$u_0 = \omega \sqrt{H(D_k - H)}, \quad (3)$$

где  $D_k$  – диаметр  $k$ -того ряда дезинтегратора;  $\omega$  – частота вращения ротора дезинтегратора;  $H$  – высота ударных элементов.

Для описания встречного движения двухфазных потоков, исходящих из соседних “ $k$ ” и “ $k+1$ ” рядов ударных элементов, вращающихся в противоположных направлениях, воспользуемся расчетной схемой, изображенной на рис.1.

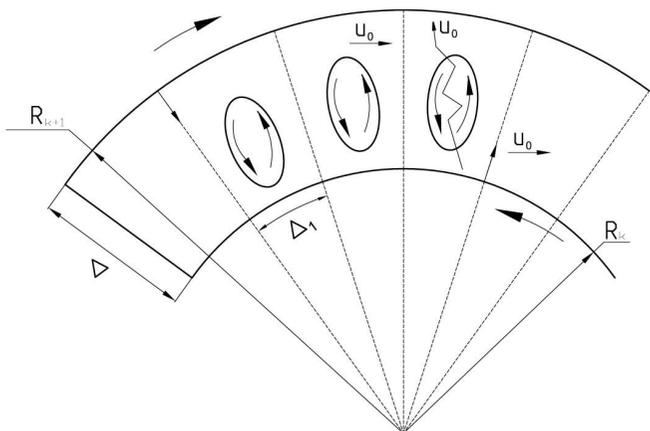


Рис. 1. Расчетная схема перехода частицы материала, движущейся со скоростью  $u_0$  через вихревой воздушный поток междурядного пространства

Расчетная схема на рис. 1 построена в предположении, что встречные воздушные потоки в междурядном пространстве образуют цепочку цилиндрических воздушных вихрей, каждый из которых обладает энергией (4) и линейным размером в плоскости, перпендикулярной оси вращения (5):

$$E = \frac{\pi \rho_0 R_0^2 H}{2} u_0^2 \sqrt{\frac{R_0}{\pi H}} \int_{-\infty}^{\infty} \left\{ \left( \frac{d\theta}{d\xi_1} \right)^2 + \sin^2 \theta(\xi_1) \right\} d\xi_1 \quad (4)$$

$$R_0 = \sqrt{\Delta \Delta_1} \quad (5)$$

где  $\Delta_1$  – расстояние между “ $k$ ” и “ $k+1$ ” рядами ударных элементов, а величина  $\Delta_1$  задается следующим выражением:

$$\Delta_1 = \frac{2\pi R_k}{n} - b, \quad (6)$$

здесь  $b$  – ширина ударного элемента;  $n$  – число ударных элементов в “ $k$ ”-ом ряду.

Преобразуем выражение энергии вихря (4), для этого воспользуемся (7) и (8):

$$E_0 = \pi \rho_0 R_0^2 H \sqrt{\frac{R_0}{\pi H}} u_0^2. \quad (7)$$

$$\frac{d\theta}{d\xi_1} = \pm \sin \theta(\xi_1). \quad (8)$$

$$E = E_0 \int_{-\infty}^{+\infty} \sin^2 \theta(\xi_1) d\xi_1 \quad (9)$$

В выражении (9) перейдем от интегрирования по переменной  $\xi$  к переменной интегрирования  $\theta$ :

$$E = E_0 \int_0^\pi \sin^2 \theta(\xi_1) \cdot \frac{d\xi_1}{d\theta} d\theta \quad (10)$$

Учет (8) позволяет (10) привести к следующему результату:

$$E = E_0 \int_0^\pi \sin \theta d\theta = 2E_0. \quad (11)$$

Подстановка в (11) (7) и (3) позволяет представить энергию цилиндрического вихря в виде:

$$E = 2\pi \omega^2 \rho_0 R_0^2 H^2 \cdot \sqrt{\frac{R_0}{\pi H}} (2R_k - H) \quad (12)$$

Учет (5) и (6) окончательно приводит к результату:

$$E = 2\pi \rho_0 \omega^2 H^2 \sqrt{\frac{\Delta \left( \frac{2\pi R_k}{n} - b \right)}{\pi H}} \cdot \Delta \left( \frac{2\pi R_k}{n} - b \right) (2R_k - H) \quad (13)$$

Кинетическую энергию частицы материала в междурядном пространстве представим в следующем виде:

$$T = \frac{\pi d^3}{12} \rho V^2, \quad (14)$$

где  $d$  – диаметр частицы материала;  $V$  – скорость частицы материала, равная:

$$V = \sqrt{\omega^2 R_k^2 + V_0^2} = \sqrt{\omega^2 R_k^2 + \frac{\omega^2 R_k^2}{4f^2}} = \omega R_k \sqrt{1 + \frac{1}{4f^2}} \quad (15)$$

Для того, чтобы частица материала, движущаяся со скоростью (14), могла осуществить переход с “ $k$ ”-го ряда ударных элементов на “ $k+1$ ” ряд, согласно расчетной схемы на рисунке 1 должно выполняться неравенство

$$T \geq E, \quad (16)$$

которое с учетом (13), (14) и (15) примет вид:

$$\rho d^3 \cdot R_k^2 \sqrt{1 + \frac{1}{4f^2}} \geq 24 \rho_0 H^2 \Delta \left( \frac{2\pi R_k}{n} - b \right) \cdot (2R_k - H) \cdot \sqrt{\frac{2\pi R_k}{n} - b} \cdot \frac{\Delta}{\pi H} \quad (17)$$

Полученное неравенство (17) удобно представить в следующем виде:

$$d \geq d_{\min} \quad (18)$$

где введено следующее обозначение:

$$d_{\min} = \sqrt[3]{\frac{24 \rho_0 \Delta \left( \frac{2\pi R_k}{n} - b \right) H^2 (2R_k - H) \sqrt{\frac{\Delta \left( \frac{2\pi R_k}{n} - b \right)}{\pi H}}}{R_k^2 \rho \left( 1 + \frac{1}{4f^2} \right)}} \quad (19)$$

Полученное соотношение (19) определяет оптимальный размер частицы материала, которая может преодолеть междурядное пространство в дезинтеграторе при сходе с “k”-го ряда ударных элементов. Графическая зависимость величины (19) от текущих значений радиусов рядов ударных элементов представлена на рис. 2.

Из графической зависимости, представленной на рис. 2, можно сделать вывод, что при увеличении граничного радиуса рядов ударных элементов  $R_k$  диаметр частицы материала  $d_{min}$  увеличивается тем быстрее, чем меньше число ударных элементов.

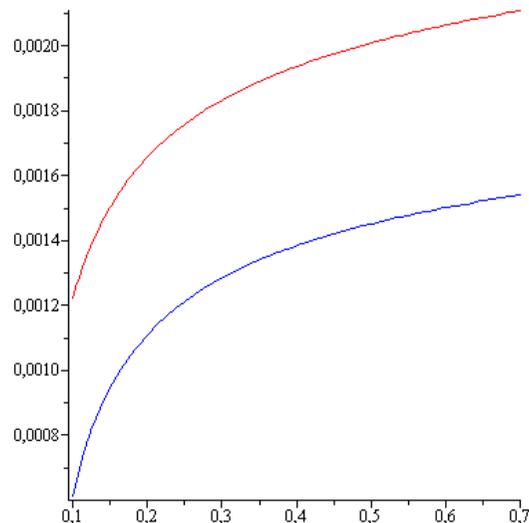


Рис. 2. График изменения значений  $d_{min}$  от расстояния до рядов ударных элементов: верхняя кривая соответствует количеству ударных элементов - 24, нижняя кривая - 48

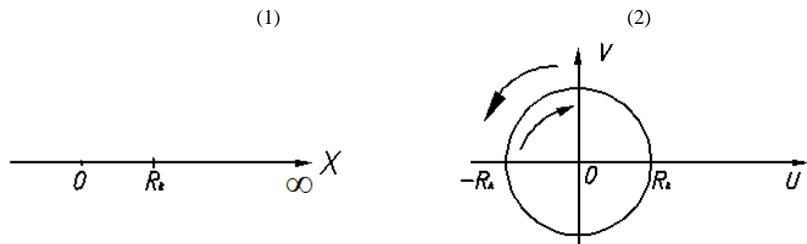


Рис. 3. Расчетная схема для конформного отображения точек прямой на окружность радиуса  $R_k$ .

Данное конформное отображение согласно [3] можно осуществить с помощью следующей дробно-рациональной функции:

$$x = -iR_k \frac{z - R_k}{z + R_k}, \quad (21)$$

$$u_x = u_0 \sin \left\{ 2 \arctg \left( \exp \left( \frac{x}{R} \right) \right) \right\}; \quad (20)$$

$$u_y = u_0 \cos \left\{ 2 \arctg \left( \exp \left( \frac{x}{R} \right) \right) \right\},$$

здесь  $x$  – текущая координата границы столкновения встречных воздушных потоков:  $(-\infty \leq x \leq \infty)$ ;  $u_0$  – скорость схода воздуха, [1,2].

При этом, согласно расчетной схеме, представленной на рис. 3 (1), осуществим конформное отображение области изменения  $x$  на окружность радиуса  $R_k$  в комплексной области  $z$ .

где  $R_k$  – граничный радиус, разделяющий встречные воздушные потоки, исходящие из “k” и “k+1” рядов ударных элементов;  $z$  – комплексное число в тригонометрической форме, принадлежащее окружности  $z = R_k$ .

Согласно данным работы [4], энергия вихря (22) задается следующим соотношением:

$$W = \frac{\pi D_k^2 u_0^2}{2} \gamma h \int_{-\infty}^{+\infty} \left\{ R_k^2 \left( \frac{d\theta}{dx} \right) + \sin^2 \theta \right\} dx = \pi R_k^2 u_0^2 \gamma h \int_0^\pi \sin \theta d\theta = 2\pi R_k^2 \gamma h \cdot u_0^2 \quad (22)$$

Далее, если предположить, что согласно расчетной схеме, представленной на рисунке 3(2), исходный воздушный вихрь, задаваемый выражениями (20), (21), (22) распадается на «2n» не взаимодействующих вихрей, как представлено на рисунке 3(2). Тогда если через  $E_1$  обозначить энергию единичного вихря, то на основании закона сохранения энергии можно записать следующее соотношение:

$$2\pi R_k^2 \gamma h u_0^2 = 2n E_1, \quad (23)$$

где  $n$  – количество ударных элементов в “k-том” ряду камеры помола дезинтегратора и согласно данным работы [4] задаются соотношением:

$$n = 1,41^{k-1} \frac{\pi D_1}{2d_{max} + b}, \quad (24)$$

где:  $D_1$  – диаметр первого внутреннего ряда ударных элементов;  $d_{max}$  – максимальный размер исходных кусков материала;  $b$  – толщина ударных элементов.

На основании соотношения (23) находим, что:

$$E_1 = \frac{\pi R_k^2 \gamma h u_0^2}{n}. \quad (25)$$

С другой стороны, кинетическая энергия  $T$  частицы материала, сходящей с “k”-го ряда ударных элементов, определяется следующим соотношением:

$$T = \frac{\pi d^3}{12} \rho v^2, \quad (26)$$

здесь  $d$  – диаметр частицы, сходящей с ударного элемента “k”-того ряда;  $\rho$  – плотность частицы;  $v$  – скорость схода частицы материала, которая, согласно результату работы [5] для радиального расположения ударных элементов, задается следующим соотношением:

$$v = \omega \rho_0 \frac{\cos \beta_0 - \mu \sin \beta_0}{2\mu}. \quad (27)$$

Для того, чтобы частица материала могла осуществить переход с ударных элементов “k”-того ряда на ударные элементы “k+1” ряда, должно выполняться следующее равенство:

$$\frac{\pi d^3}{12} \rho v^2 \geq \frac{\pi R_k^2 \gamma h u_0^2}{n}. \quad (28)$$

На основании полученного соотношения (28) следует, что частица материала осуществляет переход с “k”-того ряда ударных элементов на ударные элементы “k+1” ряда при выполнении следующего условия  $d > d_{min}$ , где

$$d_{min} = \sqrt[3]{\frac{12 R_k^2 \gamma h u_0^2}{n \rho v^2}}. \quad (29)$$

Графическая зависимость величины (29) от граничного радиуса  $R_k$ , разделяющего встречные воздушные потоки, представлена на рисунке 4.

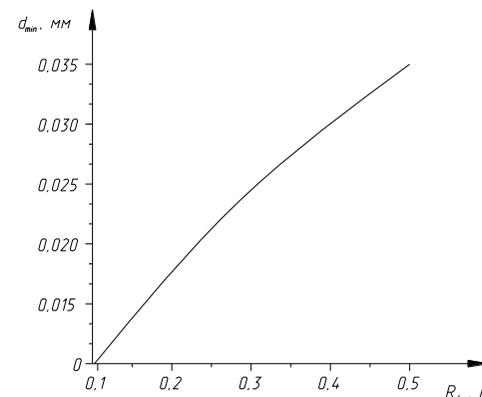


Рис. 4. Зависимость диаметра частицы  $d_{min}$  от граничного радиуса  $R_k$ , разделяющего встречные воздушные потоки

Из графической зависимости можно сделать вывод, что при увеличении граничного радиуса  $R_k$ , разделяющего встречные воздушные потоки, диаметр частицы  $d_{min}$ , которая осуществляет переход с “ $k$ ”-того ряда ударных элементов на ударные элементы “ $k+1$ ” увеличивается.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Воронов В.П., Семикопенко И.А., Вялых С.В., Дятлова Е.И. Расчет поля скорости воздушного потока в плоскости, перпендикулярной оси вихря // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. №4. С.65-67.

2. Клочков Н.В., Блиничев В.Н., Бобков С.П., Пискунов А.В. Методика расчета воздуха в центробежно-ударной мельнице // Известия ВУЗов. Химия и химическая технология. 1982. №2. С. 230-232.

3. Свешников А.Г., Тихонов А.Н. Теория функций комплексного переменного. М.: Наука. 1970. 304 с.

4. Рязанцева А.В. Использование дезинтеграторной технологии для интенсификации процессов в гетерогенных системах / Дис. канд. техн. наук. Иваново. 2003. – 56 с.

5. Воронов В.П., Семикопенко И.А., Пензев П.П. Теоретические исследования скорости движения частиц материала вдоль поверхности ударного элемента мельницы дезинтеграторного типа // Известия ВУЗов. Строительство. №11-12. 2008. С. 93-96.

*Мирошник М. А., д-р техн. наук, доц.  
Харьковский национальный университет городского хозяйства им. А.Н. Бекетова  
Котух В. Г., канд. техн. наук, доц., с. н. с.,  
Пахомов Ю. В., асс.  
Украинская государственная академия железнодорожного транспорта, г. Харьков*

#### ИССЛЕДОВАНИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕПЛОВЫХ ПОТОКОВ ПРИ ИМПУЛЬСНОЙ ЛАЗЕРНОЙ СВАРКЕ КОРПУСОВ ДАТЧИКОВ ДЛЯ ГАЗОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ И ТРУБОПРОВОДНЫХ СИСТЕМ

Marinagmiro@gmail.com

*Обеспечение требуемых температурных режимов функционирования датчиков для газового оборудования и трубопроводных систем (ГОиТС) является главным условием надежной работы любых измерительных устройств. Для этого необходимо обеспечить требуемый тепловой режим не только на этапе эксплуатации датчиков, но и на этапе их изготовления, т.к. их элементная база, подвергаясь перегреву на этапе изготовления может выйти из строя еще до начала эксплуатации.*

**Ключевые слова:** датчики, герметизация, корпусные элементы, импульсная лазерная сварка, газовое оборудование, трубопроводные системы.

**Введение.** В настоящее время технология герметизации корпусов датчиков, включая средства технологического оснащения (СТО) в Украине, а также странах ближнего и дальнего зарубежья развивается опережающими темпами. Это связано прежде всего с использованием для этих целей импульсной лазерной сварки, обеспечивающей получение вакуумно-плотных соединений (натекание до  $1 \times 10^{-5}$  л×мкм рт ст/с) и минимальное деформационное воздействие. Кроме того, импульсная лазерная сварка обладает еще рядом бесспорных преимуществ, особенно учитывая тот факт, что герметизация корпусов датчиков для ГОиТС является финишной и, соответственно, наиболее ответственной технологической операцией. Среди этих преимуществ следует отметить следующие:

практически мгновенное изменение параметров лазерного луча (мощности, диаметра, длительности импульса и др. в соответствии с вводимой программой;

высокая плотность мощности в луче ( $10^6 \dots 10^9$  Вт/см<sup>2</sup>);

бесконтактность обработки, возможность производить обработку в труднодоступных местах изделия при сложных и точных формах швов, а также узкая зона температурного влияния, что дает возможность герметизировать сваркой функционально готовые изделия, очень чувствительные к повышенной температуре;

универсальность, заключающаяся в возможности обработки лазерным лучом из одного источника, в т.ч. не поддающихся обработке традиционными способами;

общее улучшение показателей механической прочности в связи с очисткой и дегазацией металла сварного шва, образованием мелкозер-

нистой структуры в шве и околошовной зоне, сопровождаемой некоторым повышением микротвердости в сочетании с меньшей неоднородностью свойств.

**Основные положения и методы исследования.** Одной из важных технологических задач, которые возникают при герметизации корпусов датчиков для ГОиТС, является задача обеспечения требуемых температурных режимов свариваемых элементов их конструкции, т.к. перегрев может привести к выходу из строя непосредственно элементной базы датчиков. Составляющей расчета температурных полей является задача распределения тепловых потоков [1,3]. Существуют два различных подхода к решению поставленной задачи: традиционная теория температурного поля и подход с точки зрения теории тепловых цепей.

Традиционная теория температурного поля рассматривает распределение температур по всему объему исследуемого тела, что делает задачу заведомо многомерной, трудно разрешимой аналитически, особенно в нестационарной постановке, громоздкой и требующей длительных вычислений при решении численными методами. Кроме того, традиционная теория температурного поля рассматривает лишь классические тела: бесконечную пластину, шар и т.п.

В классической постановке задача решается как задача о распределении температур в неограниченной пластине с источниками тепла при температуре  $T_0=0$  (отсчет температуры производим от температуры тела). В начальный момент времени ( $t=0$ ) действуют мгновенные симметрично расположенные источники тепла при  $x \pm x_1$  ( $-R < x < +R$ ) силой  $Q_3$  на единицу площади (источники тепла действуют вдоль

плоскостей  $+x_1$  и  $-x_1$ . Между противоположными поверхностями пластины ( $+R$  и  $-R$ ) и окружающей средой происходит теплообмен по закону Ньютона (граничное условие третьего рода). Требуется найти распределение температуры по толщине пластины в любой момент времени (рис.1). Имеем:

$$T(x, 0) = 0, \quad (1)$$

$$\frac{dT(R, \tau)}{dx} = 0, \quad (2)$$

начало координат находится в середине пластины (задача симметричная)

$$\frac{dT(R, \tau)}{dx} + HT(R, \tau) = 0 \quad (3)$$

Для упрощения расчетов температуру окружающей среды принимаем равной начальной температуре тела ( $T_c = T_0 = 0$ ).

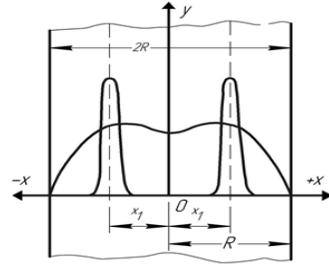


Рис. 1. Распределение температуры в неограниченной пластине в случае мгновенного источника тепла

Для решения задачи используем интегральные преобразования Лапласа.

Положим:

$$T(x, \tau) = u(x, \tau) + v(x, \tau),$$

$$u(x, \tau) = \frac{1}{2\sqrt{\pi a \tau}} \left\{ \exp\left[-\frac{(x-x_1)^2}{4a\tau}\right] + \exp\left[-\frac{(x+x_1)^2}{4a\tau}\right] \right\} \quad (4)$$

является решением задачи охлаждения неограниченного тела при действии мгновенных источников тепла вдоль плоскостей  $\pm x_1$  (рис. 1).

Переменная  $v(x, \tau)$  удовлетворяет диффе-

$$T_L(x, s) = U_L(x, s) + V_L(x, s) = \left(\frac{b}{2\sqrt{as}}\right) \left[ e^{-\sqrt{\frac{s}{a}}|x-x_1|} + \frac{b}{2\sqrt{as}} e^{-\sqrt{\frac{s}{a}}(x+x_1)} \right] + Ash \sqrt{\frac{s}{a}} + Bsh \sqrt{\frac{s}{a}}, \quad (5)$$

так как изображение  $U_L(x, s) = L[u(x, \tau)]$  определяется соотношением [2].

Согласно соотношению (4) функция  $u(x, \tau)$  является четной функцией относительно  $x_1$ , как и ее изображение. Поэтому из условия (2) следует

$$\frac{\partial v(0, \tau)}{\partial x} = 0, \quad V_L'(0, s) = 0, \quad (6)$$

$$-\frac{b}{2\sqrt{as}} \sqrt{\frac{s}{a}} \left[ e^{-\sqrt{\frac{s}{a}}|R-x_1|} + e^{-\sqrt{\frac{s}{a}}|R+x_1|} \right] + \sqrt{\frac{s}{a}} Ash \sqrt{\frac{s}{a}} + \frac{Hb}{2\sqrt{as}} \left[ e^{-\sqrt{\frac{s}{a}}|R-x_1|} + e^{-\sqrt{\frac{s}{a}}|R+x_1|} \right] + H Ach \sqrt{\frac{s}{a}} = 0 \quad (7)$$

Определив из равенства (7) постоянную  $A$  и подставив ее значение в решение (5), будем

$$T_L(x, s) = \frac{b}{2\sqrt{as}} \left[ ch \sqrt{\frac{s}{a}} R + \frac{1}{H} \sqrt{\frac{s}{a}} sh \sqrt{\frac{s}{a}} R \right] \times \left\{ \left( ch \sqrt{\frac{s}{a}} R + \frac{1}{H} \sqrt{\frac{s}{a}} sh \sqrt{\frac{s}{a}} R \right) \left[ e^{-\sqrt{\frac{s}{a}}|x-x_1|} + e^{-\sqrt{\frac{s}{a}}|x+x_1|} \right] + \left( \frac{1}{H} \sqrt{\frac{s}{a}} - 1 \right) ch \sqrt{\frac{s}{a}} x \left[ e^{-\sqrt{\frac{s}{a}}|R-x_1|} + \frac{b}{2\sqrt{as}} e^{-\sqrt{\frac{s}{a}}|R+x_1|} \right] \right\} \quad (8)$$

Заменяя экспоненциальные функции через гиперболические по соотношению  $e^{-z} = chz - shz$ , можно показать, что решение (8) удовлетворяет

где ренциальному уравнению теплопроводности. Выражение для изображения можно написать так:

откуда  $B=0$ .

Постоянную  $A$  находим из граничного условия (3), которое для изображения  $T_L(x, s)$  напомним так:

$$T_L(R, s) + HT_L(R, s) = 0.$$

Следовательно, имеем:

иметь:

теореме разложения. Корни характеристического уравнения хорошо известны; они определяются из соответствующего уравнения.

После необходимых преобразований реше-

ние для оригинала получим в виде.

$$T(x, \tau) = \frac{2b}{R} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\mu_n}{\mu_n + \sin \mu_n \cos \mu_n} \cos \mu_n \frac{x_1}{R} \times \cos \mu_n \frac{x}{R} \exp\left(-\mu_n^2 \frac{a\tau}{R^2}\right), \quad (9)$$

где  $\mu_n$  - корни характеристического уравнения. Если мгновенный источник тепла находится в середине пластины ( $x_1 = 0$ ), то  $\cos \mu_n \frac{x_1}{R} = 1$

Из решения (9) можно получить решение задачи на охлаждение неограниченной пластины в среде с нулевой температурой при заданном начальном распределении температуры в виде

$$T(x, \tau) = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\mu_n}{\mu_n + \sin \mu_n \cos \mu_n} \cos \mu_n \frac{x}{R} \times \frac{2}{R} \int f(x) \cos \mu_n \frac{x}{R} \exp(-\mu_n^2 F_0), \quad (10)$$

Решение (9) можно написать в форме, более удобной для расчета, поскольку постоянные коэффициенты  $A_n$  табулированы:

$$T(x, \tau) = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{b A_n \mu_n}{R \sin \mu_n} \cos \mu_n \frac{x_1}{R} \times \cos \mu_n \frac{x}{R} \exp(-\mu_n^2 F_0), \quad (11)$$

Средняя температура  $\bar{T}(\tau)$ , необходимая для определения количества тепла, теряемого пластиной в процессе охлаждения, будет равна:

$$\bar{T}(\tau) = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{b \mu_n \cos \mu_n \frac{x_1}{R}}{R \sin \mu_n} B_n \exp(-\mu_n^2 F_0) \quad (12)$$

$$T(x, \tau) = \frac{2b}{R} \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n+1} \cos \frac{(2n-1)\pi x_1}{R} \cos \frac{(2n-1)\pi x}{R} \times \exp\left[-(2n-1)^2 \pi^2 \frac{F_0}{4}\right]. \quad (13)$$

Если задача несимметрична ( $0 < x < l$ , где  $l = 2R$  - толщина пластины) и имеется один плоский источник при  $x = x_1$ , то решение ана-

$$T_L(x, s) = \frac{b \left[ ch \sqrt{\frac{s}{a}}(l+x-x_1) - ch \sqrt{\frac{s}{a}}(l-x-x_1) \right]}{2\sqrt{as} ch \sqrt{\frac{s}{a}} l} \quad (14)$$

Отсюда находим решение для оригинала:

$$T(x, \tau) = \frac{2b}{l} \sum_{n=1}^{\infty} \sin \frac{n\pi x_1}{l} \sin \frac{n\pi x}{l} \times \exp[-n^2 \pi^2 F_0]. \quad (15)$$

Как видно из описанного решения, задача решается при целом ряде допущений, не всегда выполняемых на практике (симметричное расположение источников тепла, граничное условие третьего рода с обеих сторон пластины). Учет несимметричности источников тепла и наличия тепловых контактов платы с другими элементами конструкции существенно усложняют задачу и делают ее практически неразрешимой классическими методами.

В рассматриваемом случае необходимо исследовать распределение и прохождение тепловых потоков через целую систему тел, поэтому эффективнее использовать теорию тепловых цепей. Теория цепей исходит из приближенной замены реального объекта, в котором происхо-

некоторой функции  $f(x)$ .

Если положить  $db = f(x_1) dx_1$ , то можно написать

$$2b = \int_{-R}^{+R} f(x_1) dx_1.$$

Если подставим это выражение в (9), то получим решение

$$A_n \frac{2 \sin \mu_n}{\mu_n + \sin \mu_n \cos \mu_n} = (-1)^{n+1} \frac{2Bi(Bi^2 + \mu_n^2)^{\frac{1}{2}}}{\mu_n(Bi^2 + \mu_n^2)},$$

а именно:

Если  $Bi \rightarrow \infty$ , то  $A_n = (-1)^{n+1} \frac{2}{\mu_n}$ , а  $\mu_n = (2n-1) \frac{\pi}{2}$ , и решение (11) упрощается:

логичной задачи для случая  $Bi = \infty$  (граничное условие первого рода) имеет вид:

дят процессы теплообмена, идеализированной схемой замещения – тепловой цепью. Она позволяет определять разность температур между концами рассматриваемого участка цепи, а также тепловые потоки, не прибегая к вычислению в промежуточных точках. Этим отличаются конечные результаты, полученные с помощью тепловых цепей, от результатов, даваемых теорией поля, где изучается изменение температур и потоков от точки к точке.

Тепловые цепи делятся на цепи с сосредоточенными и распределенными параметрами. Цепям с сосредоточенными параметрами соответствуют объекты, отдельные области которых имеют равномерные температурные поля. В таких цепях термические сопротивления, емкости

и источники теплоты условно сосредотачиваются в отдельных точках тел. Цепи, в которых процессы выделения, поглощения и передачи теплоты не могут быть разделены, являются цепями с распределенными параметрами. К ним относятся тела с одно-, двух- и трехмерными температурными полями. Элементы тепловой цепи делятся на активные и пассивные.

Активные элементы отображают процессы выделения или поглощения теплоты, остальные элементы (термические сопротивления, емкости) относятся к пассивным. Активными элементами являются источники теплоты потока (ИТП) и температурного напора (ИТН).

ИТП называются различные по природе источники (стоки) тепловой энергии (теплота Пельтье, Джоуля, теплоты фазовых переходов, эндо- и экзотермические химические реакции и т. д.), в результате действия которых вырабатываются (поглощаются) определенные потоки тепловой энергии. К ИТП относится также заданный тепловой поток, протекающий между двумя изотермическими областями. Если тепловая мощность ИТП не зависит от температуры, то имеем дело с идеальным ИТП, внутреннее термическое сопротивление которого считается бесконечно большим. В рассматриваемом случае ИТП является импульсный лазерный луч.

В системах тел часто бывают известны средние температуры некоторых областей (внешняя среда, кристаллизующиеся объемы, области с заданными за счет источников температурами и т. д.). Области с заданными температурами называются источниками температурных напоров; величины их определяют по отношению к температуре  $t_0$ , выбранной за начало отсчета. В этом случае температурный напор  $\Delta t_{i0} = t_i - t_0$ , где  $t_i$  - заданная температура  $i$ -й области. К ИТН относится любая разность температур  $\Delta t_{ij} = t_i - t_j$ , двух изотермических поверхностей или областей модели. Если температурный напор ИТН не зависит от теплового потока, то такой ИТН называют идеальным, его внутреннее термическое сопротивление равно нулю.

Тепловая схема представляет собой графическое изображение тепловой цепи и показывает, как осуществляется соединение ее активных и пассивных элементов. Рассмотрим решение

поставленной задачи с помощью теории тепловых цепей.

Эскиз свариваемых корпусных элементов датчиков с условным указанием импульсного луча сварки приведен на рис. 2. Луч сварки попадает на стык свариваемых поверхностей крышки и рамки датчиков, где происходит их плавление и образование сварного шва. Поток энергии излучения поглощается свариваемыми поверхностями и передается в виде тепла на остальные элементы конструкции датчика: крышку, рамку и плату. Основная задача теплофизического конструирования датчика - не допустить нагрева его платы с элементной базой до  $t > 70^\circ\text{C}$  на расстоянии 5 мм и больше от торцевой поверхности, то есть перегрев платы может привести к перегреву находящейся на ней элементной базы и выходу её из строя.

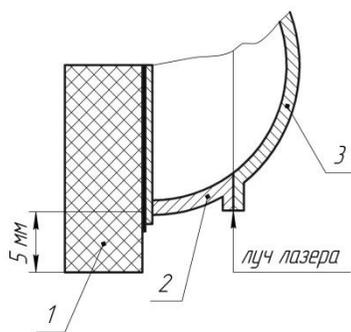


Рис. 2. Эскиз свариваемых корпусных элементов датчиков в сборке:

1 – плата; 2 – рамка; 3 – крышка

Данное требование также должно выполняться во время финишных технологических операций сборки и монтажа датчиков, в том числе и таких энергонапряженных, как импульсная лазерная сварка, поэтому, рассмотрим насколько требуемый температурный режим обеспечивается их конструкцией и параметрами технологического процесса сборки и монтажа датчиков.

Составим схему термосопротивлений и распределения тепловых потоков при процессе лазерной сварки (рис. 3) [2,4].

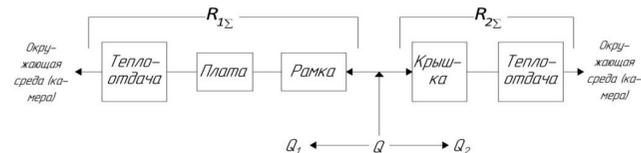


Рис. 3. Схема термосопротивлений и распределения тепловых потоков

Энергия лазерного луча  $Q$ , попадающего на стык между рамкой и крышкой, поглощается ими. Соответственно входящий тепловой поток  $Q$  распадается на две составные части:

$$Q = Q_1 + Q_2, \quad (16)$$

где:  $Q_1$  - тепловой поток, поглощаемый рамкой, Вт;  $Q_2$  - тепловой поток, поглощаемый крышкой, Вт.

В соответствии с положениями теории тепловых цепей тепловые потоки распределяются обратно пропорционально величинам суммарных термосопротивлений каждого из направлений

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{R_{2\Sigma}}{R_{1\Sigma}} \quad (17)$$

где  $R_{1\Sigma}$  - суммарное термосопротивление процессу теплопередачи со стороны рамки;  $R_{2\Sigma}$  - суммарное термосопротивление процессу теплопередачи со стороны крышки.

Рассмотрим подробнее составляющие каждого из суммарных термосопротивлений.

Термосопротивление  $R_{1\Sigma}$ , исходя из состава элементов конструкции, участвующих в процессе теплопередачи в окружающую среду, имеет в своем составе лишь термосопротивление процесса теплопроводности в материале крышки и термосопротивления процесса теплопередачи от крышки в окружающую среду.

Термосопротивление  $R_{2\Sigma}$  включает в себя следующие составляющие: термосопротивление процесса теплопроводности в рамке;

- термосопротивление процесса теплопроводности в прокладке;
- термосопротивление процесса теплопроводности в плате;
- термосопротивление процесса теплоотдачи от всех перечисленных элементов конструкции датчика в окружающую среду.

Вводя обозначение распределения температуры по длине платы в точке с координатой  $X$  в момент времени  $\tau$

$$t_3 = (x, \tau)$$

можем записать требование обеспечения необходимого теплового режима:

$$t_3 = (x, \tau) < 70^\circ\text{C}$$

для всех  $X > 5 \times 10^{-3}\text{м}$ ,

$$\tau \in [0; \infty].$$

Преимущество использования теории тепловых цепей состоит в том, что она позволяет определить температуру в требуемой точке цепи без вычисления всего температурного поля конструкции, что существенно снижает трудоемкость расчетов.

Проведем качественную оценку термосопротивлений рассматриваемой цепи с целью определения возможности введения упрощаю-

щих допущений.

Ввиду импульсного характера тепловой нагрузки процесс является существенно нестационарным, а его полное математическое описание - нелинейным вследствие наличия фазовых переходов (при плавлении и застывании свариваемых элементов конструкции). Однако ввиду высокой частоты импульсов, а также вследствие того, что нас интересует не все температурное поле, а лишь выполнения условия (2), можно воспользоваться осредненными характеристиками тепловых потоков.

Из нестационарности процесса вытекает следующее упрощающее допущение, касающееся теплоотдачи в окружающую среду. Входящий поток лучистой энергии импульсного лазерного луча изначально образует во внутренней энергии свариваемых элементов конструкции датчика, часть которой идет на изменение их внутренней структуры вследствие фазовых переходов, часть передается посредством теплопроводности к остальным элементам конструкции, а от них - по средством теплообмена (процесса теплоотдачи) - в окружающую среду. Ввиду того, что тепловой поток подводится точно, термосопротивление процесса теплопроводности в элементах конструкции значительно ниже термосопротивления процессу теплоотдачи в окружающую среду, можно принять допущение о малости потоков теплоотдачи в окружающую среду во время прогрева элементов конструкции. Максимум теплоотдачи в окружающую среду будет иметь при максимальном среднepоверхностной температуры элементов, который может наступить лишь после существенного выравнивания температурного поля по всему из элементов соответственно (рис. 4).

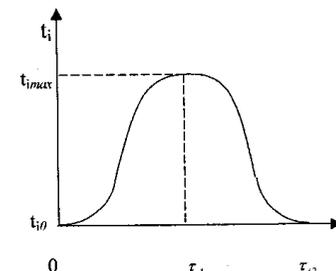


Рис. 4. Качественное поведение избыточной температуры

Поэтому в интересующий нас период при расчете начального температурного поля пренебречь внешними тепловыми потоками.

Оценим поэлементно термосопротивления элементов конструкции в соответствии со схе-

мой, приведенной на рис. 3.

Термосопротивление рамки  $R_1$ :

$$R_1 = \frac{\delta_1}{\lambda_1 F_1},$$

где  $\delta_1$  - толщина материала рамки по направлению распространения теплового потока (в соответствии с [5])

$$F_{11} = 0,9 \cdot 10^{-3} \cdot (25 + 46,7) \cdot 10^{-3} \cdot 2 = 129,06 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2 = 0,129 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$$

Величина термосопротивления  $R_{11}$ :

$$R_{11} = \frac{1,8 \cdot 10^{-3}}{58 \cdot 0,129 \cdot 10^{-3}} = 0,241 \frac{\text{К}}{\text{Вт}}$$

Величина термосопротивления прокладки  $R_2$  определяется аналогично.

Для прокладки под рамку ЖЭ 8.637.132 [5]:

$$R_{21} = \left( \frac{\delta}{\lambda F} \right)_{21},$$

где  $\delta = 0,15 \cdot 10^{-3}$  м - толщина прокладки в направлении теплового потока;  $\lambda = 37$  Вт/м·К - коэффициент теплопроводности материала прокладки;  $F_{21} = F_{11} = 0,129 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$  - площадь теплового контакта прокладки. Подставляя

$$R_{1\Sigma} = R_{11} + R_{21} + R_{31},$$

$$R_{1\Sigma} = 0,241 + 0,031 + 25,840 = 26,112 \frac{\text{К}}{\text{Вт}}$$

Подставив термосопротивление, найдем величину перегрева в искомой точке

$$\Delta t = \frac{Q}{R_{1\Sigma}}$$

Для искомой модификации:

$$\Delta t = \frac{300}{26,112} = 11,49 \approx 11,5 \text{ К}$$

Наиболее термонапряженные места находятся в зоне пересечения тепловых потоков от импульсной лазерной сварки - продольной и поперечной. В этом случае в рассматриваемой точке тепловые потоки складываются, соответственно, складываются величины перегревов, поскольку величина  $Q_{\Sigma} = 300$  Вт по всем направлениям, соответственно

$$\Delta t = 2 \times 11,5 \text{ К} = 23 \text{ К}$$

При  $t_{\text{окр.среды}} = 20^\circ \text{ С}$  получаем минимальное расчетное значение температуры в исследуемой точке

$$T_{\text{max}} = 20 + 23 = 43^\circ \text{ С} < 70^\circ \text{ С}$$

т.е. требуемый температурный режим выполняется.

**Выводы.** В ходе проведенных исследований получено распределение тепловых потоков при импульсной лазерной сварке корпусов датчиков для ГОИТС, которое определяется термосопротивлениями различных элементов их конструкции.

При этом в начальный период разогрева элементов конструкции датчиков до достижения ими максимальной температуры (период  $t \in [0, \tau_{11}, \tau_{12}]$  на рис. 4) преобладают внутренние тепловые потоки, направленные на выравнивание температурного поля, а в последующий период времени преобладают исходящие (внеш-

$\delta_1 = 1,8 \text{ мм} = 1,8 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ );  
 $\lambda_1 = 58 \text{ Вт/м} \cdot \text{К}$  - коэффициент теплопроводности материала рамки;  
 $F_1$  - площадь поверхности теплового контакта рамки.

Для рамки ЖЭ 8.637.132 [5]:

$$F_{11} = 0,9 \cdot 10^{-3} \cdot (25 + 46,7) \cdot 10^{-3} \cdot 2 = 129,06 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2 = 0,129 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$$

приведенные величины, получим:

$$R_{21} = \frac{0,15 \cdot 10^{-3}}{37 \cdot 0,129 \cdot 10^{-3}} = 0,031 \frac{\text{К}}{\text{Вт}}$$

Термосопротивление платы с учетом удаленности размещения элементной базы на 5 мм от места контакта и коэффициента теплопроводности платы  $\lambda = 1,5$  Вт/м·К:

$$R_{31} = \frac{5 \cdot 10^{-3}}{1,5 \cdot 0,129 \cdot 10^{-3}} = 25,840 \frac{\text{К}}{\text{Вт}}$$

Величина суммарного термосопротивления потоку  $Q_1$ :

ние) тепловые потоки, направленные на теплоотдачу в окружающую среду, что позволяет при расчете начального температурного поля пренебречь внешними тепловыми потоками.

Расчеты показали, что требуемый температурный режим обеспечивается при помощи применяемых конструкторско-технологических решений для датчиков ГОИТС.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Котух В. Г., Нестерцова С. А. Экспериментальные исследования технологических режимов герметизации корпусов датчиков из алюминиевых сплавов микроплазменной и лазерной сваркой // Вестник Национального технического университета «ХПИ». 2002. №7. т. 2. С. 27-31
2. Дульнев Г. Н. Тепло- и массообмен в радиоэлектронной аппаратуре. М: Высш. шк., 1984. -247 с
3. Замирец Н. В., Котух В. Г., Шур В. А., Алтухова Т. Л. Технологическая концепция лазерной герметизации радиоэлектронных модулей в корпусах из алюминиевых сплавов // Технология приборостроения, 1996. №1. С. 54-57
4. Филиппов И. Ф. Теплообмен в электрических машинах. Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1986. 256 с., ил.
5. Замирец Н. В., Котух В. Г., Шур В. А., Нестерцова С. А. Опыт создания унифицированной микросборки для изделий радиоэлектронной аппаратуры // Технология приборостроения. 2000. №2. С. 32-38.

Романович А. А., канд. техн. наук, проф.,  
 Глаголев Е. С., канд. техн. наук,  
 Бабеевский А. Н., канд. техн. наук

Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова

## ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ВЯЖУЩИХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ

alexeyrom@yandex.ru

В статье представлена промышленная технология и энергосберегающее оборудование для получения композиционного вяжущего со снижением энергоемкости процесса до 50% за счет синергетического эффекта при механоактивации сырьевой смеси с замещением клинкерной составляющей минеральной гидроактивной добавкой. Увеличение энергетической эффективности линии достигается совместной работой пресс-валкового агрегата и роторно-вихревой мельницы сверхтонкого помола новых конструкций.

**Ключевые слова:** промышленная технология, синергетический эффект, пресс-валковый измельчитель, роторно-вихревая мельница

К началу XXI века человечество накопило такое количество техногенных отходов, что их можно условно назвать новыми месторождениями. Поэтому на сегодня остро стоит задача по их использованию с минимальными затратами на переработку.

Например, только запасы отходов в виде шлаков электросталеплавильных печей Оскольского электрометаллургического комбината составляют более 4 миллионов тонн, при ежегодном пополнении около 500 тысяч тонн.

В настоящее время имеется ряд разработок по использованию шлаков в производстве строительных материалов, строительстве, ремонте и реконструкции автомобильных дорог [1-3]. Установлено, что применение шлаковых материалов в конструктивных слоях одежды, оснований дорог и составляющих асфальтобетонных покрытий, в качестве песчаного заполнителя и минерального порошка, снижает себестоимость строительства и повышает качество и надежность дорожного покрытия.

Известна также технология получения минеральных вяжущих с использованием шлаковых отходов доменных печей металлургических производств, одной из основных составляющих которой, является тонкое измельчение её компонентов, в том числе и шлаков.

Однако исходный продукт - шлак, представляет собой достаточно твердый материал с пределом прочности зерен  $P = 300 - 320 \text{ кг/см}^2$ , абразивными свойствами и имеет более значительные размеры чем требует конечный продукт, что требует производить его измельчение и помол для получения необходимого продукта.

В настоящее время существует большое разнообразие помольных агрегатов и систем, применяемых для измельчения материалов и

техногенных отходов, которые имеют различные прочностные характеристики.

Проведенный анализ технико-экономической эффективности от использования существующих и разрабатываемых помольных систем [4-6], позволил выявить как наиболее эффективные те системы, у которых реализуется принцип поэтапного измельчения материалов с выносом стадии грубого помола в отдельный агрегат - пресс-валковый измельчитель (ПВИ), осуществляющий более экономичный способ разрушения шихт (объемно-сдвиговое деформирование), чем например, удар и истирание.

Учеными БГТУ им. В.Г. Шухова разработана промышленная технология и энергосберегающее оборудование для получения композиционного вяжущего со снижением энергоемкости процесса до 50% за счет синергетического эффекта при механоактивации сырьевой смеси с замещением клинкерной составляющей минеральной гидроактивной добавкой. Технологический процесс (рис.1) построен на последовательном вводе компонентов в дисперсных фазах в сырьевую смесь в тракте помола и на сепарации продукта с определенными дисперсными характеристиками.

Увеличение энергетической эффективности линии достигается совместной работой пресс-валкового агрегата, являющегося разработкой ученых БГТУ им. В.Г. Шухова, и роторно-вихревой мельницы сверхтонкого помола новой конструкции. В таком случае достигается получение синергетического эффекта. Технология получения композиционного вяжущего подразумевает измельчение сырьевых материалов до дисперсности с показателями удельной поверхности  $4000 \dots 4500 \text{ см}^2/\text{г}$ .

Используемый на стадии предварительного

помола пресс-валковый измельчитель (рис. 2) приведенные в таблице 1. имеет следующие технические характеристики,

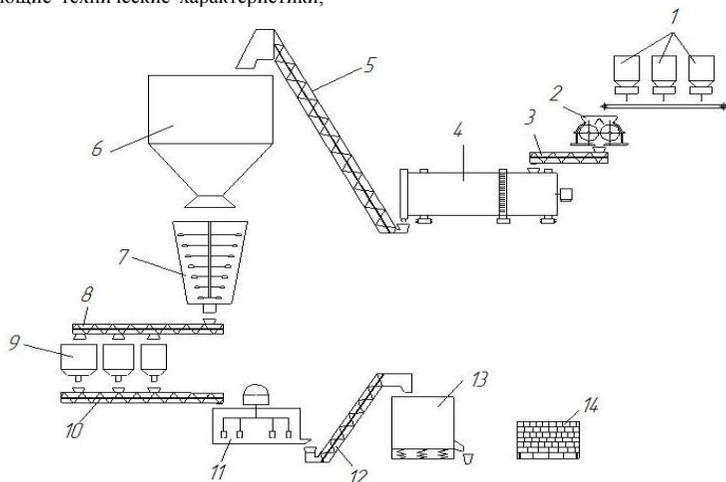


Рис. 1. Технологическая схема производства композиционных материалов: 1,2,3 – бункера исходных материалов; 2 – ПВИ; 3,5,8,10,12- шнековый питатель; 4- сушильный барабан; 6 – накопительный бункер; 9- бункера добавок; 11- смеситель; 13-упаковочная машина; 14- склад готовой продукции.

Применение ПВИ в технологической линии получения минеральных вяжущих обеспечивает, в зависимости от свойств измельчаемых материалов, снижение удельного расхода электроэнергии на 25-40% и повышение производительности агрегата, используемого на стадии помола, на 30-40%. Это достигается за счет использования конических валков, в которых осуществляется объемно-сдвиговое деформирование частиц измельчаемого материала, а также

эффекта самоизмельчения, реализуемого в слое материала при высоком давлении между валками. Сжатие минеральной частицы между двумя рабочими органами приводит к измельчению только ее самой, тогда как сжатие частицы между другими приводит к измельчению всех находящихся в контакте частиц, при этом для достижения необходимой крупности продукта требуется менее половины энергии, расходуемой шаровыми мельницами.

Таблица 1

**Техническая характеристика пресс-валкового измельчителя.**

№ п/п	Технические характеристики	Значение параметров
1.	Геометрические размеры валков, ДхВ	0,5х0,3 м
2.	Величина конусности валков, К	0,3 м
3.	Зазор между валками,	(3-8)х10 <sup>-3</sup> м
4.	Окружная скорость вращения валков	0,8 м/с
5.	Установочная мощность привода валков	2х7,5 кВт
6.	Максимальное усилие противодействия	90х10 <sup>4</sup> Н
7.	Производительность агрегата, т/ч	5-8 т/ч

Кроме того материал после обработки давлением имеет товарную форму в виде спрессованных пластин и микродефектную структуру (рис.3), что позволяет осуществлять его помол на последующей стадии с меньшими энергозатратами.

Возможность создания широкого спектра сдвиговых деформаций, за счет формы валков и большого диапазона давлений, создаваемых в ПВИ, предопределяет его использование для переработки материалов в широком диапазоне физико-механических свойств.

Однако на эффективность процесса измельчения материалов в ПВИ в том числе и на величину затрат при окончательном помоле существенное влияние оказывают следующие факторы: величина давления прессования  $P$ , конусность валков, определяющая величину сдвиговых деформаций.

Создаваемая величина давления между валками влияет не только на степень измельчения материала, но и на прочность спрессованных пластин, выходящих из ПВИ, что сказывается на эффективности процесса измельчения.

Проведенный анализ графических зависимостей (рис.4) построенных по результатам экспериментальных исследований по изучению влияния давления измельчения и величины сдвигового деформирования на степень измельчения  $E$  и плотность спрессованных пластин  $K_y$ , для исследуемого материала шлака позволил

установить следующее. Что при увеличении давления прессования  $P$  до 300 МПа наблюдается интенсивный рост степени измельченности и коэффициентов уплотнения материалов. Дальнейшее повышение давления прессования свыше  $P=300$  МПа влечет за собой лишь незначительное повышение  $E$ , и  $K_y$ .

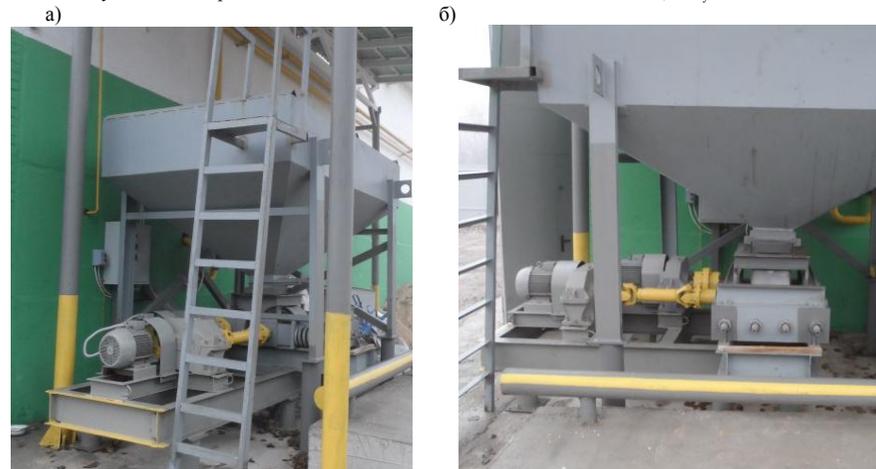


Рис. 2. Пресс-валковый измельчитель: а- общий вид, б- вид на валки

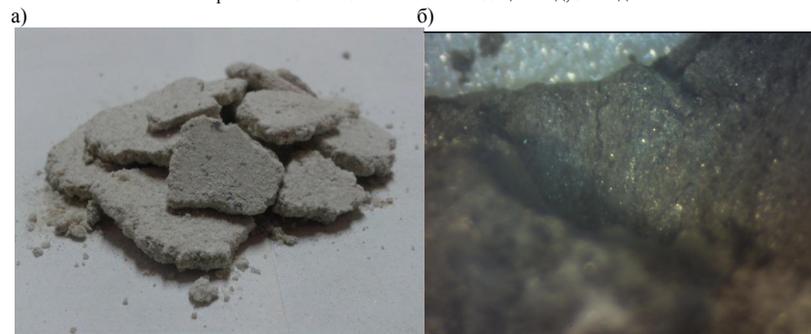


Рис.3. Шлак измельченный в ПВИ: а- товарная форма; б- микродефектная структура (х 80)

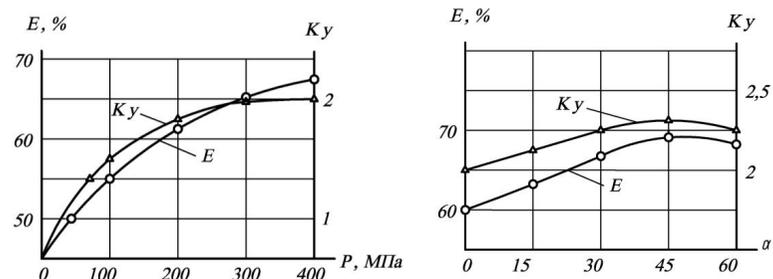


Рис. 4. Влияние давления измельчения ( $P$ , МПа) и сдвигового деформирования частиц шлака ( $a$ ) на степень измельченности и коэффициент уплотнения.

Так, например, при увеличении давления прессования от 100 МПа до 300 МПа, степень измельченности соответственно возрастает с  $E=49,4\%$  до  $E=64,2\%$ , т.е. на  $14,7\%$ . Дальнейший рост давления прессования до  $P=350$  МПа влечет за собой прирост  $E$  на  $0,95\%$  и  $0,54\%$ . Коэффициенты уплотнения исследуемых материалов при увеличении  $P$  от 100 МПа до 300 МПа возрастают соответственно с  $1,4$  до  $2,0$  т.е. на  $42\%$ . Последующий прирост давления прессования до 350 МПа приводит к незначительному увеличению коэффициентов уплотнения т.к. с  $2,0$  до  $2,05$ , т.е. на  $4\%$ , что почти не сказывается на  $K_c$ . Это позволяет сделать вывод о том, что «порог насыщения» для шлака наступает при давлении  $P_{из} = 300$  МПа. Величина «порога насыщения» подтверждают целесообразность поддержания давления измельчения на уровне указанной величины.

При увеличении величины сдвигового деформирования от 0 до 45 степень измельченности шлака возрастает, соответственно, с  $62,2\%$  до  $70,6\%$  на  $13,5\%$ , а коэффициент уплотнения возрастает с  $2,05$  до  $2,3$  на  $12\%$ . Дальнейшее увеличение величины угла наклона от  $\alpha=45^\circ$  до  $\alpha=49,1^\circ$  не приводит к приросту степени измельченности. Вышесказанное подтверждает теоретические выводы и объясняется тем, что при увеличении угла наклона рабочей поверхности в пределах от 0 до 45, а, следовательно, увеличения сдвиговых деформаций снижается предел прочности материала за счет рационального сочетания раздавливающих и сдвиговых усилий.

На стадии окончательного помола предварительного измельченных материалов используется роторно-вихревая мельница сверхтонкого помола, которая в позволяет получить синергетический эффект, за счет механоактивации частиц при их измельчении до удельной поверхности  $4000..4500$  см<sup>2</sup>/г. Данная технология также может быть также использована в дорожном строительстве для получения минеральных добавок с высокой активностью.

Таким образом, использование промышленной технологии и энергосберегающего обо-

рудования для получения композиционного вяжущего со снижением энергоёмкости процесса до 50% не только позволяет утилизировать техногенные отходы металлургических производств, но и способствует получению более дешевых строительных, теплоизоляционных и других материалов. Рациональная величина давления измельчения шлаковых материалов в ПВИ равна 300 МПа, а величина сдвигового деформирования ограничена углом наклона образующей, равной  $45^\circ$ .

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Будников П.П., Значно-Яровский И.Л. Гранулированные шлаки и шлаковые цементы. М.: Изд. Промстройиздат, 1983. 223с.
2. Пироцкий В.З. Совершенствование техники и технологии измельчения поргландцементного клинкера: Оценка эффективности помольных систем. // Со тр. НИИцемента. 1986. Вып.90. С. 3-23.
3. Богданов В.С. Оптимизация процесса помола в производстве цемента/ В.С. Богданов, Р.Р. Шарапов, Ю.М. Фадин // Междунар. конгресс производителей цемента 9-12 октября 2008г. БГТУ им. В.Г. Шухова в Белгороде: сб. докл. М: Европейский технич. ин-т, 2008. С. 20-39.
4. Романович А.А. Энергосбережение при производстве строительных изделий // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2011. №3. С. 69–71.
5. Grinding technology. POLYCOM. High-pressure grinding roll. Krupp Polysius, Germany. №7. 1990.
6. Романович А.А. Энергосбережение при производстве строительных изделий // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2011. №3. С. 69–71.
7. Романович М.А., Евтушенко Е.И., Романович Л.Г., Осипцев П.И. Государственная поддержка инновационного предпринимательства молодых ученых на базе вузов России и Белгородской области // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2012. №2. С. 117.

Щербинина О. А., соискатель,  
Щербинин И. А., канд. техн. наук, доц.,  
Уваров В. А., д-р техн. наук, проф.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

## ВЫЧИСЛЕНИЕ РАДИАЛЬНОЙ КОМПОНЕНТЫ ВЕКТОРА СКОРОСТИ ВЯЗКОГО МАТЕРИАЛА В РОТОРНО-ПУЛЬСАЦИОННОЙ УСТАНОВКЕ

31rusacpirant@mail.ru

Математической основой теоретического исследования движения вязкой среды в корпусе РПУ является уравнение движения вязкой среды (уравнение Навье-Стокса). Корпус РПУ без накопительного бункера обладает аксиальной симметрией, поэтому нахождение компонент вектора скорости движения вязкой среды внутри корпуса РПУ проще восполнять в цилиндрической системе координат. В силу аксиальной симметрии движения вязкой среды внутри корпуса РПУ естественно предположить, что все искомые величины для установившегося движения зависят только от одной переменной, « $r$ ».

**Ключевые слова:** РПУ, компонента вектора скорости, аксиальная симметрия движения вязкой среды.

### Модельные допущения и основные положения теории

Математической основой теоретического исследования движения вязкой среды в корпусе РПУ является уравнение движения вязкой среды (уравнение Навье-Стокса), которая в векторной форме имеет вид:

$$\frac{d\vec{v}}{dt} = -\frac{1}{\rho} \text{grad}(P) + \nu \cdot \Delta \vec{v}, \quad (1)$$

где  $\vec{v}$  – вектор скорости движения среды в РПУ (м/с);  $P$  – давление внутри РПУ (Па);  $\nu$  – коэффициент кинематической вязкости (м<sup>2</sup>/с);  $\Delta$  – оператор Лапласа, имеющий следующий вид:

$$\Delta = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2}. \quad (2)$$

В силу того, что в уравнение (1) входит также неизвестная величина  $P$  (давление) в рассмотрение необходимо включить уравнение непрерывности:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \text{div}(\rho \vec{v}) = 0. \quad (3)$$

Далее предполагая, что плотность движущейся среды в корпусе РПУ является величиной постоянной ( $\rho = \text{const}$ ), тогда уравнение (3) принимает вид:

$$\text{div}(\vec{v}) = 0. \quad (4)$$

Следовательно, уравнения (1) и (4) представляют полную систему уравнений, позволяющих исследовать поведение вязкой среды внутри корпуса РПУ.

Форма записи уравнения (1) предполагает отсутствие массовых сил.

Согласно расчётной схеме, представленной

на рисунке 1, корпус РПУ без накопительного бункера обладает аксиальной симметрией, поэтому нахождение компонент вектора скорости движения вязкой среды внутри корпуса РПУ проще восполнять в цилиндрической системе координат ( $r, \varphi, z$ ) с центром в точке  $O$ . Если обозначить через  $v_r, v_\varphi, v_z$  – соответственно радиальную, тангенциальную и « $z$ » – компонента вектора скорости в цилиндрической системе координат, тогда для нахождения компонент плоского движения вязкой среды в плоскости перпендикулярной оси симметрии корпуса РПУ на основании (1) и (4) получаем следующие уравнения:

$$\frac{dv_r}{dt} - \frac{v_\varphi^2}{r} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial r} + \nu \cdot \Delta_1 \cdot v_r, \quad (5)$$

$$\frac{dv_\varphi}{dt} + \frac{v_r \cdot v_\varphi}{r} = -\frac{1}{\rho} \frac{1}{r} \frac{\partial P}{\partial \varphi} + \nu \cdot \left( \Delta_1 \cdot v_\varphi + \frac{2}{r^2} \cdot \frac{\partial v_r}{\partial \varphi} \right), \quad (6)$$

$$\frac{\partial}{\partial r} \cdot (r \cdot v_r) + \frac{\partial v_\varphi}{\partial \varphi} = 0. \quad (7)$$

В силу аксиальной симметрии движения вязкой среды внутри корпуса РПУ естественно предположить, что все искомые величины для установившегося движения зависят только от одной переменной, а именно:

$$P = P(r), \quad v_r = v_r(r), \quad v_\varphi = v_\varphi(r). \quad (8)$$

Учитывая, что дифференциальную операцию  $\frac{d}{dt}$  в данном случае можно представить в виде:

$$\frac{d}{dt} = \frac{d}{dr} \cdot \frac{dr}{dt} = v_r \cdot \frac{d}{dr}, \quad (9)$$

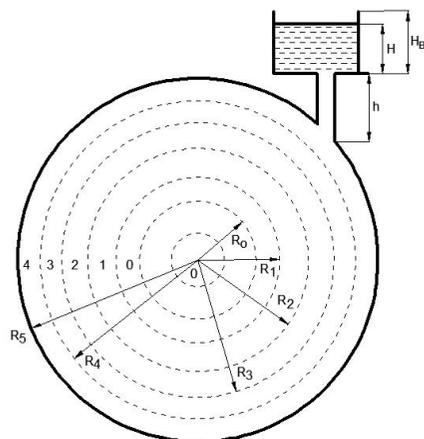


Рис. 1. Расчётная схема обоснования выбора системы координат и расположения основных конструктивных элементов РПУ.

- $R_0$  – расстояние от центра вращения до конца вращающейся лопасти,
- $R_1$  – радиус первого вращающегося цилиндра,
- $R_2$  – радиус второго (неподвижного) цилиндра,
- $R_3$  – радиус третьего (вращающегося) цилиндра,
- $R_4$  – радиус четвёртого (неподвижного) цилиндра,
- $R_5$  – радиус корпуса РПУ,  $h$  – длина патрубков,
- $H$  – высота подъёма массы смеси в бункере,
- $H_B$  – линейный размер высоты накопительного бункера

Поэтому на основании (8) и (9) уравнения (5) – (7) для движения вязкой среды в корпусе РПУ примут окончательно следующий вид:

$$v_r \cdot \frac{dv_r}{dr} - \frac{v_\varphi^2}{r} = -\frac{1}{\rho} \cdot \frac{dP}{dr} + \nu \cdot \Delta_1 \cdot v_r, \quad (10)$$

$$v_r \cdot \frac{dv_\varphi}{dr} + \frac{v_r \cdot v_\varphi}{r} = \nu \cdot \Delta_1 \cdot v_\varphi, \quad (11)$$

$$r \cdot \frac{dv_r}{dr} + v_r = 0, \quad (12)$$

где  $\Delta_1$  – представляет собой дифференциальный оператор следующего вида:

$$\Delta_1 = \frac{d^2}{dr^2} + \frac{1}{r} \cdot \frac{d}{dr} - \frac{1}{r^2}. \quad (13)$$

Таим образом, полученные соотношения (10) – (12) представляют собой полную систему уравнений, решение которой позволяет найти искомые величины радиальной, тангенциальной компоненты вектора скорости и давление «Р» внутри корпуса РПУ.

### Вычисление радиальной компоненты вектора скорости вязкого материала в роторно-пульсационной установке

Для нахождения значений компонент скорости внутри корпуса РПУ разобьём весь внутренний объём корпуса на «i» зон, здесь «i» принимает значения от нуля до 4. Нулевая зона – это зона движения среды, заключённая в пределах  $R_0 \leq r \leq R_1$ .

Первая зона соответствует движению в пределах  $R_1 \leq r \leq R_2$ ,

вторая в пределах  $R_2 \leq r \leq R_3$ ,

третья в пределах  $R_3 \leq r \leq R_4$ ,

четвёртая в пределах  $R_4 \leq r \leq R_5$ .

Найдём решение дифференциального уравнения (12) для каждой из введённых зон. Интегрирование уравнения (12) приводит к следующему соотношению:

$$v_r^{(i)} = \frac{\alpha_i}{r}, \quad (14)$$

где  $i = 0, 1, \dots, 4$ , а  $\alpha_i$  – константа интегрирования, значения которой необходимо определить для каждой из рассматриваемой области изменения переменной «r». Так, для нулевой зоны ( $i = 0$ ) значение константы интегрирования  $\alpha_0$  можно найти исходя из следующего граничного условия:

$$\text{при } r = R_0 \quad v_r^{(0)}(R_0) = W_0, \quad (15)$$

где  $W_0$  – значение скорости схода материала с радиально расположенной лопастью ротора.

Данное значение на основании результата работы [1] определяется статическим выражением:

$$W_0 = \frac{\omega R_0}{2f}, \quad (16)$$

здесь  $\omega$  – частота вращения ротора ( $\text{с}^{-1}$ );  $f$  – коэффициент трения вязкой среды о лопатку ротора.

Подстановка (15) и (16) в (14) приводит к результату:

$$\frac{\alpha_0}{R_0} = \frac{\omega R_0}{2f}, \quad (17)$$

Откуда

$$\alpha_0 = \frac{\omega R_0^2}{2f}. \quad (18)$$

На основании (18) и (14) находим выражение определяющее изменение радиальной компоненты скорости вязкой среды в нулевой зоне:

$$v_r^{(0)} = \frac{\omega R_0^2}{2fr}. \quad (19)$$

Для определения радиальной компоненты скорости схода материала с прорези в корпусе вращающегося цилиндра радиуса  $R_1$  воспользуемся расчётной схемой, представленной на рис. 2.

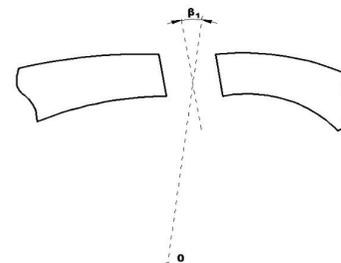


Рис. 2. Расчётная схема к определению радиальной составляющей скорости схода материала с прорези в корпусе вращающегося цилиндра

Угол  $\beta_1$  – определяет отклонение оси прорези от радиального направления.

На основании результата работы [1] радиальная составляющая скорости  $W_1$  схода для значения  $r = R_1$  определяется выражением вида:

$$W_1 = \frac{\omega R_1}{2f} \cdot (\cos \beta_1 - f \cdot \sin \beta_1). \quad (20)$$

Согласно (14) и (20) для  $r = R_1$  выполняется равенство:

$$\frac{\alpha_1}{R_1} = \frac{\omega R_1}{2f} \cdot (\cos \beta_1 - f \cdot \sin \beta_1), \quad (21)$$

Из соотношения (21) находим, что

$$\alpha_1 = \frac{\omega \cdot R_1^2}{2f} \cdot (\cos \beta_1 - f \cdot \sin \beta_1). \quad (22)$$

Подстановка (22) в (14) приводит к следующему результату:

$$v_r^{(1)} = \frac{\omega \cdot R_1^2}{r} \cdot \frac{\cos \beta_1 - f \cdot \sin \beta_1}{2 \cdot f}. \quad (23)$$

Радиальная компонента изменения скорости вязкого материала после прохода через прорези в корпусе неподвижного цилиндра радиуса  $R_2$  в зоне 2 очевидно будет определяться соотношением вида:

$$v_r^{(2)} = \frac{\omega R_1^2}{r} \cdot \frac{\cos \beta_1 - f \cdot \sin \beta_1}{2 \cdot f} \cdot \cos \beta_2, \quad (24)$$

где  $\beta_2$  – угол, определяющий отклонение оси прорези в корпусе неподвижного цилиндра с

радиусом  $R_2$  от радиального направления.

Аналитическую зависимость, определяющую изменение радиальной составляющей вектора скорости в зоне 3 можно записать по аналогии с аналитическим выражением для зоны 1, а именно:

$$v_r^{(3)} = \frac{\omega \cdot R_3^2}{r} \cdot \frac{\cos \beta_3 - f \cdot \sin \beta_3}{2 \cdot f}, \quad (25)$$

где  $\beta_3$  – угол, задающий отклонение оси прорези в корпусе вращающегося цилиндра радиусом  $R_3$  от радиального направления.

По аналогии с (24) функциональную зависимость, определяющую изменение радиальной компоненты скорости в зоне 4 после прохода через прорезы неподвижного цилиндра радиуса  $R_4$  равна:

$$v_r^{(4)} = \frac{\omega \cdot R_3^2}{r} \cdot \frac{\cos \beta_3 - f \cdot \sin \beta_3}{2 \cdot f} \cdot \cos \beta_4, \quad (26)$$

здесь  $\beta_4$  – угол, задающий отклонение оси прорези в корпусе неподвижного цилиндра радиуса  $R_4$  от радиального направления.

Таким образом, полученные соотношения (13) и (23) – (26) определяют изменение радиальной компоненты скорости материала внутри корпуса РПУ.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Воронов В.П., Семикопенко И.А., Пензев П.П. Теоретические исследования скорости движения частиц материала вдоль поверхности ударного элемента мельницы дезинтеграторного типа. Известия вузов. Строительство. 2008. №11. С. 93-96.
2. Щербинин И.А. К расчету давления создаваемого рабочими органами кавитационной установки для производства пенобетона. // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2009. №2. С. 101–103.
3. Щербинина О.А., Щербинин И.А., Уваров В.А. Вычисление значений поля скоростей смеси пенобетона в роторно-пульсационной установке при турбулентном режиме. // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2013. № 5. С. 71-75.
4. Щербинина О.А., Щербинин И.А., Уваров В.А. Получение разрешающей системы уравнений для расчета движения смеси в роторно-пульсационной установке для получения пенобетона. // Вестник Белгородского государственного университета им. В.Г. Шухова. 2014. №5.

ственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2013. № 4. С. 78-81.

5. Уваров В.А., Шапгала В.Г., Шапгала В.В., Овчинников Д.А. Новое направление механоактивации цемента. // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2013. № 3. С. 68-73.

6. Семикопенко И.А., Воронов В.П., Пензев П.П. Агрегат предварительной классификации и помола материала. // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2010. № 6. С. 76-82.

7. Воронов В.П., Семикопенко И.А., Гордеев С.И., Вялых С.В., Дятлова Е.И. Определение условия прохождения частицы материала междурядного пространства дезинтегратора // Вест-

ник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2012. № 2. С. 63-64.

8. Воронов В.П., Семикопенко И.А., Вялых С.В., Гордеев С.И. Математическое описание плоского движения двухфазной среды в мельницах дезинтеграторного типа. // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2012. № 3. С. 84-86.

9. Воронов В.П., Семикопенко И.А., Вялых С.В., Жуков А.А. Математическое описание образования пробки в агрегате дезинтеграторного типа // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2014. № 1. С. 65-66.

*Федоренко М. А., д-р техн. наук, проф.,  
Бондаренко Ю. А., д-р техн. наук, проф.,  
Санина Т. М., канд. техн. наук, доц.,  
Маркова О. В., аспирант*

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

## СПОСОБ УСТАНОВКИ ОБЖИГОВОЙ ПЕЧИ ИЛИ СУШИЛЬНЫХ БАРАБАНОВ НА ОСЬ ВРАЩЕНИЯ

**markova.olya.bel@yandex.ru**

*В настоящее время для производства цемента используют крупногабаритное оборудование: вращающиеся печи, помольные мельницы и т.д. Наиболее емкими являются вращающиеся печи для обжига и получения клинкера. Они работают в абразивной среде и при высокой температуре, что приводит к изнашиванию деталей опорных узлов, на которые устанавливаются и крепятся бандажи на корпусе печи. Вследствие чего искажается прямолинейность оси вращения печи и появляются биения корпуса, что может привести к выпадению футеровки. Следовательно, возникает необходимость восстанавливать прямолинейность оси вращения печи.*

*В ходе исследования установлено, что разработанный способ обеспечивает точность необходимой установки обжиговой печи относительно ее теоретической оси вращения без остановки технологического процесса производства продукции, что приводит к увеличению срока эксплуатации печей, футеровки и опор.*

**Ключевые слова:** обжиговая печь, сушильные барабаны, установка на ось вращения, в процессе эксплуатации, повышение работоспособности.

Современное вращающееся оборудование для обжига и сушки строительных материалов являются металлическими крупногабаритными агрегатами. Но наиболее емкими являются вращающиеся печи для обжига и получения клинкера. Вращающаяся печь выполняется из стали и имеет форму цилиндра, лежащего на вращающихся опорах и опирающегося на них через бандажи. Внутри печи находится огнеупорный кирпич и жароупорный бетон. Длина печи достигает, в зависимости от конструкции, до 230 м, а при диаметре до 7 м, имеет массу до 6,5 тыс. тонн.

Вращающиеся печи работают в абразивной среде и при высокой температуре, и несмотря на наличие уплотнения, пыль, образующаяся в процессе работы, проникает в сопряжения трущихся деталей. Наиболее изнашивающимися деталями опорных узлов являются подбандажные башмаки, на которые устанавливаются и крепятся бандажи на корпусе печи. Регулировка установки бандажей осуществляется регулируемыми пластинами. После устранения биения бандажа, прокладки и башмаки приваривают к корпусу. От осевого смещения бандаж предохраняют кольца квадратного сечения, привариваемые к корпусу печи.

Основными причинами выхода из строя вращающихся цементных печей является деформация корпуса, появление трещин, прожогов и вздутий, вследствие разрушения футеровки печи, а также износа бандажей, опорных и контрольных роликов и деталей привода печи и др.

В результате появляются биения корпуса печи и его изгиб, так как при длине 230 м она имеет толщину обечайки 60-70 мм. Следовательно, появляется необходимость останавливать печь на ремонт.

Наиболее часто изнашиваются опорные ролики и бандажи, и как следствие искажается прямолинейность оси вращения печи и появляются биения корпуса, что может привести к выпадению футеровки, отсюда возникает необходимость восстанавливать прямолинейность оси вращения печи.

Отклонение прямолинейности оси вращения печи можно обнаружить при техническом осмотре печи, но при этом нельзя ее останавливать (согласно регламента), т.к. в это время происходит ее деформация из-за остывания, а потом еще раз при деформации из-за разогрева печи. Следовательно, ось печи нельзя выровнять путем ее деформации нагревом и остыванием.

На величину деформации печи, как при ее охлаждении, так и при остывании, оказывают влияние: износ бандажа, форма роликов, наличие материалов внутри печи.

Для необходимой установки печи на ось вращения разработана технология этого процесса без остановки технологического процесса производства клинкера, т.е. без остановки печи. С этой целью необходимо при техосмотре выявить состояние роликоопор, состояния бандажей, определить необходимость обработки, с целью придания роликам и бандажам необходимой формы круглости. Для этого имеются стан-

ки для обработки поверхностей катания бандажей и роликов, которые разработаны в БГТУ им. В.Г. Шухова.

Исследования направлены на обеспечение точности установки обжиговой печи относительно ее теоретической оси вращения без остановки технологического процесса производства продукции, что приводит к увеличению срока эксплуатации печей, футеровки и опор.

Это достигается тем, что в способе обеспечения точности установки обжиговой печи относительно теоретической оси вращения, включающем изменение положения роликов роликоопоры, согласно предлагаемому решению, ролики устанавливают так, чтобы оси их вращения были параллельны между собой в вертикальной и горизонтальной плоскостях теоретической оси вращения печи, а середина роликовой опоры находилась в вертикальной плоскости теоретической оси печи. Далее устанавливают центры осей вращения роликов в одной горизонтальной плоскости, между роликами устанавливают при-

ставной токарный станок так, чтобы его обрабатываемый элемент при продольной подаче двигался параллельно теоретической оси вращения печи, а при повороте его – в горизонтальной плоскости, определяют форму роликов по их длине, производят обработку указанным станком поверхностей катания роликов для придания им цилиндрической формы с одинаковым диаметром по всем замеряемым сечениям. Затем при помощи приставного токарного станка обрабатывают поверхность катания бандажа до обеспечения непрерывной линии контакта с роликами, после этого расчетом определяют фактический радиус бандажа и его теоретический радиус. Определяют положения теоретической и фактической осей печи относительно горизонтальной плоскости, в которой находятся центры вращения роликов, совмещают оси изменением расстояния между роликами в горизонтальной плоскости. Операции повторяют на последующих опорах до совпадения оси вращения печи с теоретической осью печи.

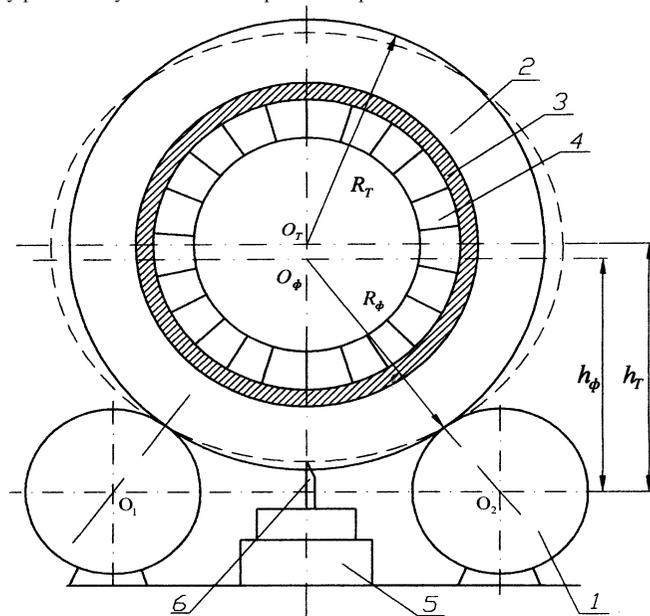


Рис. 1. Разрез обжиговой печи по одной из опор с приставным токарным станком

На рис. 1 представлен разрез обжиговой печи по одной из опор с приставным токарным станком, где 1 – роликовая опора, 2 – бандаж, 3 – корпус печи, 4 – футеровка, 5 – приставной токарный станок, 6 – обрабатываемый элемент станка 5,  $O_T$  и  $O_\phi$  соответственно теоретический и фактический центры вращения печи,  $h_T$  и  $h_\phi$  соответственно теоретическое и фактическое

расстояние от центра вращения печи до горизонтальной плоскости, проходящей через оси вращения роликов,  $R_T$  и  $R_\phi$  – теоретический и фактический радиусы бандажа.

Предлагаемый способ обеспечения точности установки обжиговой печи относительно теоретической оси вращения реализован следующим образом. На роликовую опору 1 установ-

лен бандаж 2 с размещенной внутри его частью корпуса печи 3 и футеровкой 4. Печь вращается от электродвигателя и через бандаж обеспечивает вращение роликов опоры. В начале работы ролики опоры выставляют так, чтобы оси их вращения были параллельны между собой в вертикальной и горизонтальной плоскостях, проходящих через теоретическую ось вращения печи, а середина роликовой опоры находилась бы в вертикальной плоскости теоретической оси печи, это выполняют с помощью визирной трубы ИСЦБ-М-3, используя в качестве базовых первую и последнюю опоры. Далее производят установку роликов так, чтобы центры осей их вращения находились в одной горизонтальной плоскости. После этого устанавливают приставной токарный станок 5 под бандажом между роликами, так, чтобы обрабатываемый элемент передвигался в вертикальной плоскости, проходящей через теоретическую ось вращения печи, и при повороте его – в горизонтальной плоскости, проходящей через центры вращения осей роликов. Конструкция станка позволяет производить такие установки обрабатываемого элемента при неизменном положении станка, в результате обеспечивается точность и параллельность обработанных поверхностей.

Следующим этапом производится замер диаметров роликов в нескольких сечениях с целью установления их формы и при наличии разности размеров определяют величины удаляемого металла для придания роликам одинаковых размеров и цилиндричности формы с одинаковым диаметром по всем замеряемым сечениям. После этого этим же станком обрабатывают поверхность катания бандажа до обеспечения непрерывной линии контакта его с роликами. Далее, используя точки контакта бандажа и обрабатываемого элемента по методу «трех точек», определяют фактический радиус бандажа. Производят расчеты деформаций от гравитационных сил, изгибающих моментов и температурных влияний и определяют теоретический радиус бандажа, рассчитывают размеры  $h_T$  и  $h_\phi$ , т.е. определяют положения теоретической и фактической осей. Совмещают оси изменением расстояния между роликами горизонтальной плоскости.

В такой последовательности выполняют работы на всех опорах. Если размеры  $h_T$  и  $h_\phi$  отличаются от первой обработанной опоры, то необходимо сдвигать или раздвигать ролики опоры. При сближении роликов расстояние

между осями  $O_T$  и  $O_\phi$  уменьшается, а при удалении – увеличивается. Когда проведена обработка всех опор и проведено совмещение геометрической и теоретической осей, печь будет установлена на теоретическую ось вращения.

Такой способ обработки может быть реализован для вращающихся печей, имеющих более трех опор, любой длины и диаметра, на рабочих режимах печи, без остановки производства.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Авдулов А.Н. Построение среднеквадратической базовой поверхности для оценки погрешности формы поверхности произвольного вала. Л.: ЛДНТП. 1981. 19-24 с.
2. Айрапетов Э.Л., Биргер И.А., Вейц В.Л. Вибрации в технике. Т.3. Колебания машин, конструкций и их элементов. 1980. 537 с.
3. Горский В.Г. Планирование промышленных экспериментов (модели динамики). М.: Металлургия. 1978. 112 с.
4. Лаврентьев М.А., Мабат Б.В. Проблемы вибродинамики и их математические проблемы. М.: Наука. 1973. 106 с.
5. Справочник. Восстановление деталей машин. Под ред. Иванова В.П. М.: Машиностроение. 2003. 524 с.
6. Бондаренко Ю.А. Технологические методы и способы восстановления работоспособности крупногабаритного промышленного оборудования без его демонтажа приставными станочными модулями: монография. Белгород: Изд-во БГТУ. 2005. 231 с.
7. Санина Т.М. Способ восстановления работоспособности внутренней поверхности цапфы крупногабаритного вращающегося оборудования в условиях эксплуатации: монография. Белгород: Изд-во БГТУ. 2011. 114 с.
8. Федоренко М.А. Конструктивно-технологические методы и способы восстановления работоспособности цементных вращающихся печей: монография. Белгород: Изд-во БГТУ. 2007. 193 с.
9. Патент РФ № 2010145601/02, 09.11.2010. Аулов В.Г., Федоренко М.А., Бондаренко Ю.А., Санина Т.М. Вращающаяся цементная печь//Патент России № 106344.2011.
10. Патент РФ № 2012110443/15, 19.03.2012. Федоренко М.А., Бондаренко Ю.А., Санина Т.М., Маркова О.В. Вращающаяся цементная печь//Патент России № 121561.2012.

Смирнов Д. В., аспирант,  
Семикопенко И. А., канд. техн. наук, проф.,  
Воронов В. П., канд. физ.-мат. наук, проф.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ВЯЗКОЙ СРЕДЫ В ПАТРУБКЕ ВОЗВРАТА ДЕЗИНТЕГРАТОРА**

olimp69@narod.ru

Дано математическое описание движения вязкой среды в патрубке возврата дезинтегратора в полярной системе координат. Определены проекции вектора скорости воздушного потока на оси полярной системы координат. Построены графические зависимости изменения начального значения  $u_0$  скорости воздушной среды на входе в патрубок возврата в зависимости от изменения конструктивных параметров патрубка возврата.

**Ключевые слова:** вязкая среда, патрубок возврата, воздушный поток

Рассмотрим движение вязкой среды в предположении её постоянной вязкости и плотности.

На основании сделанного предположения движение воздуха в возвратном патрубке дезинтегратора можно описать в рамках хорошо известного уравнения Навье-Стокса:

$$\rho \frac{\partial \vec{u}}{\partial t} = -\text{grad}P + \mu \Delta \vec{u} + \rho \vec{g}, \quad (1)$$

где  $\rho$  - плотность воздуха;  $\mu$  - динамическая вязкость воздуха;  $g$  - ускорение свободного

$$\rho \left( \frac{\partial u_r}{\partial t} + u_r \frac{\partial u_r}{\partial r} + \frac{u_\varphi}{r} \frac{\partial u_r}{\partial \varphi} - \frac{u_\varphi^2}{r} \right) = -\frac{\partial P}{\partial r} + \mu \left[ \frac{\partial}{\partial r} \left( \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (r u_r) \right) + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 u_r}{\partial \varphi^2} - \frac{2}{r^2} \frac{\partial u_\varphi}{\partial \varphi} \right] + \rho g_r, \quad (2)$$

$$\rho \left( \frac{\partial u_\varphi}{\partial t} + u_r \frac{\partial u_\varphi}{\partial r} + \frac{u_\varphi}{r} \frac{\partial u_\varphi}{\partial \varphi} + \frac{u_r u_\varphi}{r} \right) = -\frac{1}{r} \frac{\partial P}{\partial \varphi} + \mu \left[ \frac{\partial}{\partial r} \left( \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (r u_\varphi) \right) + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 u_\varphi}{\partial \varphi^2} - \frac{2}{r^2} \frac{\partial u_r}{\partial \varphi} \right] + \rho g_\varphi, \quad (3)$$

где  $u_r, u_\varphi$  - проекции вектора скорости воздушного потока на оси полярной системы координат;  $g_r, g_\varphi$  - проекции вектора свободного ускорения на оси полярной системы координат.

Для установившегося стационарного движения воздушной среды в возвратном патрубке с постоянным радиусом кривизны [1]

$$R = R_1 + d/2 \quad (4)$$

где  $d$  - диаметр патрубка.

Выделим в патрубке возврата некоторый объем воздушной среды  $\Delta V$ . Выражение для

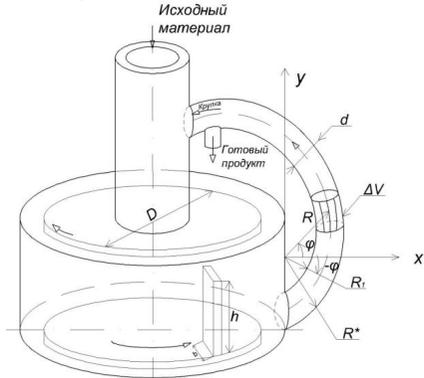


Рис. 1. Расчетная схема для описания движения воздушной среды в патрубке возврата дезинтегратора

$$P_{\text{стат}} = \rho g y. \quad (7)$$

где, согласно расчетной схемы на рисунке 1

$$y = R + R \sin \varphi = R(1 + \sin \varphi), \quad (8)$$

здесь угол  $\varphi$  - угол, отсчитываемый от положительного направления оси «ОХ».

С учетом (8) соотношение (7) принимает вид:

$$P_{\text{стат}} = \rho g R(1 + \sin \varphi). \quad (9)$$

С учетом (6) и (9) выражение (5) принимает вид:

$$\frac{\rho u_\varphi}{R} \frac{d u_\varphi}{d \varphi} = -\frac{\rho}{R} u_\varphi \frac{d u_\varphi}{d \varphi} - \frac{d}{d \varphi} (\rho g (1 + \sin \varphi)) + \frac{\mu}{R^2} \frac{d^2 u_\varphi}{d \varphi^2}. \quad (12)$$

После несложных математических преобразований (2.12) принимает следующий вид:

$$\frac{\rho}{R} \frac{d}{d \varphi} (u_\varphi^2) = -\frac{\rho}{R} \frac{d}{d \varphi} (u_\varphi^2) - 2 \rho g \frac{d}{d \varphi} (1 + \sin \varphi) + \frac{2 \mu}{R^2} \frac{d}{d \varphi} \left( \frac{d u_\varphi}{d \varphi} \right). \quad (13)$$

Интегрирование (13) приводит к результату:

$$\frac{\rho}{R} u_\varphi^2 = -\frac{\rho}{R} u_\varphi^2 - 2 \rho g (1 + \sin \varphi) + \frac{2 \mu}{R^2} \frac{d u_\varphi}{d \varphi} + c_1. \quad (14)$$

С учетом (11) выражение (14) будет иметь вид:

$$-\frac{\rho}{R} u_\varphi^2 - 2 \rho g (1 + \sin \varphi) + c_1 = 0. \quad (15)$$

Постоянную интегрирования в (15) можно найти исходя из начального условия:

$$\varphi = -\frac{\pi}{2}, u_\varphi = u_0, \quad (16)$$

где  $u_0$  - начальное значение скорости движения воздушного потока в начале патрубка возврата, которое с расходом воздуха  $Q$  в патрубке связано соотношением:

$$u_0 = \frac{4Q}{\pi d^2}, \quad (17)$$

здесь  $d$  - диаметр патрубка возврата, а согласно [3]

$$Q = \pi D b \sin \alpha \sqrt{\frac{2(\Delta p - \Delta p_m)}{\rho}}, \quad (18)$$

где  $D$  - наружный диаметр дисков дезинтегратора;  $b$  - ширина ударных элементов;  $\alpha$  - угол между направлениями абсолютной и окружной скоростей, равный

$$\alpha = \arctg \frac{u_1}{u}, \quad (19)$$

здесь

$$u_0 \approx 2 \omega \frac{D^2}{d^2} b \sin \alpha \sqrt{1 + \frac{4h}{D}} \approx 2 \omega \frac{D^2}{d^2} b \sin \alpha \left( 1 + \frac{2h}{D} \right). \quad (25)$$

Подстановка соотношений (19) - (23) в (25) позволяет получить выражение следующего вида:

$$u_0 = \frac{4 \omega D b h \left( 1 + \frac{2h}{D} \right) \sqrt{\frac{D}{h} - 1}}{d^2 \sqrt{\frac{h^2}{D^2} \left( \frac{D}{h} - 1 \right) + 1 + 4 \frac{h^2}{D^2} \left( \frac{D}{h} - 1 \right)}} \quad (26)$$

$$u_0 \approx \frac{4 \omega D b h \left( 1 + \frac{2h}{D} \right) \sqrt{\frac{D}{h} - 1}}{d^2 \left( 1 + 5 \frac{h}{D} \right)^{\frac{1}{2}}} = \frac{4 \omega D b}{d^2} \sqrt{D h} \left( 1 + \frac{2h}{D} \right) \left( 1 - \frac{h}{D} \right)^{\frac{1}{2}} \left( 1 + \frac{5h}{D} \right)^{-\frac{1}{2}} \approx$$

$$\approx \frac{4 \omega D b}{d^2} \sqrt{D h} \left( 1 + \frac{2h}{D} \right) \left( 1 - \frac{h}{2D} \right) \left( 1 - \frac{5h}{2D} \right) \approx \frac{4 \omega D b}{d^2} \sqrt{D h} \left( 1 + \frac{3h}{2D} \right) \left( 1 - \frac{5h}{2D} \right) \approx \frac{4 \omega D b}{d^2} \sqrt{D h} \left( 1 - \frac{h}{D} \right) \quad (27)$$

$$P = \frac{\rho}{2} u_\varphi^2 + \rho g R(1 + \sin \varphi). \quad (10)$$

Пренебрегая массовыми силами и изменением скорости воздушного потока в радиальном направлении ( $u_r = 0$ ), на основании сделанных предположений уравнениям (2) и (3) с учетом (10) можно придать вид:

$$\frac{\rho}{R} u_\varphi^2 = \frac{2 \mu}{R^2} \frac{d u_\varphi}{d \varphi}, \quad (11)$$

где  $h$  - высота ударных элементов;  $u_1$  - скорость схода воздуха с ударных элементов внешнего ряда;  $\Delta P_m$  - потери давления в системе,

$$u = \sqrt{u_1^2 + u_2^2}, \quad (21)$$

$$u_t = \frac{\omega D}{2}, \quad (22)$$

$$\Delta p = u^2 \frac{\rho}{2} [4] \quad (23)$$

Без учета потерь давления ( $\Delta P_m = 0$ ) с учетом (18) - (23) выражение (17) можно привести к следующему виду:

$$u_0 = 4 \omega \frac{D^2}{d^2} b \sin \alpha \sqrt{\frac{1}{4} + \frac{h}{D} - \frac{h^2}{D^2}} \quad (24)$$

В силу того, что конструктивные параметры дезинтегратора могут варьироваться в следующих пределах  $h = 0,05 \dots 0,1$  м;  $D = 0,3 \dots 0,4$  м, отношение  $h/D$  можно считать малой величиной.

Следовательно, с точностью до величины первого порядка малости (24) принимает следующее значение:

Применив (16) к соотношению (15), получаем следующее выражение:

$$-\frac{\rho}{R} u_0^2 + c_1 = 0. \quad (28)$$

С учетом (28) и (15) принимает вид:

$$u_\varphi = \sqrt{u_0^2 - 2Rg(1 + \sin \varphi)}. \quad (29)$$

На рисунке 2 представлена зависимость изменения скорости воздушного потока в патрубке возврата дезинтегратора при

изменении углового размера, движущегося выделенного объема воздушной среды, выраженного в радианах. Анализ приведенных зависимостей показывает, что при изменении конструктивного параметра  $R$  в пределах от 0,1 до 0,2 м максимальное изменение скорости воздушного потока происходит соответственно в пределах 0,02...0,04 м/с.

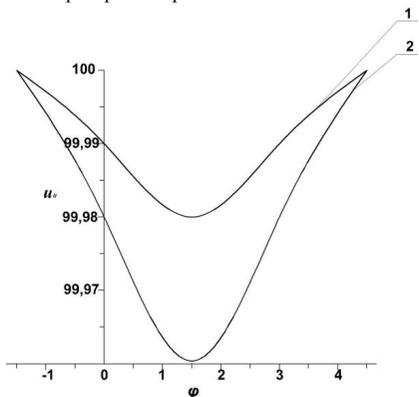


Рис. 2. График изменения скорости воздушной среды в патрубке возврата для начального значения скорости на входе  $u_0=100$  м/с. 1-я кривая отвечает значению параметра  $R = 0,1$  метра, а 2-я кривая –  $R = 0,2$  метра

На рисунках 3...6 приведены графики изменения начального значения  $u_0$  скорости воздушной среды на входе в патрубков возврата в зависимости от изменения конструктивных параметров патрубков возврата. Анализ полученных зависимостей показывает, что увеличение таких конструктивных параметров,

как наружный диаметр дисков в камере помола, высота и ширина ударных элементов способствуют увеличению скорости  $u_0$  на входе в патрубков возврата, а увеличение диаметра патрубков возврата приводит к уменьшению величины начальной скорости воздушного потока на входе в патрубков возврата.

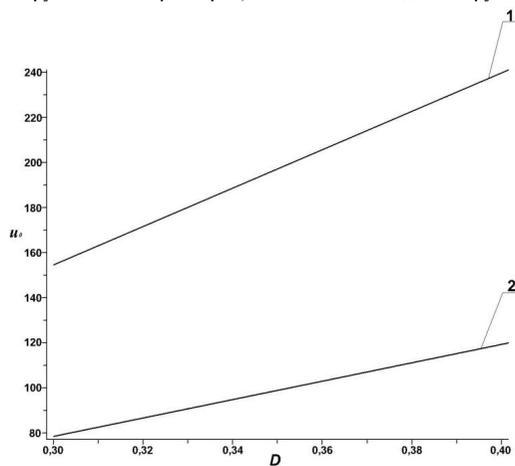


Рис. 3. График изменения начального значения  $u_0$  скорости воздушной среды в патрубке возврата при изменении наружного диаметра диска. 1-я кривая отвечает значению частоте вращения дисков  $\omega = 50$  1/с, а 2-я кривая –  $\omega = 25$  1/с.

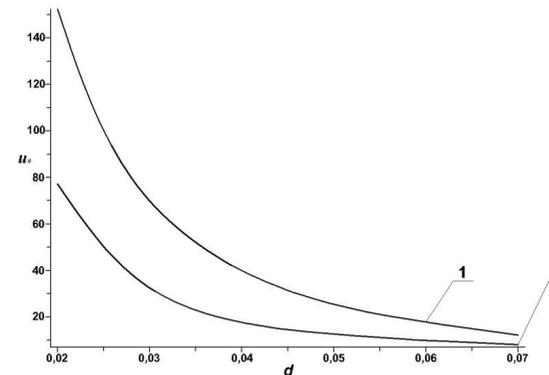


Рис. 4. График изменения начального значения  $u_0$  скорости воздушной среды в патрубке возврата при изменении его диаметра. 1-я кривая отвечает значению частоте вращения дисков  $\omega = 50$  1/с, а 2-я кривая –  $\omega = 25$  1/с

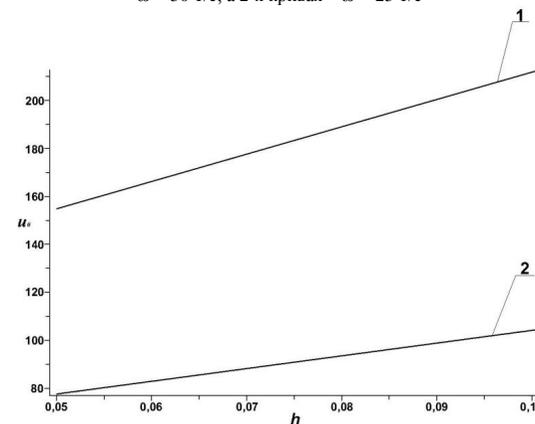


Рис. 5. График изменения начального значения  $u_0$  скорости воздушной среды в патрубке возврата при изменении размера высоты ударных элементов. 1-я кривая отвечает значению частоте вращения дисков  $\omega = 50$  1/с, а 2-я кривая –  $\omega = 25$  1/с.

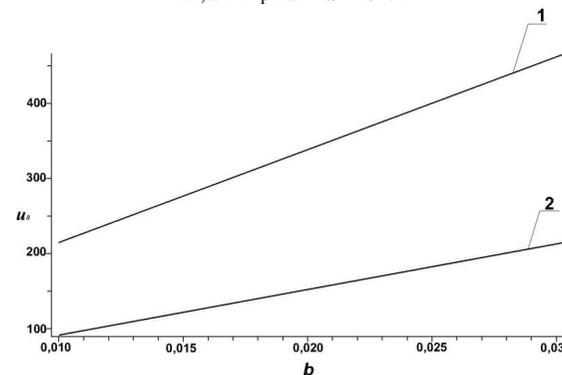


Рис. 6. График изменения начального значения  $u_0$  скорости воздушной среды в патрубке возврата при изменении размера ширины ударных элементов. 1-я кривая отвечает значению частоте вращения дисков  $\omega = 50$  1/с, а 2-я кривая –  $\omega = 25$  1/с

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. А.С. СССР № 1217465, МПК7 В02С 13/18, Центробежная мельница/М.В. Квашнин, Н.М. Смирнов, В.Н. Блиничев и др. Ивановский химико-технологический институт. Заявл. 14.11.1983; Оpubл. 15.03.1986, Бюл. №10.  
2. Гримитлин А.М. Насосы, вентиляторы, компрессоры в инженерном оборудовании зданий/ А.М. Гримитлин, О.П. Иванов, В.А.

Пухкал. СПб: Изд-во «АВОК Северо-Запад», 2006. 210с.

3. Поляков В.С. Насосы и вентиляторы /В.С. Поляков, Л.С. Скворцов. М.: Госстройиздат, 1990. 335с.

4. Воронов В.П., Семикопенко И.А., Пензев П.П. Дезинтегратор с внутренней классификацией измельчаемого материала. Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. №1. 2011. С.75-77.

*Глаголев С. Н., д-р экон. наук, проф.,  
Севостьянов В. С., д-р техн. наук, проф.,  
Гридчин А. М., д-р техн. наук, проф.,  
Трубаев П. А., д-р техн. наук, проф.,  
Севостьянов М. В., канд. техн. наук, доц.,  
Филатов В. И., и. с.,  
Кощуков А. В., аспирант.*

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

## ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ЭКСТРУДИРОВАНИЯ И СУШКИ ТЕХНОГЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ

**atlax@mail.ru**

*В настоящее время стало актуально создание небольших малотоннажных технологических комплексов для производства и переработки различных материалов строительной индустрии. Комплексная переработка сырьевых и техногенных материалов, а также создание безотходных производств - одно из важнейших направлений развития различных отраслей промышленности. Наиболее рациональный способ по утилизации техногенных материалов заключается в его компактировании в сформованные тела, с последующей их сушкой в сушильных агрегатах. Наиболее широкое распространение получили барабанные сушилки, которые обладают простотой конструкции, большой производительностью, надежностью в эксплуатации и другими положительными показателями. Разработанная нами конструкция барабанно-винтового сушильного агрегата (БВСА) обладает рядом преимуществ по сравнению с другими сушильными агрегатами, что позволяет экономить на сушке гранулированных и сыпучих материалов и использовать агрегат в малотоннажных технологических комплексах.*

**Ключевые слова:** малотоннажные технологические комплексы; техногенные материалы; барабанно-винтовой сушильный агрегат, теплопередача, сушка.

Одним из приоритетных направлений развития экономики страны являются инновационные технологии и научно-техническое предпринимательство в сфере малого и среднего бизнеса. При этом большое внимание уделяется вопросам комплексной переработки техногенных материалов (ТМ) с различными физико-механическими характеристиками и созданию малотоннажных технологических комплексов [1,2]. Одним из основных технологических пределов при переработке и утилизации ТМ является процесс компактирования порошкообразных или пылевидных материалов в сформованные тела заданной геометрической формы и размеров (окатанные или экструдированные гранулы, спрессованные брикеты или пластины и др.) с последующей их сушкой в сушильных агрегатах [3]. Известны различные технологические способы сушки сформованных тел и технические средства для их реализации. Проведенный классификационный анализ показал, что наибольшее распространение получили: камерные, туннельные, ленточные сушилки, сушилки с кипящим (псевдооживленным) слоем, пневматические и барабанные сушилки, вакуум-сушильные шкафы, аппараты сверхвысокой частоты (СВЧ) и др., но наиболее широкое распространение получили барабанные сушилки, характеризующиеся простотой конструкции, большой производи-

тельностью, надежностью в эксплуатации и другими показателями [4,5,6]. Однако, несмотря на большое многообразие сушильных агрегатов, при дальнейшем развитии малотоннажных технологических комплексов (МТК) необходимо учитывать специфические условия тепловой обработки сформованных ТМ и возможности их дальнейшего совершенствования.

К числу приоритетных направлений конструктивно-технологического совершенствования сушильных агрегатов непрерывного действия следует отнести:

- малые габаритные размеры, компактность и низкая металлоемкость;
- бесшумность в работе и возможность компенсации (демпфирования) динамических нагрузок при работе агрегата;
- отсутствие устройств для восприятия осевых нагрузок;
- обеспечение достаточного времени нахождения материала в зоне теплообмена;
- возможность интенсивного паросъема или реализации вакуумной сушки;
- возможность реализации в одном агрегате нескольких технологических процессов: микрогранулирования, классификации, капсулирования и др.

Отдельным направлением развития технических средств механо-термической обработки

мелкокусковых, зернистых и гранулированных материалов является разработка барабанно-винтовых сушильных агрегатов (БВСА) комбинированного действия (рис. 1-3). Основными преимуществами БВСА по сравнению с вышеперечисленными являются: сравнительная простота конструкции; повышенный удельный влагосъем с единицы объема сушильного барабана за счет большой поверхности теплообмена; высокая производительность; возможность изме-

нения скоростных потоков перемещения материала по зонам, в зависимости от их остаточной влажности; возможность сочетания различных физических методов комбинированного воздействия на обрабатываемый материал (сушка теплоносителем, вакуумирование, СВЧ и др.); возможность сочетания микрогранулирования и сушки и др.[17].

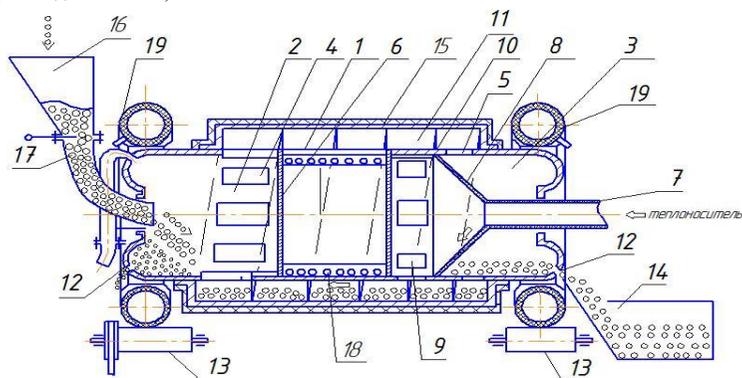


Рис. 1. Барабанно-винтовой сушильный агрегат

1- барабан; 2,3-загрузочная и выгрузочная камеры; 4,5-окна; 6-перегородки; 7-патрубок для подачи теплоносителя; 8-раструб; 9-выгрузочные отверстие; 10-открытый конус; 11-геликоид; 12-выгрузочные окна; 13- опорные ролики; 14-выгрузочный бункер; 15-термоизоляция; 16-загрузочный бункер; 17-материал; 18-электронагреватели; 19- амортизирующие устройства

Агрегат (рис.1) представляет собой горизонтально расположенный цилиндрический барабан 1, опирающийся по краям на опорные ролики 13, от которых получает вращение. Барабан разделен перегородками 6 на камеры, крайние из которых загрузочная 2 и выгрузочная 3. При этом последняя имеет с торца выгрузочные окна 12. Наружную поверхность барабана от загрузочной части до выгрузочной охватывает неподвижно закрепленный на барабане полый нормальный геликоидальный параллелепипед - геликоид 11 с отверстиями, выполненными на первом, предпоследнем и последнем витках. В выгрузочной камере встроены патрубок для подачи теплоносителя 7, заканчивающийся раструбом 8 для равномерного распределения потока теплоносителя, а сам агрегат термоизолирован 15, для максимального снижения потери тепла. Усовершенствованным вариантом БВСА является барабанно-винтовая СВЧ-сушилка (рис. 2), которая предназначена для сушки сыпучих материалов и гранул [8], с использованием сверхвысоких частот электромагнитного воздействия.

Сушилка представляет собой стальной ци-

линдрический барабан 10, опирающийся на ведущий 9 и ведомые 12 ролики. Барабан закрывается торцевыми крышками 2 и 14, имеющими узлы герметизации 5. Внутри барабана установлен неподвижно закрепленный волноводно-щелевой резонансный излучатель 11, подключенный к СВЧ-генератору 7. Для удаления испаренной влаги и нагнетания горячего воздуха сушилка снабжена устройствами подачи нагретого воздуха 15 и удаления паро-воздушной смеси. Влажный материал подается в сушилку через питающее устройство 16, сыпаясь во внутрь барабана. Продвижение материала осуществляется за счет транспортирующего шнека 4, а перемешивание - за счет лопастей 3. Для более интенсивного влагоотделения внутри барабана создается разрежение через устройство удаления паро-воздушной смеси 6. Разгрузка материала осуществляется через запердельные волноводы 13.

Нами разработана также конструкция - «Барабанно-винтовой сушильный агрегат для сушки гранулированных и экструдированных техногенных материалов» (рис.3) [9,10].

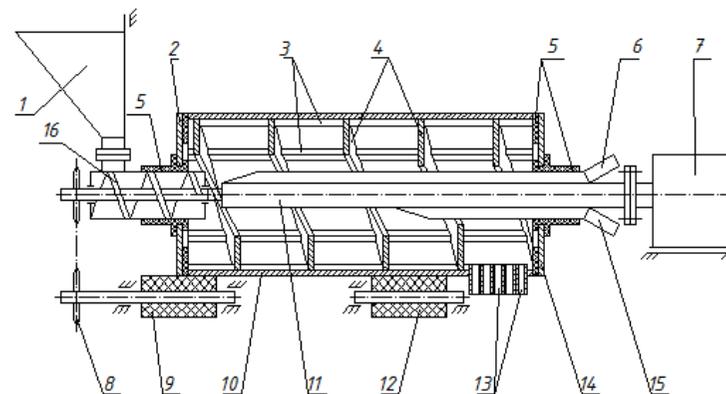


Рис. 2. Барабанно-винтовая СВЧ-сушилка

1 - приемный бункер, 2,14 - крышки торцевые, 3 - лопасть перемешивающая, 4 - шнек транспортирующий, 5 - герметизирующее уплотнение, 6 - устройство удаления паро-воздушной смеси, 7 - СВЧ-генератор, 8 - привод, 9 - ролик ведущий, 10 - барабан, 11 - волноводно-щелевой резонансный излучатель, 12 - ролик ведомый, 13 - запердельные волноводы, 15 - устройство подачи горячего воздуха, 16- шнек питающий

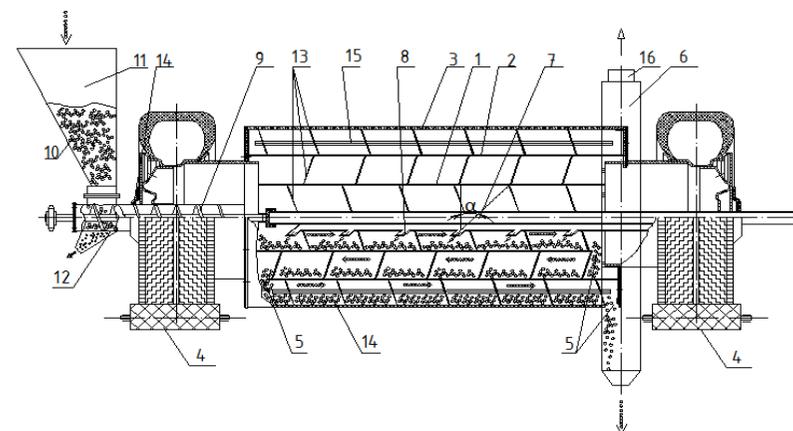


Рис. 3. Барабанно-винтовой сушильный агрегат для сушки гранулированных и экструдированных техногенных материалов.

1- внутренний барабан; 2- средний барабан; 3- внешний барабан; 4- опорные ролики; 5- выгрузочные окна; 6- выгрузочная камера; 7-патрубок; 8-раструбы; 9- шнековый питатель; 10-материал; 11-загрузочный бункер; 12-сетка; 13-винтовые лопасти; 14- амортизирующие устройства; 15- пересыпные лопатки; 16-сбрасывающий патрубок.

БВСА содержит три барабана 1,2,3, концентрично расположенные и жестко скрепленные между собой. Вращающийся барабан опирается на опорные ролики 4 через амортизирующие устройства 14, позволяющие обеспечивать равномерность и плавность хода в зависимости от заданной нагрузки барабана. Во внутренний барабан 1 встроены патрубок 7, заканчи-

вающийся раструбами 8, которые установлены под углом  $\alpha=45^\circ$  для максимально эффективного обдува материала, а с противоположной стороны размещен шнековый питатель 9, который обеспечивает непрерывный и равномерный процесс загрузки материала через загрузочный бункер 11. Часть цилиндрической поверхности шнекового питателя выполнена перфорирован-

ной 12, что обеспечивало классификацию материала на начальной стадии загрузки. Для наиболее быстрого удаления сушильного агента на верхнем торце выгрузочной камеры 6 вертикально закреплен патрубок 16.

С учетом выполненных научно-

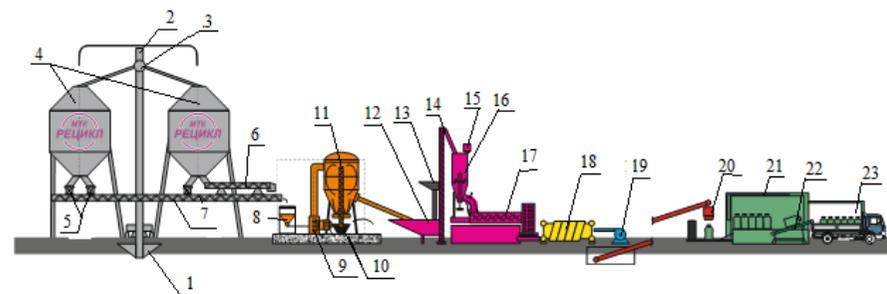


Рис. 4. Малотоннажный технологический комплекс для производства экструдированных техногенных материалов

1-приемный бункер сырьевых компонентов; 2- элеватор (нория); 3- распределительное устройство; 4- бункера компонентов; 5- ячейковый питатель зерновых материалов; 6- шнековый питатель порошкообразных материалов; 7- шнековый питатель мелкозернистых материалов; 8- приемный бункер измельчения; 9- измельчитель ударного действия; 10- приемный бункер шнекового смесителя; 11- бункер-шнековый смеситель; 12- приемный бункер основной смеси; 13- приемный бункер микродобавок; 14- вертикальный шнек; 15- смеситель-гомогенизатор увлажненной смеси; 16- емкость связующего; 17- пресс-валковый экструдер; 18- барабанно-винтовой сушильный агрегат; 19- вентилятор сушильного агрегата; 20- весовой дозатор; 21- склад готовой продукции; 22- ленточный конвейер; 23- автотранспорт с готовой продукцией



Рис. 5. Опытно-промышленный технологический комплекс для производства экструдированных техногенных материалов

Технологический комплекс предназначен для производства экструдированных техногенных материалов различного технологического назначения: при утилизации пылеуноса сушильных и обжиговых агрегатов (вращающихся печей) цементного, известкового, керамзитового и других производств и использование гранул для

технических и конструкторско-технологических разработок нами спроектирован и изготовлен малотоннажный технологический комплекс для производства экструдированных техногенных материалов (рис. 4,5).

раскисления почв в агро- промышленном секторе; для получения изоляционных заполнителей из отходов перлитового, вермикулитового, целлюлозно-бумажного производства; для производства топливо-содержащих pellets, используемых в качестве нетрадиционных видов топлива при выработке тепловой и электрической энер-

гии в теплоэлектростанциях; для получения экструдированных материалов-удобрений пролонгированного действия из отходов агропромышленного и животноводческого комплексов и фиброаппаратов и др.

Опытно-промышленный комплекс содержит следующие технологические пределы:

А – загрузки, хранения, транспортирования и дозирования исходных техногенных материалов;

Б – классификация и измельчения техногенных материалов (в случае необходимости);

В – гомотенизации композиционной смеси и смещения ее связующим;

Г – экструдирования подготовленной шихты и сушки сформованных гранул;

Д – отсева просыпи, транспортирования,

взвешивания и упаковки готовой продукции.

Технологический модуль для экструдирования техногенной шихты и сушки сформованных гранул содержит БВСА (рис. 3, 6), который был создан для повышения эффективности процессов тепломассообмена в сушильном барабане, повышения его тепловой мощности и производительности технологической линии в целом.

Барабанно-винтовой сушильный агрегат имеет следующие технические характеристики:

- частота вращения барабана,  $n_6=(2-7)$  об/мин;

- диаметр винтового канала БВСА,  $D_{\text{кан}}=0,2$  м;

- длина БВСА,  $L_{\text{БВСА}}=1,3$  м;

- диаметр барабана БВСА,  $D_{\text{БВСА}}=0,62$  м;



Рис. 6. Барабанно-винтовой сушильный агрегат комбинированного действия

Расчет основных теплотехнических и конструктивно-технологических параметров разработанных нами БВСА производим на основании классических положений теории сушки. В рассматриваемом барабанно-винтовом сушильном агрегате за счет трехкратного прохождения материала по длине барабана увеличена площадь теплообмена. Но при этом за счет уменьшения размера лопаток и поперечного сечения для каждого отдельного хода уменьшается коэффициент теплопередачи. Так как опытные данные по эксплуатации таких агрегатов отсутствуют, оценим изменение удельного объемного влагосъема по имеющимся методикам расчета. Площадь теплообмена в барабанно-винтовом агрегате будет определяться диаметром внутренних барабанов  $d_1$ ,  $d_2$  и  $d_3$ . Если диаметр агрегата  $D$  то диаметры барабанов следующие:  $d_1 = D$ ;  $d_2 = 0,8D$ ;  $d_3 = 0,5D$ . Таким образом общая площадь

поверхности барабанов:

$$S = 0,25\pi[d_1^2 + (1 - a)d_2^2 + (1 - a)d_3^2], \quad (1)$$

где  $a$  - доля барабана, занятая выгрузочными окнами (5%),

$$S = 1,8 \cdot 0,25\pi D^2, \quad (2)$$

и площадь теплообмена будет в 1,8 раз больше, чем в сушилке с одним барабаном с таким же диаметром и длиной.

Суммарный объемный коэффициент теплообмена в барабанных сушилках  $\alpha_v$  включает три составляющие:

$$\alpha_v = \alpha_{v1} + \alpha_{v2} + \alpha_{v3}, \quad (3)$$

где  $\alpha_{v1}$  - объемный коэффициент теплообмена от теплоносителя к частицам материала, падающего с лопаток;  $\alpha_{v2}$  - объемный коэффициент теплоотдачи от газа к материалу, лежащему на лопатках;  $\alpha_{v3}$  - объемный коэффициент теплоотдачи от насадки к материалу.

Произведем расчет коэффициентов теплоотдачи согласно методике, приведенной в работах [11,12]. Для стандартной барабанной сушилки расчет процесса сушки экструдированных техногенных материалов осуществляется нагревом воздухом.

Для рассматриваемых условий составляющие общего коэффициента теплообмена выражения (3) будут равны 520, 112 и 140 Вт/(м<sup>2</sup>·К) и суммарный объемный коэффициент теплообмена  $\alpha_v$  составит 772 Вт/(м<sup>2</sup>·К).

Изменение коэффициента теплообмена в барабанно-винтовом сушильном агрегате будет определяться изменением следующих параметров:

- условный проходной диаметр поперечного сечения уменьшится в 1,6-2 раза;
- скорость газа возрастет в 1,6-2 раза;
- размер лопаток уменьшится в 2-4 раза.
- параметр В [11], характеризующий внутреннее устройство барабана, уменьшится в 1,6-2,5 раза. Исходя из этих изменений, значение коэффициента  $\alpha_{v1}$  уменьшится на 30-40%, коэффициент  $\alpha_{v2}$  - на 50%, и коэффициент  $\alpha_{v3}$  останется без изменений. Суммарный коэффициент теплопередачи составит 500-560 Вт/(м<sup>2</sup>·К) и с учетом увеличения площади теплообмена удельный объемный влагосъем в барабанно-винтовом сушильном агрегате по сравнению со стандартной барабанной сушилкой возрастет на 20-30%, что позволяет на такую же величину увеличить её производительность по сравнению с традиционными барабанными сушилками аналогичного размера.

В ходе проделанной работы было выявлено, что БВСА имеет следующие преимущества и возможности: равномерность загрузки материала, высокая производительность, малые габаритные размеры (уменьшенная металлоемкость), увеличен контакт высушиваемого материала с теплоносителем, а следовательно, производительность и эффективность сушильного агрегата, низкие теплопотери, увеличена равномерность процесса сушки, обеспечена классификация материала на начальной стадии загрузки, возможность сочетания различных физических методов комбинированного воздействия на обрабатываемый материал (вакуумирования, капсулирования, СВЧ и др), повышена эффективность процесса сушки и износостойкость опорных узлов агрегата.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Перерва П. Г., Глаголев С. Н., Меховик С. А. Основы инновационного менеджмента и экономики инноваций, Ч.I. Белгород-Харьков: Изд. БГТУ им. В. Г. Шухова, 2012. 545 с.
2. Гридчин А. М., Севостьянов В. С., Уральский А. В. Энергосберегающая техника и технологии для комплексной переработки природных и техногенных материалов Эковестник России. 2010. №1. С.68-79.
3. Ильина Т. Н., Севостьянов М. В., Шкарпеткин Е. А. Конструктивно-технологическое совершенствование агрегатов для гранулирования порошкообразных материалов. Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. 2010. №2. С. 100 – 102.
4. Сажин Б.С. Основы техники сушки. М: Изд. Химия, 1984. 320 с.
5. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. М: Изд. Химия, 1971. 784 с.
6. Классен П. В // И. Г. Гришаев, И. П. Шомин. Гранулирование. М: Изд. Химия, 1991. 240 с.
7. Патент РФ 2005135035/06, 11.11.2005. Гридчин А. М., Севостьянов В. С., Лесовик В. С., Чашин Ю. Г., Минко В. А., Макридин А. А., Чашин Г. П. Барабанно-винтовой сушильный агрегат//Патент России №2301385.2007. Бюл. №13.
8. Патент РФ 2012133038/06, 01.08.2012. Глаголев С.Н., Севостьянов В.С., Гридчин А. М, Воронкин А.С., Маслов В.А., Мальков А.В. Барабанно-винтовой СВЧ-сушильный агрегат непрерывного действия для сушки сыпучих и гранулированных материалов// Патент России № 2516063.2014. Бюл. №14.
9. Заявка на изобретение РФ №2013138030, 13.08.2013. Севостьянов В. С., Ильина Т.Н., Севостьянов М.В., Кошуков А. В., Бабуков В. А., Емельянов Д. А. Барабанно-винтовой сушильный агрегат для сушки гранулированных и сыпучих материалов.
10. Кошуков А. В, Бабуков В. А., Емельянов Д. А. Агрегат для сушки гранулированных и сыпучих материалов// Экология и рациональное природопользование агропромышленных регионов. 2013. Ч.I. С. 121-123.
11. Михайлов Н. М. Вопросы сушки топлива на электростанциях. М.: Изд. Госэнергоиздат, 1957. 152 с.
12. Лебедев П.Д. Расчет и проектирование сушильных установок. М.: Изд. Госэнергоиздат, 1962. 320 с.

# ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЯМИ

*Кравченко Л. Н., канд. эконом. наук, доц.,  
Шевченко М. В., ст. преп.*

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

## КРЕДИТОВАНИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ МАЛОГО БИЗНЕСА: ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ РЕШЕНИЯ

*l\_n\_kravchenko@mail.ru*

*Предприятия, относимые в соответствии с законодательством к субъектам малого и среднего предпринимательства, несут в себе значительный потенциал для развития экономики российских регионов. Основным препятствием для динамичного роста данного сектора экономики является недостаток собственных средств у предприятий, что главным образом обуславливается серьезными ограничениями возможностей привлечения доступных кредитных ресурсов. В статье проанализированы основные проблемы, связанные с кредитованием субъектов малого и среднего бизнеса в настоящее время, определены основные направления преодоления сложившейся ситуации.*

**Ключевые слова:** *субъекты малого и среднего предпринимательства; программы кредитования; беззалоговые кредиты; государственные гарантии.*

Функционирование и развитие предприятий малого и среднего бизнеса для современной российской экономики являются важными факторами обеспечения стабильности в экономической и социальной сферах. Данный сектор экономики во многом определяет возможности экономического роста, структуру и качество ВВП. В связи с этим, предпринимаются определенные попытки на государственном уровне создать благоприятные условия для развития малого и среднего предпринимательства в России, однако на данный момент, остается и немало проблем, сдерживающих этот процесс. Так, одной из основных проблем является недостаток собственных средств у малых и средних предприятий, что во многом обусловлено ограниченным доступом субъектов малого и среднего предпринимательства к банковскому кредитованию.

Согласно данным Росстата и ФНС России по состоянию на 1 января 2013 года в стране зарегистрировано более 6 млн. малых и средних предприятий. Однако, в российской экономике сектор малого и среднего предпринимательства пока не занимает той позиции, которую хотелось бы назвать достаточной. К примеру, в США доля занятых на предприятиях малого и среднего бизнеса составляет около 50%, в странах ЕС этот показатель достигает в отдельных случаях 70%. В России же на малых и средних предприятиях работают лишь 27-30% занятых граждан. В США субъекты малого и среднего предпринимательства создают более 50% ВВП, в Китае свыше 60% [1]. Увеличить долю малого

и среднего бизнеса в ВВП к 2020 году до 60 - 70% - такова одна из задач, стоящих перед правительством Российской Федерации [2].

Несмотря на достаточно простые правила ведения учета, налогообложения, множественные юридические тонкости в оформлении разрешительных и текущих документов при ведении бизнеса, предпринимателям удается справляться с такого рода проблемами, но вот финансирование деятельности малого предпринимательства, получение кредитов на поддержание и расширение бизнеса в течение нескольких лет не находит широкой поддержки среди банков нашей страны.

Высокий экономический риск, непродолжительный жизненный цикл – характерные особенности малого и среднего предпринимательства. Это связано, прежде всего, с тем, что большие предприятия пополняют свою потребность в ресурсах главным образом через фондовые биржи, а малые и средние предприятия полагаются на сравнительно небольшие кредиты банков, собственные средства, а также средства друзей, родственников и т.д.

Кредитование субъектов малого и среднего предпринимательства является достаточно рискованным направлением банковской деятельности. Вместе с тем, интерес отечественных банков к данному сектору экономики постоянно возрастает. Получение кредита с целью развития бизнеса является зачастую единственной возможностью для небольших предприятий не только провести различные мероприятия по модернизации, но и пополнить свои оборотные

активы, сохранить предприятие на плаву.

При получении кредита представители малого и среднего предпринимательства сталкиваются с рядом проблем. Причем они касаются как самих предпринимателей, так и кредитных организаций.

Основные проблемы выдачи кредитов для малого и среднего бизнеса с точки зрения субъектов данного сегмента предпринимательской деятельности: высокие кредитные ставки; сложность получения льготных кредитов; очень жесткие условия при получении кредита; сложность и длительные сроки рассмотрения заявки; отсутствие реальной гарантированной государственной поддержки сферы малого бизнеса; невозможность получить кредитную поддержку на развитие бизнеса «start-up» [3].

Основная проблема состоит в том, что молодой бизнес считается банками рискованной зоной для вложения денежных средств. Конечно, риск здесь гораздо меньше, чем при финансировании «start-up», однако достаточно сильный для того, чтобы банк отказался от кредитования молодого малого предприятия. Этим и объясняются повышенные ставки процента, закладываемые банком при кредитовании субъектов малого и среднего предпринимательства.

Диапазон процентных ставок по кредитным программам малому и среднему предпринимательству в настоящее время достаточно широк - от 7,0% до 31,0%. Ставки от 13,1% до 16,0% являются наиболее распространенными, их доля составляет 37,5% от общего объема предложения. Причем, данные статистики свидетельствуют о том, что около 15% представителей малого и среднего предпринимательства не оформляют кредиты в связи с высокими процентными ставками [1].

Для компенсации процентных ставок по кредитам выделяются средства из бюджетов различных уровней. Помощь по процентным ставкам, с одной стороны позволяет предпринимателям снизить свои расходы, с другой стороны банкам это тоже выгодно, так как они получают компенсацию по рискам, которые берут на себя при кредитовании малого и среднего предпринимательства. В пределах таких региональных программ финансовой поддержки малого и среднего бизнеса, осуществляются различные планы субсидирования процентной ставки по кредитам. Главные предприятия и отрасли, которые нуждаются в финансировании, обычно определяются местной администрацией. Так, к примеру, в Белгородской области создан Областной фонд поддержки малого и среднего предпринимательства, учредителем которого является Правительство области. Основными

направлениями деятельности фонда являются: предоставление субсидий на организацию групп дневного времяпрепровождения детей дошкольного возраста, субсидирование части затрат на уплату процентов по кредитам для строительства производственных зданий, а также на возмещение части затрат по лизинговым договорам; выделение грантов начинающим малым предприятиям на создание собственного бизнеса; микрофинансирование субъектов малого и среднего предпринимательства за счет кредитных ресурсов коммерческих банков, т.е. предоставление целевых займов размером до 1 млн. рублей сроком до 3 лет под 10% годовых - на реализацию инвестиционных проектов, получившим одобрение органов местного самоуправления муниципальных районов и городских округов и под 13,875% годовых - на пополнение оборотных средств [4.5].

Как показывает статистика, в течение пяти лет после создания около 70 % малых и средних предприятий проходят процедуру банкротства. Таким образом, банкам приходится иметь дело со значительными рисками (особенно при долгосрочном кредитовании). Основным способом снижения рисков является формирование большого количества небольших заемщиков. Тогда при постоянном росте кредитный портфель становится более эффективным и менее рискованным.

Федеральный закон «О развитии малого и среднего предпринимательства» содержит лишь рамочные положения о предоставлении субсидий из федерального бюджета регионам на оказание финансовой поддержки малому и среднему предпринимательству (ч. 1 ст. 17). Основная нагрузка по государственному содействию в предоставлении кредитов для малого и среднего бизнеса ложится на плечи регионов, имеющих разные финансовые и организационные возможности. Поэтому оказание поддержки субъектам малого и среднего предпринимательства в получении кредита на сегодняшний день законодательно возложено только на региональные и местные органы власти. Банки же могут предоставлять кредиты малому и среднему бизнесу на особых условиях по своей инициативе, не рассчитывая на гарантированную компенсацию рисков со стороны государства.

Многие крупные банки разрабатывают и внедряют льготные программы кредитования субъектов малого и среднего бизнеса. «Сбербанк России» - ведущее кредитное учреждение нашей страны, стало одним из первых разработчиков таких программ.

Характеризуя основные виды программ льготного кредитования субъектов малого бизнеса, можно выделить в первую очередь, креди-

тование по пониженным ставкам (14-17% годовых). Такие кредиты выдаются главным образом на период от года до пяти лет, в зависимости от целевого назначения (на меньший срок - для пополнения оборотных активов, и на более продолжительный период - на инвестиции). В качестве ограничений при выдаче инвестиционного кредита, возможно установление требований о минимальной доле собственного участия заемщика в проекте, а также об обязательном залогом обеспечении кредита и поручительстве, кроме того, некоторые банки устанавливают требования к минимальному сроку ведения бизнеса [6].

Стоит отметить так же существование такого вида кредитования малого и среднего бизнеса, как беззалоговые кредиты. Зачастую, вновь создаваемый бизнес не имеет возможности предоставить залог, поэтому использование такого кредитования очевидно. Вместе с тем, резко возрастают риски банка, что влечет за собой повышение ставок по кредиту. Средний срок предоставления кредита в данном случае колеблется от года до трех лет. В отдельную группу выделяются программы кредитования бизнеса на этапе «start-up», позволяющие получить стартовый капитал на длительный срок без дополнительного обеспечения.

Популярные в настоящее время программы кредитования для населения, такие как ипотека, автокредитование, могут быть использованы и предпринимателями. Возможность приобретения необходимых основных средств предоставляется субъектам малого предпринимательства при реализации лизинговых схем.

Новые специальные программы кредитования предоставляются заинтересованным представителям малого и среднего предпринимательства, которые изъявляют желание подать заявку на участие в открытых аукционах госзакупок [6].

Статистика Банка России по объему кредитов, выданных 30 крупнейшими банками субъектам малого и среднего предпринимательства, свидетельствует о постепенном росте размера выданных кредитов. Так, объемы кредитования малого и среднего бизнеса за последние 5 лет выросли почти в 2,5 раза [7].

Развитие малых предпринимательских форм происходит в основном в посреднической сфере и отраслях, не требующих значительных капитальных вложений - торговле, общепите, строительстве гражданских объектов, мелком ремонте техники и машин, сельском хозяйстве. Отраслевой принцип распределения объемов банковского кредитования в России на сегодня следующий: наибольший объем кредитов выда-

ется предприятиям торговли (более 40% общего объема кредитования отраслей малого бизнеса), предприятиям строительной отрасли (порядка 25%); производственным предприятиям (10%); наименьший объем - предприятиям сельского хозяйства - 3% [3].

По объемам выданных организациям кредитов за первое полугодие 2013 года уверенно лидировал ОАО «Сбербанк России» - по данному показателю он превзошел своего ближайшего преследователя ЗАО «ВТБ 24» более чем в два раза. Вместе с тем, необходимо отметить наличие значительной величины просрочки по кредитам, выданным банками на финансирование малого и среднего бизнеса. По прогнозам экспертов к концу 2014 года уровень просрочки по таким кредитам достигнет в среднем 12%. Основными факторами торможения кредитования малого и среднего бизнеса являются рост фискальной нагрузки на малый бизнес и замедление в экономике. Несмотря на стремление банков расширить продуктовую линейку и ускорить процедуру предоставления кредита, рост рынка малого и среднего бизнеса не будет носить взрывного характера: у банков нет ни большого запаса капитала, ни избыточной ликвидности.

Кроме того, специалисты банковского сектора выделяют основные проблемы выдачи кредитов для малого и среднего бизнеса, к которым относят: теневой характер ведения бизнеса данного сегмента предпринимательской деятельности; недостаточная экономическая и юридическая грамотность значительного числа руководителей малых предприятий; отсутствие ликвидных залогов у субъектов малого предпринимательства; отсутствие гарантированной государственной финансовой поддержки сферы малого и среднего предпринимательства и прочее [3, 8, 9].

Определяющим обстоятельством для согласия банка на выдачу кредита предпринимателю, является уверенность в успешности его бизнеса, то есть, в том, что он приносит постоянный доход, достаточный для погашения долга. Одним из главных камней преткновения традиционно остаётся так же отсутствие ликвидного залога в достаточном количестве. При интенсивном развитии предприятия бизнесмены предпочитают вкладывать деньги в увеличение объема бизнеса. Поэтому часто единственным обеспечением может выступать товар в обороте. Однако банки часто отказываются рассматривать товар в обороте как ликвидное обеспечение.

Основой роста рынка кредитования субъектов малого и среднего предпринимательства в

ближайшие годы может стать реализация заявленных масштабных мер господдержки. К данным мерам можно отнести возможное сохранение пониженного тарифа страховых взносов во внебюджетные фонды до 2018 года включительно. Данная норма касается в основном предприятий, которые осуществляют деятельность в производственной и социальной сферах и применяют упрощенную систему налогообложения. Для впервые зарегистрированных производственных и инновационных малых предприятий могут быть введены налоговые каникулы.

Планируется создание федерального гарантийного фонда поддержки малых и средних предприятий. На данный момент одной из мер финансовой поддержки субъектов малого и среднего бизнеса является предоставление государственных и муниципальных гарантий по их обязательствам за счет средств бюджетов субъектов РФ и средств местных бюджетов, соответственно. Такая мера поддержки обусловлена тем, что малые и средние предприятия не имеют надежной залоговой базы и сами по себе являются более нестабильными с финансовой точки зрения, нежели крупный бизнес. Гарантии, в свою очередь, позволяют обеспечить равный доступ субъектам малого и среднего бизнеса к кредитным ресурсам. Гарантии чаще всего представляются государством не напрямую. Бюджетные средства направляются в форме субвенций в специализированные гарантийные организации (фонды), учрежденные субъектами РФ, которые в свою очередь выступают поручителями по кредитным договорам малых и средних предприятий с банками. По данным Минэкономразвития России, региональные гарантийные фонды созданы практически во всех субъектах РФ. Так, например, Белгородский гарантийный фонд содействия кредитованию создан 05.09.2011 г. в соответствии с распоряжением Правительства Белгородской области. Учредителем Фонда является Белгородская область в лице департамента экономического развития Белгородской области. По состоянию на 31.12.2013 года объем выданных поручительств составил 218 млн. руб. Под поручительство аналогичных российских фондов за последние шесть лет предоставлено свыше 200 млрд. руб. кредитов.

Регулировать и контролировать деятельность федерального гарантийного фонда будет Банк России. Федеральный гарантийный фонд должен получить право выдавать контргарантии региональным гарантийным фондам, чтобы они могли расширить свои лимиты поручительства, а также прямые гарантии предпринимателям.

Рассматривается вопрос о введении специ-

ального налогового режима для самозанятых граждан. По замыслу Минэкономразвития России граждане, которые не готовы регистрироваться в качестве индивидуальных предпринимателей, смогут приобрести специальный патент для самозанятых граждан и работать на его основе. Предполагается, что это будет самая простая форма осуществления предпринимательской деятельности, исключая необходимость ведения бухгалтерии, соблюдения требований к кассовым аппаратам и помещениям. Она призвана создать предпринимателям комфортные условия без избыточного налогового администрирования.

Планируется расширить участие субъектов малого и среднего предпринимательства в закупках для государственных и муниципальных нужд, а также нужд государственных компаний. Минэкономразвития России подготовлен проект постановления Правительства РФ «Об особенностях участия субъектов малого и среднего предпринимательства в закупках товаров, работ, услуг отдельных видов юридических лиц». Помимо ряда других особенностей, документ призван закрепить обязательную долю участия малых и средних предприятий в закупках субъектов естественных монополий, госкомпаний, госкорпораций и других организаций [10, 11].

Весь объем доходов от применения упрощенной системы налогообложения могут быть переданы местным бюджетам с 2015 года. Согласно п. 2 ст. 56 Бюджетного кодекса РФ, налог, взимаемый в связи с применением УСН, в настоящий момент зачисляется в бюджет субъекта РФ по нормативу 100%. Прогнозируется, что полная передача соответствующих доходов на муниципальный уровень позволит наладить более тесный контакт местных властей с бизнесом, создаст взаимную заинтересованность и обеспечит большую самостоятельность муниципальных властей в вопросах поддержки и развития предпринимательства. Это в свою очередь должно способствовать развитию социальных услуг и рост производства [11].

Таким образом, для развития малого и среднего предпринимательства общими перспективами государственной поддержки должно стать: разумная законодательная база и налогообложение на современных условиях, создание механизма, который будет заинтересовывать органы власти различных уровней в помощи развитию данного участка экономики нашей страны; подталкивание организаций, деятельность которых специализируется на осуществлении и введении современных инвестиционных технологий, которые помогают кредитованию предприятий малого и среднего бизнеса; созда-

ние простых и удобных условий, для оценки влияния деятельности малого и среднего бизнеса на социально-экономическое положение муниципальных образований, регионов и страны в целом, развитие федеральных программ по поддержке малого предпринимательства.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Служба распространения пресс релизов. Обзор рынка кредитования малого и среднего бизнеса. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.press-release.ru>. (дата обращения 21.04.2014).
2. Сурманов С. Кредитование малого и среднего бизнеса можно оздоровить? // Экономика и жизнь. 2013. №30. С. 16-19.
3. Девятаева Н.В., Трифонова Н.В. Проблемы кредитования малого и среднего бизнеса в России // Молодой учёный. 2013. №6. С. 317-320.
4. Горовцова М. Сложно ли малому и среднему бизнесу получить кредит в банке? Информационно-правовой портал «Гарант». [Электронный ресурс] - Режим доступа. - URL: <http://www.garant.ru>. (дата обращения 27.02.2014).
5. Результаты опроса топ-менеджеров банков на VIII Ежегодной конференции «Финансирование малого и среднего бизнеса - 2011-2013»: будущее рынка кредитования МСБ. [Электронный ресурс]. URL: <http://gaexpert.ru>. (дата обращения 24.04.2014).

6. Филимонов А. Дополнительные меры поддержки малого и среднего бизнеса // Информационно-правовой портал «Гарант». [Электронный ресурс]. URL: <http://www.garant.ru>. (дата обращения 28.02.2014).

7. Слабинская И.А., Бендерская О.Б. Вопросы развития теории кредитного анализа // Белгородский экономический вестник. 2009. № 3 (55). С. 63-67.

8. Слабинская И.А., Бендерская О.Б. Адаптация методик кредитного анализа для аналитического обеспечения экономической безопасности предприятий // Белгородский экономический вестник. 2011. № 3 (63). С. 133-135.

9. Дорошенко Ю.А., Комиссаров С.А. Малое предприятие как субъект инновационного предпринимательства // Социально-гуманитарные знания. 2012. № 8. С. 165-171.

10. Глаголев С.Н., Слабинская И.А., Веретенникова И.И., Ковалева Т.Н., Атабиева Е.Л. Направления совершенствования форм и методов государственного регулирования и экономического стимулирования инвестиционной деятельности: монография. Белгород: Изд-во БГТУ, 2012. 143 с.

11. Арская Е.В., Атабиева Е.Л., Бендерская О.Б., Володина И.М., Гущина Т.Н., Кравченко Л.Н., Ровенских В.А., Слабинская И.А., Слабинский Д.В., Таничева Т.С., Ткаченко Ю.А., Шевченко М.В., Усатова Л.В., Щурова В.В.; под ред. И.А. Слабинской. Актуальные вопросы развития учета, анализа и аудита: монография. Белгород: Изд-во БГТУ, 2013. 226 с.

*Гетманцев А. А., аспирант,  
Рудычев А. А., д-р экон. наук, проф.,  
Никитина Е. А., канд. экон. наук, доц.,  
Лычев А. Ю., канд. экон. наук, доц.*

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

## ПРОБЛЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ МОДЕЛИ ОЦЕНКИ ИННОВАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА КАК ФАКТОРА ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ АППАРАТА ТЕОРИИ НЕЧЕТКИХ МНОЖЕСТВ \*

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 формирования стратегии повышения конкурентоспособности предприятия. Задачи формирования модели оценки инновационного потенциала сопряжены с проблемами работы с неоднозначно определяемой информацией. В этой связи в качестве математической основы модели используется аппарат теории нечетких множеств. Интерпретация модели – выбор стратегических вариантов инновационного развития с целью максимизации суммарного приращения инновационного потенциала предприятия.*

**Ключевые слова:** инновационный потенциал, конкурентоспособность, теория нечетких множеств

Модель инновационного потенциала промышленного предприятия предполагает оптимальный выбор инновационных проектов, к которым относятся проекты технического перевооружения, реконструкции, нового строительства, выпуска новой продукции и т. д., и распределение средств между ними с учётом стратегических целей предприятия и ограничений требуемых ресурсов. Обычно количество потенциальных проектов превышает физические и финансовые возможности предприятия, чем и вызвана необходимость оптимального выбора.

Таким образом, встает вопрос о выборе такой стратегии инвестирования, которая с максимальной возможной точностью гарантировала бы формирование наиболее приемлемого в текущей ситуации портфеля инновационных проектов с учетом распределения ресурсов между этими проектами. Данная стратегия также должна обеспечивать наилучшую эффективность инновационной политики предприятия за установленный период времени, что, в свою очередь, обеспечивает конкурентоспособность предприятия в условиях ограниченности ресурсов. [1; 1708]

Уместно выделить основные проблемы, связанные с принятием оптимального решения в данной области:

- не учитываются ограничения на нефинансовые ресурсы, параметры и количество источников финансовых ресурсов.
- неполная либо некорректная оценка неопределенности и рисков;

- принятие решения в пользу определенных проектов только исходя из финансовых показателей, не принимается в расчет взаимосвязь с долгосрочной стратегией развития предприятия.

Возможным решением первой из проблем является формирование системы ограничений с учетом того, что каждый из проектов рассматривается, как часть инновационной политики, входящей в систему стратегического развития предприятия. Таким образом, в инновационных моделях стратегического развития необходимо учесть:

- системы ограничений на нефинансовые ресурсы;
- взаимосвязь проектов, входящих в один портфель проектов;
- временные сдвиги старта реализации проектов, входящих в один портфель проектов;
- параметры и количество источников финансовых ресурсов.

В рамках работы предлагается формирование системы ограничений с включением в нее следующих основных групп: ресурсных, финансовых ограничений, ограничений по совместимости проектов. Кроме того, целесообразно включить в данную модель экологические ограничения.

В группе ресурсных ограничений необходимо выделить следующие элементы:

- ограничения по производственным фондам;

- ограничения по материалам;
- ограничения по трудовым ресурсам.

Ограничения по возможности привлечения финансовых ресурсов, в свою очередь, можно классифицировать как ограничения по возможности привлечения в каждый период времени внешних и внутренних инновационных ресурсов.

Экологические ограничения в общем случае могут быть выражены максимально допустимыми показателями выбросов.

Таким образом, данная совокупность компонентов образует систему ограничений инновационной модели стратегического развития.

Вторая из вышеназванных проблем выражается в сложности учета всех факторов, как текущих, так и прогнозируемых, влияющих на состояние инновационного потенциала.

Неопределенности, возникающие при проведении оценок инновационного потенциала, обусловлены как недостаточной надежностью и количеством информации, необходимой для принятия оценочных решений, так и необходимостью применения семантических мер при оценке. [2; с.32]

Чем выше уровень решаемых задач, тем чаще они принадлежат к сфере подготовки решений качественного характера, тем более им присущ обобщенный взгляд, отсутствие деталей. Процесс принятия управленческих решений всегда осуществляется в условиях неполной информации. Возникающие задачи не могут быть полностью формализованы, однако выполнение их отдельных этапов существенно облегчается использованием математических и инструментальных методов экономики. Однако, эффективность классических методов системного анализа для решения реальных проблем и возможности традиционного математического аппарата в отношении сложных и плохо формализованных задач ограничены. [3; с. 5]

По мнению ряда авторов, анализ основных идей и положений, характерных для класса проблем, в которых присутствуют элементы нечеткости и неопределенности, позволяет выявить следующие закономерности:

- исключительно велика роль субъекта при анализе таких проблем;
- информация о внешней среде, о связи между параметрами не бывает полной;
- принятие решений всегда сопряжено с риском;
- наиболее важная по своему характеру информация может быть получена только при помощи экспертов;

• принятие решений в таких проблемах осуществляется человеком на основании своего опыта и интуиции, а также информации, полученной от других людей;

• существенные искажения собранной информации происходят обычно при попытках преобразования качественных понятий в числовые величины, поскольку каждый эксперт, как правило, имеет свои представления о соотношениях между качественными понятиями и количественными шкалами оценок.

Информацию от экспертов и лиц, принимающих решения целесообразно получать при помощи качественных словесных шкал оценок по факторам (критериям), т.е. базовая экспертная информация в процессе принятия решений представляется в качественной форме на основе словесных описаний естественного языка, оперируя признаками, предшествующим опытом, суждениями и умозаключениями экспертов по отношению к исследуемому объекту. [2; 33]

Традиционные методы моделирования управленческих задач используют вероятностную и интервальную неопределенности. Но в большинстве случаев сложности связаны с возможностью появления каких-либо неповторяющихся событий и не могут рассматриваться с точки зрения вероятностного подхода. При использовании интервальной неопределенности и сценарных методов анализа не учитывается возможность появления различных значений неопределенных величин, все значения считаются равнозначными. Оба подхода не позволяют оперировать с качественной информацией. [3; с. 45]

Сегодня одним из наиболее перспективных направлений научных исследований в области анализа, прогнозирования и моделирования экономических явлений и процессов является нечеткая логика (fuzzy logic). Нечеткое множественное моделирование актуально в тех случаях, когда необходимо получение максимально полных данных при отсутствии точной информации о явлении. Данная методика уместна к применению для ситуаций, когда отсутствуют точно установленные факторы, по значениям которых можно сделать безусловный вывод о принадлежности элементов к какой-либо группе. [4; с.131]

В соответствии с положениями теории нечетких множеств, оценка значений показателей риска использует лингвистические переменные, терм-множество значений которых представлено набором словесных характеристик, необходимым для вербальной оценки искомого показателя.

телей.

Семантика данных термов выражена нечеткими величинами, определенными на интервале  $[0, 1]$  и описанными определенными функциями принадлежности. Выбор треугольного вида функции принадлежности представляется оптимальным для решения прикладных задач подобного рода, вследствие того, что лингвистические оценки являются только субъективно приближительными, а более точные виды в данном случае не могут быть реализованы либо избыточны.

Элементы, формирующие предложенную в работе систему ограничений также целесообразно представить в виде нечетких чисел с треугольными функциями принадлежности. Сценарный подход к анализу инновационных проектов основан на предварительном расчете трех вариантов: пессимистического, оптимистического и ожидаемого. Одновременно рассчитываются пессимистическая, оптимистическая и ожидаемая оценки значений исходных параметров (граничные значения параметров).

Так, в конечном счете, в виде нечетких чисел могут быть представлены все показатели для каждого из исследуемых инновационных проектов.

Проблема, связанная с необходимостью взаимосвязи формирования портфеля проектов с долгосрочной стратегией развития предприятия также может быть решена с применением средств теории нечетких множеств

Чаще всего для задач стратегического планирования, в рамках которых имеется несколько целевых показателей, невозможно получение единственно верного решения. Однако, в рамках теории нечетких множеств возможны операции с уровнями допустимости решения. Вследствие этого, возможно рассмотрение нескольких альтернативных сценариев развития ситуации при наличии многокритериальных проблем. И если в конечном счете, противоречие целевых функций не определено четко, возможно принятие компромиссного решения, что дает большую степень свободы в вопросах формирования стратегии развития предприятия.

Зачастую, в рамках анализа эффективности долгосрочных инновационных проектов в качестве эффекта рассматривается исключительно прогнозирование денежных потоков, однако для разработки максимально результативного механизма управления риска необходимо учитывать стратегические планы предприятия.

Таким образом, нечеткое моделирование является наиболее адекватным средством для практической реализации вышеназванного вы-

бора проектов, так как делает возможным принятие решения с учетом неоднозначности выбора между альтернативами, сферами интересов предприятия, а также имеет большую вариативность при работе с неточными данными и слабо структурированными задачами

В вопросах принятия решений в области формирования инновационного портфеля проектов следует учитывать как экономические, так и стратегические факторы. В рамках данной работы выделяются следующие основные критерии, определяющие изменение инновационного потенциала предприятия:

1. Критерий оценки повышения финансово-го потенциала.
2. Критерии оценки повышения инновационного потенциала предприятия.
3. Критерии оценки повышения товарно-рыночного потенциала.
4. Критерии оценки повышения ресурсно-рыночного потенциала.
5. Критерии оценки повышения технико-технологического потенциала.
6. Критерии оценки повышения социального потенциала.
7. Критерии оценки повышения организационно-управленческого потенциала.
8. Критерии оценки повышения интеграционного потенциала.

Суммарное изменение инновационного потенциала при реализации анализируемого варианта стратегии учитывает изменения всех составляющих. Многоцелевое определение потенциала затруднено и не всегда возможно. Поэтому задачи оценки потенциала должны быть в определенном смысле согласованными, чтобы их разрешимость определялась единой характеристикой.

Это может быть реализовано с использованием аппарата теории нечетких множеств, что даёт возможность работы с неоднозначно определяемой информацией (с информацией, имеющей вероятностные или описательные характеристики).

Для оценки значимости составляющей потенциала используются нечеткие числа. Для вербальной оценки изменения потенциала в модель вводится лингвистическая переменная со своим терм-множеством значений. Далее производится оценка потенциалов, затем с помощью стандартных математических процедур производится перевод лингвистических оценок в «размытые» числа. С учетом полученных показателей «веса» рассчитываются итоговые показатели изменения уровней потенциалов. На основе полученных данных образуется интегральный показатель, являющийся количе-

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

ственным выражением целевой функции модели. В конечном счете, данная функция объединяется с системой ограничений. Таким образом, формируется модель, оптимальное решение которой определяет выбор инновационных проектов, обеспечивающих максимальный прирост инновационного потенциала предприятия.

Результаты построения модели могут рассматриваться как расширение арсенала инструментально-математических средств моделирования стратегических задач, способствующих повышению конкурентоспособности предприятия.

*\*Статья опубликована в рамках задания № 1623 на выполнение государственных работ в сфере научной деятельности в рамках базовой части государственного задания Минобрнауки России*

1. Никитина Е.А., Рудычев А.А., Левченко А.С. To the Question about Basic Directions of Enterprise Competitiveness Increase at the Branch Level // World Applied Sciences Journal. – 2013. – Т. 24. – № 12. – С. 1707-1710.

2. Морозова Л. Э., Бортник О. А., Кравчук И. С. Экспертные методы и технологии комплексной оценки экономического и инновационного потенциала предприятий. М: И-во Московский государственный университет путей сообщения, 2009. 81 с.

3. Птускин А.С. Нечеткие модели и методы в менеджменте. М: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. 213 с.

4. Рудычев А.А., Гетманцев А.А. Проблемы оценки инновационного потенциала промышленного предприятия // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2012. № 4. С. 131-132.

Прядко С. Н., канд. эконом. наук, доц.,  
Усманов Д. И., аспирант, асс.

Белгородский государственный национальный исследовательский университет

## АНАЛИЗ РЕГИОНАЛЬНЫХ ФАКТОРОВ РЫНОЧНОГО ТРАНСФЕРА РЕЗУЛЬТАТОВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

us.dali@mail.ru

В статье представлен корреляционный анализ факторов региональной эффективности трансфера результатов интеллектуальной деятельности (РИД) ученых и разработчиков Белгородской области. В качестве основных факторов рыночного трансфера результатов интеллектуальной деятельности были выбраны показатели региональной патентной активности и финансирования РИД. В результате анализа выделены наиболее эффективные направления финансирования: разработка технологических инноваций (0,865842), приобретение машин и оборудования (0,655954), производственное проектирование, дизайн и другие виды подготовки производства для выпуска новых продуктов, внедрения новых услуг или методов их производства (0,582473).

**Ключевые слова:** результаты интеллектуальной деятельности, трансфер, патентная активность, финансирование научных исследований и разработок.

На развитие современной российской экономики оказывает влияние тенденции политического и экономического характера обострившие вопросы сырьевой зависимости экономики и ее технического и технологического отставания от наиболее развитых стран. Несмотря на негативные тенденции, по-прежнему наиболее перспективным путем выхода из сложившейся ситуации можно считать курс, направленный на модернизацию российской экономики, эффективность которой зависит от деятельности не только бизнес структур, но и высших учебных заведений, создающих инновационный потенциал страны в виде результатов интеллектуальной деятельности (РИД).

Особенная роль в процессе модернизации российской экономики отводится национальным исследовательским университетам (НИУ), которые, по мнению правительства, должны обеспечить интеграцию науки, власти и бизнеса в конкретном регионе страны. Коммерциализация и трансфер научных разработок ученых НИУ должны включать полный инновационный цикл: от поиска и поддержки перспективных НИОКР, до выведения наукоёмкого продукта на рынок. Мировой и передовой отечественный опыт показывает, что в стране, осуществляющей переход на следующий технологический уклад, необходимо применять как рыночные, так и нерыночные каналы трансфера технологий, параллельно развивая собственную систему генерации знаний. Поэтому анализ эффективности управления процессом коммерциализации и трансфера научных разработок в НИУ является актуальной и важной областью исследования.

С 2009 года в соответствии с Федеральным законом № 217-ФЗ, высшие образовательные учреждения наделены правом создавать хозяйственные общества для практического внедре-

ния РИД. Материально-вещественную основу РИД составляет интеллектуальный продукт как результат умственной и творческой деятельности отдельной личности или научного коллектива. Классификация РИД ученого или коллектива вуза может быть шире, чем представлена в ФЗ. РИД могут выступать в формах научного открытия, изобретения; результатов научно - исследовательских, конструкторских, технологических и проектных работ; опытных образцов новой продукции, техники и материалов; научно-производственных и консалтинговых услуг научно-технического и управленческого характера; компьютерных программ; топологии интегральных схем; иллюстраций, планов местности, книг, чертежей, фотографий и пр. Большинство РИД ученых вуза представляют собой объекты интеллектуальной собственности (ОИС). ОИС подразделяются на объекты патентного права, т.е. объекты промышленной собственности (ОПС) и объекты авторского права (ОАП) (табл.1.).

Для оценки эффективности трансфера РИД ученых вузов в условиях Белгородской области нами были проанализированы показатели региональной патентной активности и особенностей финансирования РИД. В таблице 2 представлены данные патентной активности по Белгородской области за 2006-2011 годы [1].

Согласно представленным данным, динамика количественных показателей патентной активности является достаточно неоднородной. По данным Роспатента, в 2011 году общее количество поступивших патентных заявок по Белгородской области составило 504 единицы. В целом количество поданных заявок в Роспатент от Белгородской области возросло на 51,8 %. Рост данного показателя обеспечил рост количества поданных заявок на выдачу патента на по-

лезную модель (137,5 %) и количество заявок на регистрацию товарного знака и знака обслуживания (155,1 %). Количество заявок на выдачу патента на изобретение имело отрицательную

динамику и сократилось на 26,5 %. Вместе с тем коэффициент изобретательской активности в Белгородской области вырос незначительно на 0,15 (с 4,68 в 2006 году до 4,83 в 2011 году).

Таблица 1

Классификация объектов интеллектуальной собственности

Объекты патентного права (промышленной собственности)			Объекты авторского права	
Объекты промышленной собственности	Научно-интеллектуальная собственность	Ноу-хау	Технические	Гуманитарные
изобретения	научные идеи	результаты научно-технического характера, которые создаются при осуществлении инновационной деятельности (технологии производства, состав продукта, методы конструирования зданий, сооружений, машин и оборудования и др.)	монографии	произведения литературы
промышленные образцы	результаты научного эксперимента	результаты финансовой и административно-управленческой деятельности (управленческие, коммерческие, экономические и другие секретные знания, позволяющие извлекать дополнительный доход)	диссертации	произведения искусства
полезные модели	выявленные закономерности и научные открытия		отчеты о научно-исследовательских работах	произведения живописи
товарные знаки и знаки обслуживания			статьи, тезисы докладов на научных конференциях	произведения музыки
фирменное наименование			техническая документация, программы для ЭВМ и базы данных др.	

Таблица 2

Динамика патентной активности по Белгородской области

Наименование показателя	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2011 к 2006 (%)
Количество заявок на выдачу патента на изобретение	185	162	117	132	117	136	73,5
Количество заявок на выдачу патента на полезную модель	40	55	49	58	103	95	237,5
Количество заявок на регистрацию товарного знака и знака обслуживания	107	151	129	140	145	273	255,1
Итого количество заявок	332	368	295	330	365	504	151,8
Коэффициент изобретательской активности (количество поданных заявок на выдачу патентов на 10 000 чел населения)	4,68	4,66	4,75	4,61	5,27	4,83	-

При этом анализируя использование результатов интеллектуальной деятельности по видам интеллектуальной собственности, следует отметить, что общее число использованных результатов 54 включает в себя только 45 изобре-

тений и 9 полезных моделей. Остальные виды интеллектуальной собственности, такие как промышленные образцы, базы данных, программы ЭВМ и топологии интегральных микросхем не учтены вовсе.

Согласно данным Роспатента, Белгородская область по количеству поданных патентных заявок на протяжении последних лет занимает второе место в ЦФО после Курской области, однако по выданным правовым охраняемым документам только треть, уступая Воронежской и Курской областям. По уровню изобретательской активности регионы можно разделить на условные четыре группы:

- 1) С высоким уровнем активности (3 и выше);
- 2) Средний уровень (2 – 3);
- 3) Ниже среднего (1 – 2);
- 4) Низкий уровень (1 и ниже).

Белгородская область, имея коэффициент изобретательской активности, равный 4,83 %, относится к группе с уровнем изобретательской активности выше среднего.

Учитывая то, что патентную активность в регионе (предложение на рынке продуктов

РИД), помимо вузов, формируют и научно-исследовательские, конструкторские и технологические организации, высокоинтеллектуальные кадры которых являются разработчиками РИД, необходимо, на наш взгляд, проанализировать динамику развития данных организаций (рис. 1) [2].

В течение представленного периода наиболее значительную отрицательную динамику показала численность научно-исследовательских организаций (сокращение с 2007 по 2011 г. составило 16 %), проектных и проектно-исследовательских организаций (с 11 в 1995 году до 1 до 2011 году). Количество образовательных учреждений высшего профессионального образования, выполняющие исследования и разработки в анализируемом периоде времени оставалось неизменным. По данным Инновационного портала Белгородской области, в образовательных учреждениях ВПО действуют 37 научно-исследовательских лаборатории (20 НИЛ в НИУ БелГУ; 15 НИЛ в БГТУ им. Шухова; 2 НИЛ в БГСХА им. Горина) [4].

Число организаций, выполняющие исследования и разработки в Белгородской области представлено в таблице 3 [3].

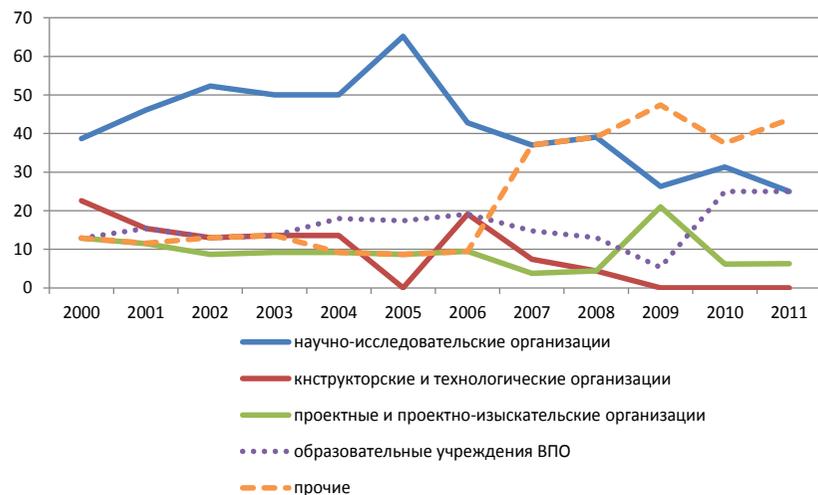


Рис. 1. Структура и динамика развития инновационно активных организаций, %

Таблица 3

**Число организаций, выполняющие исследования и разработки в Белгородской области**

	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Число организаций - всего	35	31	23	21	27	23	19	16	16
в том числе:									
научно-исследовательские организации	14	12	15	9	10	9	5	5	4
конструкторские и технологические организации	-	7	-	4	2	1	-	-	-
проектные и проектно-исследовательские организации	11	4	2	2	1	1	1	1	1
образовательные учреждения высшего профессионального образования	4	4	4	4	4	3	4	4	4
прочие	6	4	2	2	10	9	9	6	7

На основании данным Госкомстат по Белгородской области видно, что происходит значительное сокращение организаций, выполняющих исследования и разработки в белгородской области. С 1995 по 2011 годы число данных организаций сократилось практически в 2 раза (с 35 в 1995 году до 16 до 2011 году). Сокращение, в первую очередь, коснулось научно-исследовательских организаций (с 14 в 1995 году до 4 до 2011 году) и проектных и проектно-исследовательских организаций (с 11 в 1995 году до 1 до 2011 году). Количество образовательных учреждений высшего профессионального образования, выполняющие исследования и разработки в анализируемом периоде времени оставалось неизменным. По данным Инновационного портала Белгородской области, в образовательных учреждениях ВПО действуют 37 научно-исследовательских лаборатории (20 НИЛ в НИУ БелГУ; 15 НИЛ в БГТУ им. Шухова; 2 НИЛ в БГСХА им. Горина) [4].

Для поддержки разработки и трансфера РИД в Белгородской области разработан механизм финансирования исследований, проводимых научными коллективами и инновационными компаниями области, с привлечением средств Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере и Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ) [5].

Согласно данным РФФИ, в 2010–2011 годах профинансированы проекты фундаментальных исследований, научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок на сумму 56,6 млн. рублей, в том числе за счет средств областного бюджета 3,3 млн. рублей.

Среди положительных тенденций развития рынка результатов интеллектуальной деятельности можно отметить рост внутренних затрат на исследования и разработки. Их отношение к ВРП Белгородской области за пять лет увеличилось на 17,6%. Динамика объема финансирования научно-исследовательских работ в Белгородской области представлена на рис. 3 [2].

Согласно представленным данным, в течение анализируемого периода затраты на финансирование науки в ЦЧР увеличились на 59%. В среднем за последние пять лет прирост денежных средств, направленных на научные исследования, а соответственно и на создание РИД, составил около 600 млн. руб. в год.

По данным Росстата, сумма внутренних затрат на исследования и разработки в Белгородской области в 2011 году составила 943,5 млн. руб., что в 2,8 раз больше по сравнению с 2006 годом. Анализ сравнительной динамики изменения объем внутренних затрат на НИР в регионах Центрально-Черноземного района представлена на рис. 3.

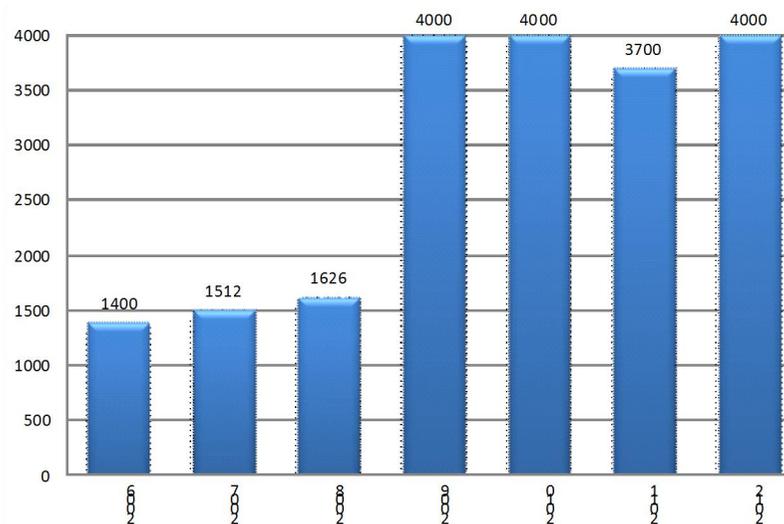


Рис. 2. Финансирование проектов фундаментальных исследований в форме грантов по линии РФФИ и из областного бюджета Белгородской области, тыс. руб.

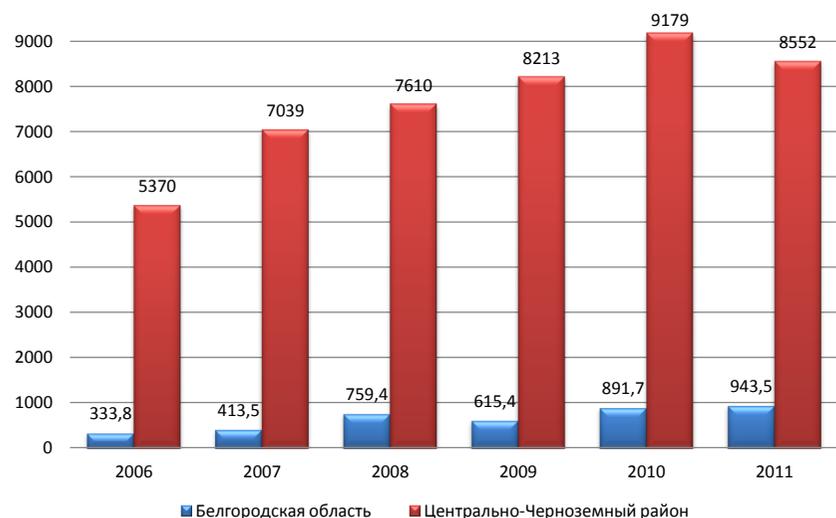


Рис. 3. Динамика объема финансирования научных исследований и разработок в Белгородской области и ЦЧР, млн. руб.

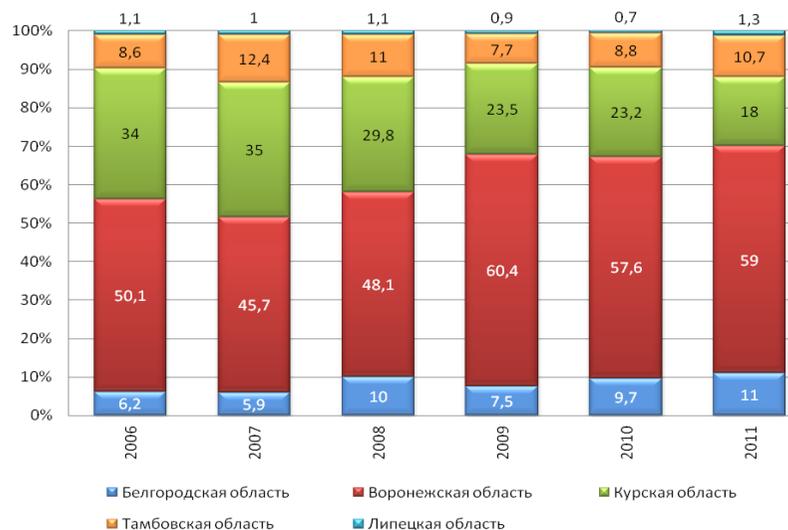


Рис. 4. Динамика изменения объем внутренних затрат на НИР в регионах Центрально-Черноземного района, %

Согласно представленным данным, Белгородская область показывает незначительную динамику роста объема финансирования исследований. За анализируемый период динамика роста внутренних затрат на НИР в Белгородской области увеличилась с 6,2% до 11% в 2011 го-

ду. Основными лидерами по данному показателю в структуре ЦЧР является Воронежская, Липецкая и Тамбовская области.

Для оценки эффективности затрат на создание РИД научно-исследовательскими учреждениями и образовательных учреждений ВПО

в Белгородской области нами были проанализированы статистические данные за последние 7 лет в целом и по группам инновационной деятельности в Белгородской области [3]. Для базы сравнения нами были выбраны показатели финансирования инновационной деятельности на территории Белгородской области за аналогичный период времени.

В основу исследования лег корреляционный анализ, расчеты при этом велись в информационной технологии Microsoft Excel. Корреляционный анализ является одним из методов статистического анализа взаимозависимости нескольких признаков.

Таблица 4

Затраты на технологические инновации по видам инновационной деятельности в Белгородской области (миллионов рублей)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Затраты на технологические инновации	1204,2	734,6	799,1	1213,6	1197,8	3072,3	2136,6
в том числе:							
исследование и разработка новых продуктов, услуг и методов их производства (передачи), новых производственных процессов	56,3	269,0	80,2	68,5	134,6	29,4	99,6
приобретение машин и оборудования, связанных с технологическими инновациями	1092,7	429,7	585,5	788,0	581,3	2170,9	1561,7
приобретение новых технологий	5,7	2,5	23,2	1,8	13,7	9,0	-
приобретение программных средств	13,3	3,5	12,8	8,0	3,3	1,7	5,3
производственное проектирование, дизайн и другие виды подготовки производства для выпуска новых продуктов, внедрения новых услуг или методов их производства (передачи)	29,3	26,8	31,8	44,3	32,6	28,0	159,3
обучение и подготовка персонала, связанные с инновациями	1,2	0,6	2,0	2,4	0,8	0,5	0,5
маркетинговые исследования	1,6	0,1	7,2	18,0	5,1	2,6	2,0
прочие затраты на технологические инновации	4,1	2,5	56,4	282,6	426,4	830,2	308,2

В результате вычисления получали коэффициенты, варьирующиеся в пределах от +1 до -1. Чем значение ближе к +1, тем эффективность финансирования выше, и соответственно, чем

значение ближе к -1, тем финансирование недостаточно. Результаты корреляционного анализа представлены в таблице 6.

Таблица 5

Источники финансирования инновационной деятельности в Белгородской области (миллионов рублей)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Все затраты	245,0	333,8	413,5	759,4	615,4	891,7	943,5
в том числе по источникам финансирования:							
средства бюджета (государство)	69,4	79,2	83,2	346,3	331,6	449,9	408,1
собственные средства научных организаций	86,6	128,2	196,9	260,4	189,5	217,3	286,1
средства внебюджетных фондов	0,2	-	2,6	1,2	1,1	9,8	14,9
средства организаций предпринимательского сектора	87,5	124,1	127,3	148,8	89,8	184,3	226,0
средства образовательных учреждений высшего профессионального образования	-	-	-	-	1,5	24,6	0,8
средства частных некоммерческих организаций	-	-	-	-	-	-	0,1
средства иностранных источников	1,3	2,3	3,5	2,6	1,9	5,8	7,6

Из представленных данных видно, что финансирование создания РИД в Белгородской области является недостаточным (77% из 100%), однако показатель достаточно высокий, по сравнению с другими регионами ЦФО [2]. Анализ структуры финансирования показывает, что большинство средств при создании РИД расходуется на разработку технологических ин-

новаций (0,865842). Максимально эффективной является деятельность, связанная с приобретением машин и оборудования (0,655954), и производственным проектированием, дизайном и другими видами подготовки производства для выпуска новых продуктов, внедрения новых услуг или методов их производства (0,582473). Эффективность финансирования маркетинговых

исследований при создании РИД составляют 0,240736. Недостаток средств финансирования наблюдается в приобретении программных

средств; исследовании и разработке новых продуктов, а также обучении и подготовке персонала, связанных с инновациями.

Таблица 6

**Показатель корреляций, характеризующий взаимосвязь затрат и финансирования на создание РИД за период 2005-2011 гг. в Белгородской области**

Виды затрат	Показатель корреляции
Финансирование инновационной деятельности	
Затраты на технологические инновации (всего):	0,765842
Исследование и разработка новых продуктов	-0,38652
Приобретение машин и оборудования, связанных с технологическими инновациями	0,655954
Приобретение новых технологий	-0,06933
Приобретение программных средств	-0,56816
Производственное проектирование, дизайн и другие виды подготовки производства для выпуска новых продуктов, внедрения новых услуг или методов их производства (передачи)	0,582473
Обучение и подготовка персонала, связанные с инновациями	-0,19447
Маркетинговые исследования	0,240736
Прочие затраты на технологические инновации	0,783874

Таким образом, проведенный анализ факторов эффективности регионального трансфера РИД показывает, что, не смотря на достаточно высокие показатели финансирования, количество организаций, ведущих исследования и разработки, а также региональная патентная активность данных организаций имеют отрицательную динамику. Наиболее эффективным направлением регионального финансирования РИД является разработка технологических инноваций (0,865842), приобретение машин и оборудования (0,655954), производственное проектирование, дизайн и другие виды подготовки производства для выпуска новых продуктов, внедрения новых услуг или методов их производства (0,582473).

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Аналитические материалы Роспатент [Электронный ресурс]. Режим доступа: [www.rupto.ru/rupto/nfile/6cd3cfb2-9105-11e1.../an\\_izb\\_2012.pdf](http://www.rupto.ru/rupto/nfile/6cd3cfb2-9105-11e1.../an_izb_2012.pdf)
2. Росстат ([www.gks.ru](http://www.gks.ru)) [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/science\\_and\\_innovations/science/](http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/science_and_innovations/science/)
3. Госкомстат по Белгородской области [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://belg.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_ts/belg\\_ru/news/rss/db451d004027f2c9aa89ff0fa8517bb1](http://belg.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/belg_ru/news/rss/db451d004027f2c9aa89ff0fa8517bb1)
4. Инновационный портал Белгородской области [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://innovation.derbo.ru>
5. Российского фонда фундаментальных исследований [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://www.rfbr.ru/rffi/ru/classifieds/o\\_806290](http://www.rfbr.ru/rffi/ru/classifieds/o_806290)

*Буковцова Н. А., магистрант  
Белгородский государственный национальный исследовательский университет*

**СИСТЕМА ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОДДЕРЖКИ И РЕГИОНАЛЬНАЯ НАПРАВЛЕННОСТЬ МАЛОГО БИЗНЕСА: ОРИЕНТИР НА СТРУКТУРЫ ЛОКАЛЬНОГО СПРОСА**

**n.bukovzova2009@yandex.ru**

*В данной статье обосновывается тезис о том, что необходимость обеспечения роста в таком важном секторе государственной экономики, каким является малое и среднее предпринимательство, требуют активизации механизмов и рычагов их обоюдного взаимодействия. Выявление (на примере Белгородской области) региональной специфики развития малого предпринимательства – его очевидная направленность на удовлетворение локального спроса, ставит вопрос об оптимизации системной поддержки субъектов малого бизнеса со стороны государства. И одновременно – вопрос об усилении контроля со стороны областного правительства за ходом реализации программных решений, касающихся сферы малого/среднего предпринимательства. Такого рода взаимодействие в конечном счете, будет способствовать укреплению не только региональной экономики, улучшению ее имиджа, но и повышению конкурентоспособности, мирового статуса российской экономики вообще.*

**Ключевые слова:** региональная экономика, инновационное развитие, малое, среднее предпринимательство, конкурентоспособность, система государственной поддержки, правительство Белгородской области, программа, законодательство РФ, государственное и муниципальное управление.

Приступая к раскрытию проблемы, заявленной в заглавии данной статьи и преломленной на региональное пространство Белгородской области, мы обозначим ее ключевой тезис. Суть его в том, что, как мы выявили, одной из тенденций развития малого и среднего бизнеса (как особого типа предпринимательства) в нашем регионе является увеличение его роли в реальном секторе региональной экономики как основы ее инновационного развития. Далее, разворачивая этот тезис сразу же сошлемся на те установки, которые, так или иначе, отражаются не только в нормативных документах правительства области, но и звучат в «живых» выступлениях руководства Белгородского региона.

Так, магистральное направление, на которое ориентируется Правительство Белгородской области в сфере активизации государственной поддержки малого и среднего бизнеса очень точно выразил губернатор области Е.С.Савченко, который в интервью журналу «Вести» недвусмысленно сказал: «... многие белгородцы желают получить стартовый капитал. Помочь им в этом – наша задача». И далее пояснил: в принятой недавно в области программе улучшения качества жизни мы поставили задачу создать и внедрить комплексную сбалансированную систему государственной поддержки малого бизнеса. Заметим, что названная губернатором Программа включает в себя финансово-кредитную и информационную поддержку, совершенствование механизмов использования государственного и муниципального имущества, укрепление и развитие системы подготовки кадров. Сюда же включено проведение

активной антимонопольной политики и пресечение недобросовестной конкуренции по отношению к малым предприятиям, функционирующим на территории нашего региона.

Позволим себе сделать небольшое отступление такого рода и скажем, что в русле данных процессов следует особо подчеркнуть актуализацию понятия категории «этика управления» и ее значение для сферы государственного и муниципального управления, а, следовательно, и необходимости оптимизации принципиально нового способа «управленческих отношений» в условиях современной рыночной экономики. Здесь мы хотим уточнить, что общие тенденции функционирования системы государственного и муниципального управления во многом «диктуют» оптимально приемлемую «рабочую» модель системы кадрового обеспечения важнейшего элемента всей системы государственного и муниципального управления в России. Существующая система управления сохраняет многие черты структуры управления административно-плановой экономики [1; 6].

В контексте сказанного мы хотели бы кратко охарактеризовать специфику сегодняшней ситуации, сложившейся в сфере малого и среднего предпринимательства в границах Белгородской области. Отчасти она состоит в том, что малый и средний бизнес имеет, как мы подчеркнули вначале статьи, ярко выраженную региональную направленность, поскольку он приоритетно фокусируется на потребностях местного сообщества и структуре локального спроса (по сути, эта мысль является «лейтмотивом» региональной политики, которую последовательно

претворяет в жизнь областное правительство. Приведенное нами выше высказывание губернатора области Е.В.Савченко лишь иллюстрирует данный курс. В подтверждение весомости сказанного нами сошлемся на конкурную практику, которая внедряется в масштабах страны, реализуясь «под эгидой» Министерства экономического развития Российской Федерации. Она касается отбора субъектов РФ для предоставления федеральных субсидий на господдержку предпринимательства\*. Размеры же такого рода поддержки напрямую зависят от состояния малого бизнеса в регионе, от результатов, полученных в сфере малого бизнеса.

Как известно, администрация Белгородской области и Сбербанк России заключили соглашение о реализации программы финансовой поддержки малого бизнеса. И это — лишь одна из комплекса мер по возвращению мелких и средних предприятий на Белгородчине. Здесь направляется пояснение. Имеется в виду, что в рамках совместной программы с администрацией Белгородской области Сбербанк РФ будет кредитовать коммерческие и инвестиционные проекты, получившие одобрение администрации области, на срок до полутора лет (размер кредитов — от 50 тыс. руб.). Что касается обеспечения кредитов субъектам малого предпринимательства, то эта миссия возлагается на залоговый фонд, создаваемый из принадлежащего администрации области государственного имущества. Кроме того, администрация субсидирует часть процентной ставки. Иначе говоря, наличию уделяет то постоянное внимание, которое уделяется администрацией области по созданию условий для развития регионально бизнеса, в том числе малого.

Если же задаться вполне правомерным вопросом относительно законодательной и экономической базы для развития малого бизнеса создана в области, то ответ будет следующий.

Во-первых, принимаются соответствующие нормативные акты и программы так, ежегодно утверждается программа поддержки малого предпринимательства. Во-вторых, на настоящий момент есть основания, чтобы констатировать факт достаточно конструктивного и отлаженного диалога административных государственных структур с предпринимателями области: так, скажем, при главе администрации области и при мэре города Белгорода функционируют Советы по поддержке и развитию малого бизнеса. На регулярных встречах с бизнесме-

нами идет поиск наиболее эффективных путей решения волнующих предпринимателей вопросов и проблем. Примечательно, что по результатам такого позитивного взаимодействия был создан Центр поддержки предпринимательства. Это своеобразный бизнес-инкубатор, располагающий крупными площадями для размещения малых предприятий и информационной базой. Статистика такова, что ежегодно в области число малых предприятий увеличивается на 3-5%. Причем, большинство из них заметно сконцентрировано в торговле и общественном питании. А также в сфере строительства и промышленности. Одновременно отметим и рост объема инвестирования за счет всех источников финансирования по предприятиям малого и среднего бизнеса. В-третьих, сейчас на региональном и муниципальном уровнях создаются реестры нежилых помещений, предназначенных для передачи в аренду или продажи малым предприятиям на льготных условиях. Кроме того, стоит обратить внимание на то, что устанавливается специальный порядок передачи субъектам малого бизнеса в долгосрочную аренду и лизинг производственных площадей и технологического оборудования государственных и муниципальных предприятий; Продолжается концентрация усилий по совершенствованию разработанного механизма предоставления расщетки платежей при продаже нежилых помещений мелким предприятиям, что позволит фондам продавать даже сложно реализуемые объекты.

Разумеется, этот список отнюдь нельзя считать исчерпывающим. Но, на наш взгляд, он достаточно показательно отражает общую позитивную тенденцию и направление, по которому идет правительство Белгородской области по отношению к такому важному типу предпринимательства, каким является малый и средний бизнес.

Однако же мы можем наблюдать и несколько иные реалии, которые (и это нужно признать) продолжают создавать проблемные, «узкие» места, дополнительные препятствия для успешного развития в сфере малого/среднего предпринимательства. В этой связи имеет смысл напомнить: успешное развитие малого бизнеса в значительной степени зависит от возможностей доступа предпринимателей к финансовым ресурсам. Причем, как долгосрочного, так и краткосрочного характера. Но вот здесь, к сожалению, складывается не вполне благоприятная ситуация. В чем же ее суть и проблемность? Она же такова: во-первых, малые предприятия по-прежнему испытывают сложности при пополнении оборотных средств, приобретении оборудования. Во-вторых, слабо развит механизм вен-

чурного инвестирования\* малых инновационных предприятий [7]. Большинство банков, ориентируются на обслуживание финансовых потоков крупных предприятий, а не на кропотливую работу с малыми предприятиями. Как показывают специально проводившиеся исследования, в процессе выработки инвестиционных решений фактор риска обычно перевешивает фактор потенциальной выгоды. Поэтому инвесторы рискованного капитала предпочитают диверсифицировать свои усилия, разделяя финансовый риск и получая в конечном итоге прибыль. В данном «пункте» считаем уместным некоторое разъяснение. В качестве небольшого отступления отметим следующее.

Обращение к истории показывает, что именно венчурный капитал с присущими ему отличительными особенностями сыграл во второй половине XX века важнейшую роль в реализации крупнейших научно-технических нововведений в области микроэлектроники, вычислительной техники, информатики, биотехнологии и в других наукоемких отраслях производства. Это некоторые характерные особенности венчурного финансирования. Не случайно поэтому развитию венчурного бизнеса активно содействуют государственные органы ряда ведущих индустриальных стран. Они исходят при этом из необходимости повышения конкурентоспособности национальной промышленности в условиях обострения соперничества на мировом рынке. Отсюда становится ясным, почему в настоящее время задача адаптации венчурного механизма финансирования предпринимательских проектов актуальна для России (равно как и для ряда государств СНГ, некоторых стран Восточной и Центральной Европы).

Сам же термин «венчурный капитал», «венчурный бизнес» (другие смежные понятия) берут начало от английского слова «venture», что переводится в словаре В.К.Миоллера как «рискованное предприятие или начинание», «спекуляция», «сумма, подвергаемая риску». А выражения типа «венчур» («венчурный»), активно заимствованные из англоязычных экономических публикаций, укоренились в отечественном экономическом лексиконе с середины 1980-х годов [7]. Причем в силу неожиданно

возникшей популярности стали нередко использоваться в самых различных, в том числе и весьма далеких от первоначального семантического смысла, словосочетаниях. Для этого действительно имелись все основания. Ведь в условиях рыночных (или, скажем, приближенных к ним) отношений любое помещение средств в коммерческие проекты с целью получения прибыли неизбежно связано с риском.

Вернувшись к нашим рассуждениям по поводу «слабых» мест, тормозящих региональное предпринимательство, обозначим третий пункт, который, на наш взгляд, является самым «слабым звеном» в ситуации с малым бизнесом). Вопрос в том, что, к сожалению, фактически до сих пор в законодательстве России нет развѐренного и действенного Закона о системе мер государственной поддержки малых предприятий. То же самое – в отношении закона и о системе гарантий полной реализации намеченных государством мероприятий по поддержке и стимулированию развития малого бизнеса. Нельзя также утверждать, что в современных законодательных материалах четко выделено само явление «малый бизнес» и отражено его (кстати, по нашему мнению, весьма оправданное) место в обновлении экономической системы нашей страны. Так, скажем, Имеется только официальный документ, в котором особо выделяется понятие малых предприятий и разъясняются критерии такого выделения. В отношении льгот, предоставляемых современным российским законодательством малому бизнесу, то они пока касаются лишь некоторых вопросов, связанных с выплатами налогов, прежде всего на прибыль.

Представляется, что повышенное внимание требует также и вопрос, касающийся системы представительства интересов бизнеса в органах государственной власти. О важности этого вопроса говорит хотя бы то, что эта проблема сегодня активно исследуется многими отечественными исследователями. В частности, А.В.Зуевым, А.А.Гусевым, В.В. Бучельниковой и другими [2-4].

Исследователи обращают внимание на то, что зачастую складывается негативная практика, когда малые предприятия, входящие в состав региональных кластеров, выполняют роль неких «точек роста», поскольку они, как правило, вынужденно находятся под интенсивным конкурентным давлением, которое усугубляется возможностью постоянного сравнения собственной хозяйственной деятельности с работой аналогичных фирм. И это, заметим, при том, что на мировом уровне понимание места, роли и значения малого и среднего предпринимательства (бизнеса) достаточно давно не подлежит сомне-

\* Например, такой конкурс объявлялся Минэкономразвития России в феврале-марте 2010 года.

\* В США и некоторых странах Западной Европы, механизмы венчурного финансирования предпринимательских проектов широко используются на практике уже не одно десятилетие и получают в последние годы все более широкое распространение. Общий мировой рынок венчурного капитала превзошел в середине 1990-х годов 100 млрд. долл.

нию. Более того, оно является общепризнанным, само собой разумеющимся.

В самом деле, уже кажется, что и не нужно прилагать особых интеллектуальных усилий для осознания того обстоятельства, что именно развитие и положительная динамика в сфере малого и среднего предпринимательства способствует скорейшему преодолению структурных диспропорций в экономике, устранению монополизма и диктата производителей. То есть - избавлению от структурных перекосов, которые в существенной мере свойственны крупным предприятиям с их инерционностью и «тяжеловесностью». Это-во-первых.

Во-вторых, нельзя не отметить, что именно малые предприятия быстрее (и в некотором смысле охотнее) переориентируют производство на вновь возникающие потребности без значительных капитальных затрат.

В-третьих, малый бизнес создаёт новые рабочие места, в значительных количествах поглощая тем самым высвобождающуюся в результате структурной и конверсионной перестройки рабочую силу. А значит, происходит снижение (а то и сведение «на нет») остроты безработицы. Иначе говоря, вольно или невольно, но смягчается, разряжается социальная напряженность в обществе.

Обобщая вышесказанное мы с достаточным основанием можем говорить о том, что именно данный тип предпринимательства (малый и средний бизнес) позволяет в оптимальные сроки достигнуть положительных результатов в социально-экономическом развитии. Причем, как отдельно взятых регионов, так и страны в целом. Хотя бы уже по той причине, что для него характерны такие важные и позитивные характеристики, как инновационность, повышенная реакция на изменения рынка, гибкость, мобильность, динамизм и желание идти навстречу новому. В обеспечении же комплексной и сбалансированной системы поддержки субъектов малого и среднего предпринимательства как активных участников в экономической жизни страны приоритетная роль по-прежнему отдается государству и в частности, реальным шагам в данном направлении со стороны правительства белгородской области, на примере которой строится проблемное поле статьи.

Это подтверждается рядом законодательных актов. В их ряду: Федеральный закон от 14 июня 1995 г. № 88-ФЗ «О государственной поддержке малого предпринимательства в Российской Федерации» [10]; Федеральный закон от 24 июля 2007 года № 209-ФЗ «О развитии малого и

среднего предпринимательства в Российской Федерации» [8]. Среди законодательных актов Белгородской области можно отметить: Постановление правительства Белгородской обл. от 20.10.2008 г. № 250-пп «О мерах по финансовой поддержке малого и среднего предпринимательства области» [9]; Закон Белгородской области «Об упрощенной системе налогообложения индивидуальных предпринимателей на основе патента от 03.10.2008 г. №232» [11] и др.

Мы уверены: активизацию работы в этом направлении нужно только приветствовать, давая ей «зеленый свет». Таков наш заключительный тезис.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1.Бабинцев В.П. Формирование и развитие кадрового потенциала государственной молодежной политики в Белгородской области (По материалам социологического мониторинга). Белгород: БИГМУ. 2005.

2.Глисин Ф. Малый и средний бизнес // Вопросы экономики. 2011. №4. С.16-17.

3.Гусев А.А. Корпоративная социальная ответственность современного российского бизнеса // Эксперт. Научно-аналитический журнал. № 2. 2012. С.74-81.

4. Зуев А.В. Система представительства интересов бизнеса в органах государственной власти России // Эксперт. Научно-аналитический журнал. № 2. 2012. С. 67-73;

5.Ларин В.Д. Экономика. СПб., 2009.

6.Материалы научно-практической конференции «Совершенствование системы формирования кадрового потенциала молодежной политики в Российской Федерации». М. 2009.

7.«Механизмы венчурного (рискового) финансирования: мировой опыт и перспективы развития в России» - <http://www.uprav.biz/>

8.О развитии малого и среднего предпринимательства в Российской Федерации: Федеральный закон от 24 июля 2007 года № 209-ФЗ // Справочно-правовая система «Консультант Плюс».

9.О мерах по финансовой поддержке малого и среднего предпринимательства области: Постановление правительства Белгородской обл. от 20.10.2008 г. № 250-пп // Справочно-правовая система «Консультант Плюс».

10. Федеральный закон от 14 июня 1995 г. № 88-ФЗ // Справочно-правовая система «Консультант Плюс».

11. Закон Белгородской области «Об упрощенной системе налогообложения индивидуальных предпринимателей на основе патента от 03.10.2008 г. №232»

Гостяева Ю. Ю., аспирант,  
Щетинина Е. Д., д-р эконом. наук, проф.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

#### СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ СРЕДА ПРИНЯТИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

GJJ1402@yandex.ru

*Данная статья посвящена актуальной в настоящее время теме – принятию эффективных управленческих решений в современных быстроменяющихся экономических условиях. В статье рассматриваются вопросы, затрагивающие существенные стороны процесса управления в любой, динамично развивающейся организации, в том числе, факторы прямого и косвенного воздействия на предприятие извне, макро и микросреда. Кроме того, существенное внимание в статье уделено вопросу функционирования организаций в условиях риска и неопределенности.*

**Ключевые слова:** управленческое решение, микросреда, макросреда, риск, неопределенность, факторы прямого и косвенного воздействия.

Актуальность разработки и применения конкретных методов стратегического управления вызвана объективными причинами, обусловленными ускорением темпов изменения глобальной рыночной среды. Ориентация на потребительский спрос является основополагающей целью современной организации, ее политики в технической, инновационной и рыночной среде.

Согласимся с мнением тех авторов, которые полагают, что управлять стратегически - это значит понимать и оценивать состояние и динамику развития отрасли, в которой действует предприятие, принимать во внимание ожидания покупателей, поставщиков и конкурентов, своевременно реагировать на запросы рынка, и в результате, выходить на более высокий уровень развития, повышая свою конкурентоспособность и занимая устойчивую нишу в данном рыночном сегменте, что в условиях глобализации играет ведущую роль [1]. В этих условиях у современных руководителей растет понимание важности принятия эффективных управленческих решений, как одного из основных методов стратегического управления.

Под управленческим решением (УР), как правило, понимается процесс сознательного выбора на основании имеющейся информации и в соответствии с выбранным критерием одной из возможных альтернатив разрешения конкретной управленческой ситуации [2]. Решения - это основные стратегические операции, проходящие в организациях. Принятие успешных решений руководителями организаций означает, что они смогли обойти своих конкурентов по крайней мере по трем параметрам: приняли обоснованное «правильное» решение в данной конкретной ситуации; сделали это быстрее; и более успешно его реализовали.

На наш взгляд, совпадающий с мнением авторитетных ученых, управленческое решение

обладает всеми признаками высокого качества, если оно принято без нарушений существующих законов, в рамках имеющейся компетенции у субъекта управления, с учетом интересов исполнителей, с минимальными издержками, и в пределах допустимого риска, а будучи реализованным, позволяет достичь поставленных целей, не вызывая при этом различных негативных последствий, требующих его существенной корректировки или отмены [3]. Принятие решений, так же как и обмен информацией, - составная часть любой управленческой функции. Принимаемые управленческие решения всегда спроектированы в будущее, поэтому менеджер в момент принятия решения часто не может с абсолютной уверенностью знать, как будут развиваться события, как будет изменяться ситуация. Иными словами, в момент принятия управленческого решения значителен элемент неопределенности и риска. Условия неопределенности существуют, когда руководитель точно не знает результат, который будет иметь каждый выбор. В условиях риска вероятность результата каждого решения можно определить с известной достоверностью. При принятии управленческих решений в условиях неопределенности и риска необходимо проводить анализ рисков. После проведения анализа рисков в процессе разработки УР используются специальные приемы управления риском. Вопросами теории управления риском занимается специальная форма предпринимательской деятельности – риск-менеджмент.

Руководителям при принятии УР всегда необходимо учитывать среду, поскольку организация как открытая система зависит от внешнего мира в отношении поставок ресурсов, энергии, кадров, а также потребителей. Поскольку от руководства зависит выживание организации, менеджер обязан уметь выявлять существенные факторы в окружении, которые повлияют на его

организацию. Более того, он должен предложить подходящие способы реагирования на внешние воздействия.

Одним из способов определения окружения и облегчения учета ее влияния на организацию состоит в разделении внешних факторов на две основные группы. Различают факторы прямого и косвенного воздействия на организацию. Согласно мнению ученых-экономистов, среда прямого воздействия включает факторы, которые непосредственно влияют на операции организации и испытывают на себе прямое влияние действий организации [4]. К этим факторам следует отнести поставщиков, трудовые ресурсы, законы и учреждения государственного регулирования, потребителей и конкурентов.

Когда речь идет о внутренней среде фирмы, имеется в виду глобальная структура фирмы, охватывающая все производственные предприятия фирмы, финансовые, страховые, транспортные и другие подразделения, входящие в фирму, независимо от их местоположения и сферы деятельности. Под средой косвенного воздействия (макросредой) понимаются факторы, которые могут не оказывать прямого немедленного воздействия на операции, но, тем не менее, сказывается на них. Здесь речь идет о таких факторах, как состояние экономики, научно-технический прогресс, социокультурные и политические изменения, влияние групповых интересов и существенные для организации события в других странах.

Задача стратегического управления состоит в обеспечении такого взаимодействия организации со средой, которое позволяло бы ей поддерживать ее потенциал на уровне, необходимом для достижения ее целей, и тем самым давало бы ей возможность выживать в долгосрочной перспективе.

Для того чтобы определить стратегию поведения организации и провести эту стратегию в жизнь, руководство должно иметь углубленное представление не только о внутренней среде организации, ее потенциале и тенденциях развития, но и о внешней среде, тенденциях ее развития и месте, занимаемом в ней организацией. При этом внешнее окружение изучается стратегическим управлением в первую очередь для того, чтобы вскрыть те угрозы и возможности, которые организация должна учитывать при определении своих целей и при их достижении [5]. Изучение рабочей среды предполагает анализ тех составляющих внешнего окружения, с которыми организация находится в непосредственном взаимодействии, это: покупатели, поставщики, конкуренты, кредиторы, акционеры. Анализ внутренней среды направлен на опреде-

ление потенциала организации и, как правило, проводится по следующим основным направлениям: маркетинг, производство, НИОКР, финансы, персонал, структура управления.

Анализ внешней среды представляет собой оценку состояния и перспектив развития важнейших, с точки зрения организации, субъектов и факторов окружающей среды: отрасли, рынков, поставщиков и совокупности глобальных факторов внешней среды, на которые организация не может оказывать непосредственное влияние. Проведя анализ внешней среды и получив данные о факторах, которые представляют опасность или открывают новые возможности, руководство должно оценить: обладает ли фирма внутренними силами, чтобы воспользоваться возможностями, и какие внутренние слабости могут осложнить будущие проблемы, связанные с внешними опасностями. Внутрифирменное управление и управление фирмой как субъектом рынка — две ступени в иерархии управления жестко связаны между собой диалектическим единством внешней и внутренней среды фирмы. Внешняя среда фирмы выступает как нечто заданное, внутренняя среда фирмы является по существу реакцией на внешнюю среду.

Основные цели, которые ставит перед собой фирма, сводятся к одной обобщенной характеристике — прибыли. При этом, естественно, должны учитываться и внутренняя среда фирмы, и внешняя. Процесс управления отличается динамичностью. Изменения внешней и внутренней среды порождают необходимость принятия разнообразных управленческих решений.

Основными факторами, оказывающими влияние на организацию и функционирование системы, являются технико-технологические, социально-экономические и региональные. В связи с этим выделяют две группы задач, требующих решения: функциональные и ситуационные. Функциональные - обусловлены разделением труда в организации, полномочиями отдельных работников, и носят в основном стандартный характер. Ситуационные - появляются в результате нарушений взаимодействия подсистем и элементов в организации либо под влиянием вышеуказанных факторов. Быстрота реакции на внезапные изменения ситуации (условий функционирования) характеризует адаптивные свойства организации, предел ее управленческих возможностей. Если ситуация меняется быстрее, чем время ответной реакции предприятия, то оно переходит в ранг неуправляемого.

Таким образом, разработка эффективных решений - основополагающая предпосылка

обеспечения конкурентоспособности продукции и фирмы на рынке, формирования рациональных организационных структур, проведения правильной кадровой политики и работы, регулирования социально-психологических отношений на предприятии, создания положительного имиджа и др. При принятии решений современный менеджер должен широко использовать различные методы науки управления; оценивать среду принятия решений и риски; знать и уметь применять различные модели и методы прогнозирования для принятия решений, опираясь на анализ макро и микросреды функционирования предприятия.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ременников В.В. Разработка управленческого решения. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2009. 237 с.
2. Барышников Ю.Н. Разработка управленческого решения. М.: РАГС, 2010. 100 с.
3. Ефимычев Ю.И., Трофимов О.В. Инновационный путь развития предприятия в конку-

рентных условиях // Вестник Нижегородского ун-та им. Н.И. Лобачевского. 2008. №1. С. 151-154.

4. Дорошенко Ю.А., Салмина О.И. Методические аспекты оценки эффективности операционной деятельности промышленного предприятия // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2013. №3. С. 131-137.

5. Рудычев А.А., Щетинина Е.Д., Выборнова В.В. Управление конкурентоспособностью фирмы / Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2012. 92 с.

6. Буров В. П., Моршкин В.А. Управленческие решения. М.: Форум, 2009. 176 с.

7. Герасимова Е.А. Проблемы теории и практики предпринимательства // Проблемы современной экономики. 2011. № 4. С. 141-145.

8. Марцынковский Д.А., Владимирцев А.В., Марцынковский О.А. Руководство по риск-менеджменту. – Ассоциация по сертификации «Русский Регистр». Санкт-Петербург, 2007. 121 с.

Денисенко Т. Н., магистрант

Белгородский государственный национальный исследовательский университет

## РАЗВИТИЕ ИННОВАЦИОННОЙ СФЕРЫ РЕГИОНА КАК НЕОБХОДИМОЕ УСЛОВИЕ ЭФФЕКТИВНОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ И МЕХАНИЗМ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ АПК (НА ПРИМЕРЕ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ)

galakalinina@inbox.ru

*Данная статья посвящена рассмотрению и обоснованию взаимосвязей и взаимозависимости между эффективным динамичным развитием агропромышленного комплекса (который во многом определяет общий уровень экономической независимости региона), с одной стороны, и инновационной политикой государства, способностью предприятий АПК к осуществлению инновационной деятельности как таковой. Также мы постараемся раскрыть стратегические инициативы, в рамках которых в Белгородском регионе реализуется правовая нормативная база по оптимизации механизмов поддержки инвестиционной деятельности правительства области.*

**Ключевые слова:** инновационная политика, инновационная деятельность, агропромышленный комплекс, Белгородский регион, инвестиционная деятельность, экономические рычаги, аграрный сектор, законодательная база.

Прежде всего, мы обозначим важный тезис относительно того, что в аграрной экономике в силу большой значимости ее для решения проблемы обеспечения населения страны продовольствием и снижения уровня экономической независимости и продовольственной безопасности России, особую актуальность приобретает проблема АПК в контексте его инновационного развития [9]. И здесь же, по-видимому, следует специально подчеркнуть, что «само по себе» производство конкурентоспособной продукции возможно только при использовании достижений научно-технического прогресса, в основе которого лежат инновационные процессы, которые, в свою очередь, и позволяют (и позволяют на деле) вести непрерывное обновление сельскохозяйственного производства. Также сразу же надо сказать, что перспективное развитие агропромышленного комплекса нашего региона реализуется в русле стратегии социально-экономического развития Белгородской области на период до 2025 года [1].

В этой связи скажем о позитивных тенденциях, работающих на территории Белгородской области, подчеркнув в этой связи, что в результате целенаправленной деятельности федерального центра и региональных структур, действующих в свете ряда принятых законов Российской Федерации и направленных на улучшение экономических условий функционирования предприятий и организаций АПК, в аграрном секторе нашего региона достаточно давно успешно налажена система рычагов и механизмов. В частности, применяются такие экономические рычаги, как: поддержка краткосрочного кредитования; увеличение сумм страхования сельскохозяйственных культур; меры по расширению лизинга, введению закупочных товарных инвестиций; стимулирование интереса к введению новых технологий и освоению достижений

научно-технического прогресса и другие апробированные экономическими реалиями действенные меры.

В масштабах же экономики страны, отраслей АПК, к сожалению, ситуация не вполне удовлетворительная. Имеется в виду, что, несмотря на принимаемые меры по улучшению экономических условий деятельности АПК, обеспечить его устойчивое и динамичное развитие, которое отвечало бы задаче ускорения темпов роста российской экономики, не удается. Почему так происходит? Задаваясь этим вопросом нельзя сказать, что он является «чисто риторическим». Разве что лишь отчасти. По большому же счету, вопрос этот отнюдь не тривиальный и нуждается в некотором пояснении. Поэтому будет вполне уместно уточнить: способность предприятий АПК к осуществлению инновационной деятельности определяется рядом основополагающих элементов его функционирования (мы в ряде публикаций поднимали этот вопрос) [7]. Так, например, в среде ведущих экономистов четко говорится о необходимости учета формализованных критериев развития инновационных возможностей предприятия, то есть средств и условий, обеспечивающих эффективность инновационной деятельности\*. Так

\* Оговоримся, что масштабы (и задачи) данной статьи не позволяют нам раскрывать это положение, и мы ограничимся лишь его констатацией.

\* К таким возможностям относятся: способность предприятий АПК к инвестиционной деятельности; готовность инновационной системы предприятия к развитию; не выявленный остаток содержания инновационных возможностей и др. Не следует также забывать, что эффективность деятельности любого предприятия, в том числе и предприятий и организаций АПК, в значительной мере обусловлена человеческим фактором.

же мы, вслед за специалистами в данной области, ранее высказывались (и настаиваем сейчас) в отношении того, что в агропромышленном комплексе тенденции развития инновационных процессов определяются комплексом ключевых факторов. В их ряду такие как: политическая обстановка в стране, экономическая конъюнктура как совокупность и взаимосвязь условий, сложившихся на данный момент в стране и конкретном географическом регионе. Сюда относятся и инновационный климат, кадровый потенциал, человеческий фактор. И это, разумеется, далеко не весь перечень.

В контексте изложенного, по-видимому, мы будем правы сказав: проблемы, накопившиеся в АПК в общероссийских масштабах указывают на сдерживающие факторы инновационного развития агропромышленного комплекса России, что, в свою очередь, ставит вопрос о необходимости создания рынка инноваций в АПК.

Далее напомним, что в рамках Белгородского региона было решено предварительно законопроект о поддержке инвестиционной деятельности вынести на рассмотрение в Белгородскую областную Думу. Этим упреждающим сам закон документом предлагалось закрепить базовые принципы государственной поддержки инвестиционной деятельности на территории области. Такие как: взаимное доверие и взаимная ответственность инвесторов и органов власти; равноправие инвесторов; экономическая обоснованность принимаемых решений и использования бюджетных средств; сбалансированность государственных и частных интересов. И, что, мы уверены, крайне важно, - открытость и доступность (!) информации о государственной поддержке инвестиционной деятельности.

Как сообщает БелПресса от 8 апреля 2014 г., по словам губернатора области Е.С. Савченко, создание закона о поддержке инвестиционной деятельности обусловлено необходимостью выполнения требований стандарта Агентства стратегических инициатив, в рамках которого в каждом регионе должен быть утверждён правовой нормативный акт о защите прав инвесторов и механизмах поддержки инвестиционной деятельности. Поэтому не случайно в законе определены форма господдержки инвестиционных проектов, включая предоставление госгарантий, налоговых льгот, субсидий из областного бюджета, установление льготных условий пользования имуществом, находящегося в собственности региона, предоставление информационной поддержки. Важная часть законопроекта, выносимого на рассмотрение в Белгородскую областную Думу, - это утверждение порядка создания

промышленных парков и инвестиционных площадок как инструмента инвестиционной привлекательности региона. По ходу заметим: губернатор дал поручение подготовить мониторинг показателей инвестиционной активности муниципальных районов и городских округов области\*.

По итогам семинара-совещания, посвящённого разработке стратегии инновационного развития региона, правительство оформило постановление «О концепции инновационно-интеллектуального развития Белгородской области». Одновременно была предложена и «дорожная карта» новой концепции. Примечательно, что Белгородская концепция базируется на концепции ноосферного развития. «Для решения этой задачи необходимо разработать стратегию, позволяющую перестроить все сферы общественных отношений», – заявил губернатор. Подводя итог обсуждения с участием региональных чиновников и российского научного сообщества, он предложил «дорожную карту» областной концепции, включающую четыре основных пункта: создание школ ноосферного образования для детей, корректировка кадровой политики на воспитание управленцев с ноосферным мышлением, создание инфраструктуры для инновационного развития (этим займётся создаваемая на базе правительства области корпорация «Развитие») и информационное сопровождение новой концепции региональными СМИ.

В саму концепцию, по словам губернатора, входит и проект «Белгородская инновационно-интеллектуальная степь», и создание в Белгороде центра инноваций «Аврора-Парк». «Сегодня исторический день. «Мы переходим от исследования проблемы к её практическому решению. Впереди ещё много неизведанного. Но нас вдохновляет то, что мы взяли верный курс и вектор развития», – заявил Евгений Савченко. При этом глава региона сформулировал одним лозунгом суть всей концепции: «Благополучие для всех». Такая установка, конечно же, не может не вдохновлять на реализацию намеченного курса. Итогом же серьезного обсуждения стало постановление правительства «О концепции ин-

\* В показатели мониторинга инвестиционной активности входят количество предоставляемых земельных участков для жилищного строительства, коммерческой недвижимости, сроки предоставления этих участков и количество разрешительных документов, объём введённого в эксплуатацию жилья, коммерческой недвижимости, инвестиций. По этим показателям предполагалось определить, как тот или иной район откликнулся на призыв об «инвестиционном буме».

новационно-интеллектуального развития Белгородской области» [8]. Согласно его тексту, до 1 марта 2011 г. сверх рекомендаций учёных свои предложения по реализации программы должны предоставить и главы департаментов правительства области.

Надо сказать, что наша область обладает выигрышным потенциалом для системного и долговременного развития инновационных программ. К таковым (наиболее первостепенным) относятся: достаточность исходного научно-производственного потенциала территории; наличие у территории реальных конкурентных преимуществ. Добавим сюда и выигрышное (удобное) географическое расположение территории, транспортные коммуникации, высокая концентрация научно-производственных организаций в обрабатывающей промышленности; наконец, необходимый образовательный уровень населения. Иными словами, можно констатировать факт достаточного соответствия Белгородской области необходимым условиям эффективного развития инновационной сферы как таковой. Они, собственно, и позволяют создать необходимые инновационные цепочки, которые, в свою очередь, вполне могут обеспечить реальный конкурентоспособный выход на рынки высокотехнологичной продукции. Причем, не в отдаленной перспективе, а «здесь и сейчас», в разумные сроки. Не случайно ведь губернатор Белгородской области Евгений Савченко выразил уверенность в том, что регион готов к реализации проекта «Белгородская инновационно-интеллектуальная степь». По сути, в области есть всё, чтобы в соответствии с политическими решениями президента и правительства РФ перейти на инновационный путь развития. Задача очень сложная, требует глубокой камеральной проработки. Но она нам послышна, и мы фактически проработали первые шаги по её реализации», – заявил Е. С. Савченко.

Вместе с тем, глава областного правительства отметил, что сроки реального перехода экономики области на инновационные рельсы, в которые БИИС заработает на полную мощность, пока определить невозможно. «В отношении стартовых условий я не сомневаюсь, говорит он, они у нас созданы: есть экономические, интеллектуальные, ресурсные и организационные возможности; есть опыт реализации крупных проектов в социальной, гуманитарной, экономической сферах. Иначе говоря: «Это процесс. Это даже не проект. Хотя процесс будет состоять из десятков, сотен, тысяч проектов. Важно начать. А время покажет, где переходить к новой постиндустриальной парадигме. Давайте мы сделаем первые шаги. А дальше время покажет» [8].

Еще раз подчеркнем, что как основополагающий документ в сфере инноваций закон Белгородской области от 01.10.2009 N 296 «Об инновационной деятельности и инновационной политике на территории Белгородской области» регулирует правовые и экономические отношения между субъектами инновационной деятельности и определяет основы формирования и реализации инновационной политики по ускорению развития и повышению конкурентоспособности экономики Белгородской обл. Уже из содержания закона мы видим, что: областная инновационная политика является составной частью социально-экономической политики, проводимой органами государственной власти нашей области и по своей сути имеет целевой характер.

А сама областная инновационная политика: во-первых, носит концептуальный и системный характер, то есть отражается в концепции инновационной политики и других нормативных правовых актах. Во-вторых, формируется администрацией области на основе прогнозов инновационных процессов во взаимосвязи с социальной, экономической, финансовой, промышленной, аграрно-промышленной и энергетической политикой области. В-третьих, областные инновационные программы являются важнейшим нормативным документом и основным механизмом реализации концепции государственной (областной) инновационной политики. Наконец, основой областных инновационных программ являются стратегические инновационные приоритеты на среднесрочную перспективу. Показательно, что губернатор Белгородской области ежегодно представляет Белгородской областной Думе в составе отчета о выполнении программ социально-экономического развития Белгородской области информацию об инновационной деятельности и ходе реализации концепции инновационной политики Белгородской области.

Особо следует подчеркнуть фиксацию в Концепции инновационной политики Белгородской области отдельной статьей (Статья 15) пункт о создании Совета по инновационной политике при губернаторе Белгородской области, который осуществляет взаимодействие правительства Белгородской области с субъектами инновационной деятельности по вопросам формирования и реализации инновационной политики Белгородской области\*.

\* Закон принят Белгородской областной Думой 24.09.2009) и вступил в силу с 9 октября 2009 года (статья 18 данного документа).

\* Концепция инновационной политики Белгородской обл. разрабатывается и утверждается правительством

Конечно, на этом пути возможны и риски, и даже угрозы (отчасти мы постарались указать на них). Думается, что совместными солидарными усилиями и активностью всего населения нашей области важные стратегические инновационные приоритеты будут успешно претворяться в жизнь. Во всяком случае, будем надеяться на позитивный прогноз в такого рода работе. В обоснование такого рода позитивного прогнозирования сошлемся на инновационные региональные проекты, которые работают уже сегодня.

Так, в ряду инновационных разработок, активно реализуемых в настоящее время в Белгородской области, особого внимания заслуживают такие как (позволим себе назвать их списком): обработка сточных вод животноводства (свиньи) БГТУ им. В.Г. Шухова, *С участием малого инновационного предприятия ООО «Промазроветт»; Эронизация в птичниках БГТУ им. В.Г. Шухова, С участием малого инновационного предприятия ООО «Промазроветт»; эронизация в свинарниках БГТУ им. В.Г. Шухова, С участием малого инновационного предприятия ООО «Промазроветт»; Беспылевание процессов переработки зерновых БГТУ им. В.Г. Шухова, кафедра отопления, вентиляции и кондиционирования; Разработка исходных данных на проектирование энергоавтономных бикомплексов, Белгородский государственный национальный исследовательский университет; Экологически активные вещества и комплексы, Белгородская государственная сельскохозяйственная академия; Методы выращивания оздоровленного посадочного материала цветочных культур, Белгородская государственная сельскохозяйственная академия, (для интеграции на ЗАО «Плодопитомник Корочанский»); Комплексная инновационная переработка плацентарных препаратов и других продуктов овцеводства, ООО «Белпродукт», (Резидент инновационного бизнес-инкубатора); Технология повышения урожайности овощей в открытом грунте, ООО «И Три Инновации», (Резидент инновационного бизнес-инкубатора); Производство термических элементов многофункциональных фургонов автотранспортных средств, ООО«НППТермоСистемы» (Резидент инновационного бизнес-инкубатора); Разработка инновационных натуральных и биомодифицированных основ для производства функциональных напитков, ЗАО «БелПром» (Резидент инновационного бизнес-инкубатора);-Разработка и*

Белгородской области на срок не менее трех лет, являясь основным документом, направленным на развитие инновационной деятельности.

внедрение новых электронных учебно-методических комплексов, соответствующих ФГОС третьего поколения для студентов агрономического факультета по направлениям 110400 «Агрономия», 110100 «Агрохимия и почвоведение», Белгородская государственная сельскохозяйственная академия; Эффективность использования суспензии хлореллы в рационах хряков-производителей, Белгородская государственная сельскохозяйственная академия и другие инновационные проекты в АПК области [6].

Подождоживая данный «новационный обзор» заметим, что, говоря о состоянии дел в отрасли и призывая заинтересованные стороны к сотрудничеству референт начальника департамента АПК области Н. Сурков, указал на то, что «необходимо разделять общие риски, находить общие, приемлемые в долгосрочной перспективе для всех сторон решения. А для этого подключать к своему диалогу Россельхознадзор, районные управления сельского хозяйства.

Наверное, можно с определенной долей уверенности сказать, что все направления поддержки агропромышленного комплекса, доступные товаропроизводителям и переработчикам области в настоящее время и которые будут использоваться в среднесрочной перспективе под влиянием условий членства Российской Федерации в ВТО, вобрала в себя Государственная программа Белгородской области «Развитие сельского хозяйства и рыбоводства в Белгородской области на 2014-2020 годы», которая является уникальным документом [2]. Она является продолжением намеченного ранее курса в данном направлении, что отражается в прежних законодательных документах правительства области\* Государственная программа является логическим продолжением стратегии Правительства области в вопросе развития агропромышленного комплекса, направленной на сохранение темпов развития отрасли и укрепление позиций области на российском рынке сырья и продовольствия. Сюда же относится и Приоритетный национальный проект «Развитие АПК» и Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной про-

\* Например: Постановление правительства Белгородской обл. от 08.10.2007 N 231-пп «О Программе развития сельского хозяйства Белгородской области на 2008 - 2012 годы»; Постановление Правительства РФ от 14.07.2007 N 446 «О Государственной программе развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2008 - 2012 годы».

дукции, сырья и продовольствия на 2008-2012 годы.

В целом же мы подошли к обобщению, касающемуся того обстоятельства, что наличие взаимосвязь между положением в аграрном секторе региональной экономики /АПК/, с одной стороны, и той весомой ролью, которое возлагает на себя государство, правительство того или иного региона, будучи заинтересованными в оптимизации темпов роста аграрного сектора и в его инновационном магистральном развитии на благо общего благосостояния населения. При этом реализация инновационной политики должна, мы считаем, учитывать специфику отраслей агропромышленного производства, так как каждая из них требует особого внимания и (подчеркнем это специально) собственных инновационных технологий.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Постановление от 25 января 2010 г. N 27-пп Об утверждении стратегии социально-экономического развития Белгородской области на период до 2025 года (в ред. постановлений Правительства Белгородской области от 18.09.2010 N 299-пп, от 25.07.2011 N 271-пп, от 24.12.2012 N 590-пп, от 03.06.2013 N 206-пп).
2. Постановление Правительства Белгородской области от 28 октября 2013 года №439-пп «Об утверждении государственной программы

Белгородской области «Развитие сельского хозяйства и рыбоводства в Белгородской области на 2014-2020 годы».

3. Постановление правительства Белгородской обл. от 08.10.2007 N 231-пп «О Программе развития сельского хозяйства Белгородской области на 2008 - 2012 годы».

4. Постановление Правительства РФ от 14.07.2007 N 446 «О Государственной программе развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2008 - 2012 годы».

5. Приоритетный национальный проект «Развитие АПК» и Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2008-2012 годы.

6. Департамент агропромышленного комплекса Белгородской области. Информация филиала ФГБУ «Россельхозцентр» по Белгородской области / Copyright © 2010 /

7. Денисенко Т.Н. Государственная кадровая политика в агропромышленном комплексе как приоритетное направление политики реформирования экономики /Человек в пространстве культуры.- Белгород: Изд-во БГИИК, 2013. С. 34. 116 с.

8. Информационное агенство Бел. ru. Новости .28 января 2011 г.

9. Ушанов П.Т. Проблемы управления АПК // Экономика. Управление. 2011. №2. С. 56-60.

*Никулина Е. В., канд. экон. наук, доц.,  
Чистникова И. В., канд. экон. наук, доц.,  
Орлова А. В., ст. преп.*

*Белгородский государственный национальный исследовательский университет*

#### ИССЛЕДОВАНИЕ БЮДЖЕТНО-НАЛОГОВОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РЕГИОНА

*nikulina@bsu.edu.ru*

*Статья посвящена исследованию сущности бюджетно-налоговой безопасности региона как важнейшему условию обеспечения его платежеспособности при оптимальной налоговой нагрузке на население и предпринимательский сектор. Представлена декомпозиция понятия «бюджетно-налоговая безопасность региона». Охарактеризованы показатели измерения бюджетно-налоговой безопасности региона. Предложены индикаторы для количественной оценки уровня бюджетно-налоговой безопасности регионов, формулы их расчета и экономическая интерпретация. Сформулированы основные угрозы бюджетно-налоговой безопасности, характерные для большинства регионов.*

**Ключевые слова:** бюджетно-налоговая безопасность, бюджетная безопасность, налоговая безопасность, бюджет региона, угрозы бюджетно-налоговой безопасности.

Активные преобразования в бюджетной сфере России, осуществляемые в течение последних лет, затрагивают интересы всех уровней бюджетной системы, в том числе и регионального. Региональные финансы играют значительную роль в реализации экономической политики региональных образований и обеспечивают рациональное поступательное развитие системы общественных благ, повышение качества услуг, предоставляемых населению, рост эффективности как отдельных хозяйств, так и национально-го хозяйства в целом.

Значительную роль в обеспечении экономической устойчивости региона и экономического роста играет бюджетно-налоговая безопасность, при этом суть данной категории заключается в обеспечении безопасного уровня, как бюджетной системы, так и в налоговой сфере.

По нашему мнению, бюджетно-налоговая безопасность представляет собой поддержание устойчивого состояния бюджетно-налоговой сферы, при котором обеспечивается платежеспособность региона при оптимальной налоговой нагрузке на население и предпринимательский сектор.

Бюджетно-налоговая безопасность региона подразумевает проведение такой политики в бюджетно-налоговой сфере, которая ориентировалась бы, прежде всего, на реализацию экономических потребностей территории с целью достижения максимального уровня финансовой устойчивости и минимизации финансовых рисков. К таким интересам относятся: устойчивый экономический рост, необходимый уровень инвестиций, позволяющий развивать производительные силы региона в будущем, меры поддержки и защиты отечественных производителей, меры развития наукоемких отраслей экономики, социальная политика, ориентирующаяся

на максимизацию качества населения [1].

Рассмотрим декомпозицию понятия «бюджетно-налоговая безопасность региона» (рис. 1).

Можно сказать, что бюджетно-налоговая безопасность региона характеризует такое состояние бюджетных ресурсов региона, при котором с определенной вероятностью исключаются потенциальные опасности, влияющие на экономику территории.

Для характеристики содержательной стороны бюджетно-налоговой безопасности регионов необходимо использование системы статистических показателей, которые позволяют дать всестороннюю оценку рассматриваемых процессов. Система бюджетно-налоговой безопасности регионов имеет двойственный характер и определяет с одной стороны, защищенность от угроз за счет наличия необходимого объема бюджетно-налоговых ресурсов и состояние адекватности налоговой нагрузки. Поэтому в качестве результативных показателей бюджетно-налоговой безопасности регионов целесообразно использование показателей бюджетно-налоговых ресурсов (совокупные доходы бюджетов регионов, в том числе налоговые и неналоговые доходы). В систему факторных показателей входят параметры социально-экономического развития регионов, характеризующие условия формирования бюджетно-налоговых ресурсов. Угрозы бюджетно-налоговой безопасности регионов возникают при неэффективности внутренних управленческих воздействий, результативность которых оценивается на основе индикаторов бюджетно-налоговой безопасности.

В первую очередь бюджетно-налоговая безопасность региона предопределяется размером бюджета, уровнем перераспределения ВРП через бюджет, размером, характером и уровнем

дефицита бюджета, методами финансирования последнего, масштабами бюджетного финансирования, процессом формирования бюджета,

своевременностью принятия и характером касового выполнения бюджета, уровнем бюджетной дисциплины.

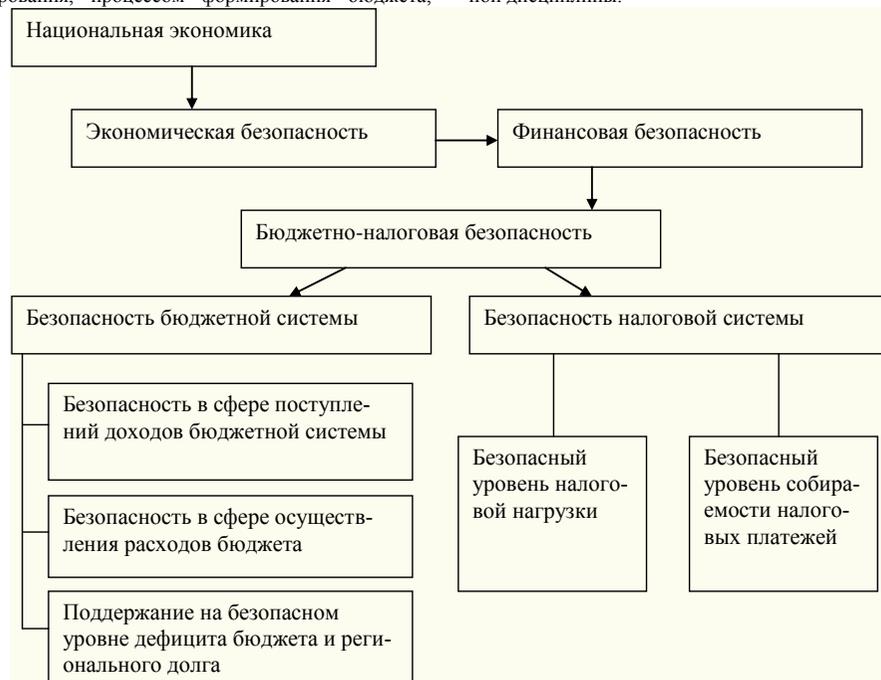


Рис. 1. Декомпозиция понятия «бюджетно-налоговая безопасность региона»

Уровень бюджетно-налоговой безопасности региона является обратно пропорциональным величине бюджетного дефицита. При этом дефицит выступает важнейшим фактором в системе угроз не только бюджетной, но и финансовой безопасности региона в целом.

Количественно финансовую устойчивость субъекта федерации можно определить на основе сравнения фактических результатов их деятельности с максимально возможными. Чем выше эта разница, тем в большей степени возможности саморазвития территории ограничены – тем ниже уровень ее бюджетно-налоговой безопасности.

Для оценки бюджетно-налоговой безопасности субъекта федерации целесообразно использование следующих коэффициентов бюджетной устойчивости:

- 1) коэффициент налоговой устойчивости;
- 2) коэффициент финансовой независимости;
- 3) коэффициент собственности;
- 4) показатель обеспеченности бюджетным капиталом;

- 5) показатель эффективности использования государственного бюджетного капитала;
- 6) показатель собираемости налоговых доходов;
- 7) показатель долговой нагрузки бюджета;
- 8) показатель нормированной средневзвешенной цены капитала.

Так как бюджетно-налоговая безопасность региона характеризуется возможностью бюджетной системы обеспечить стабильное поступательное развитие и соответствующую защиту финансовыми методами экономики территории, то, по нашему мнению, важнейшим фактором, определяющим эту возможность, выступает бюджетно-налоговый потенциал региона.

Основными интересами регионов являются обеспеченность собственными средствами и непосредственное участие в развитии своего района. С учетом этого количественную оценку уровня бюджетно-налоговой безопасности следует производить на основе представленных индикаторов, также целесообразно проведение анализа их динамики и тенденций (табл. 1).

Таблица 1

Индикаторы состояния бюджетов регионов

Обозначение	Индикатор	Формула расчета	Экономическая интерпретация индикатора
Z <sub>1</sub>	Доля исключительно собственных доходов в совокупных доходах, %	$СД_{искл} / СД \times 100\%$	Показывает уровень налоговых доходов от региональных налогов и сборов и неналоговых доходов
Z <sub>2</sub>	Доля собственных доходов в совокупных доходах, %	$СД / Д \times 100\%$	Показывает уровень собственных доходов, включая отчисления от федеральных налогов и сборов по ставкам, установленным для зачисления в региональные и местные бюджеты, региональные налоги и сборы и неналоговые доходы
Z <sub>3</sub>	Бюджетная результативность по доходам, руб.	$Д / Ч$	Показывает, сколько рублей приходится на каждого жителя региона
Z <sub>4</sub>	Сбалансированность бюджета, %	$Д / Р \times 100\%$	Свидетельствует о том, в какой степени бюджетные расходы покрываются доходами
Z <sub>5</sub>	Обеспечение расходов по социальным статьям собственными доходами	$СД / РС$	Показывает, сколько рублей собственных доходов приходится на 1 руб. расходов местного бюджета по социальным статьям расходов
Z <sub>6</sub>	Доля расходов по социальным статьям в общей величине расходов, %	$РС / Р \times 100\%$	Характеризует социальную направленность бюджета региона
Z <sub>7</sub>	Качество финансовой помощи	$БП_{субв} / (БП_{дот} + БП_{субс})$	Характеризует степень участия региона в финансировании расходов

Важно отметить, что выбор индикаторов, которые, по нашему мнению, наиболее объективно и точно отражают существующее положение региональных бюджетов, осуществлялся на основе анализа значительного объема эмпирического материала.

Дадим некоторые пояснения для табл. 1:  $СД_{искл}$  – исключительно собственные налоговые доходы от региональных налогов и сборов и неналоговых доходов, руб.;  $СД$  – собственные доходы, включая отчисления от федеральных налогов и сборов по ставкам, установленным для зачисления в региональные бюджеты, региональные налоги, сборы и неналоговые доходы, руб.;  $Д$  – совокупные доходы бюджета региона, руб.;  $Ч$  – численность постоянного населения, проживающего на территории региона, руб.;  $Р$  – расходы регионального бюджета, руб.;  $РС$  – расходы бюджета по социальным статьям, руб.;  $БП_{субв}$  – субвенции регионального бюджета, руб.;  $БП_{дот}$  – дотации регионального бюджета, руб.;  $БП_{субс}$  – субсидии регионального бюджета, руб.

Важнейшим аспектом обеспечения бюджетно-налоговой безопасности региона является своевременное выявление угроз такой безопасности и выработка мер по их нейтрализации [2].

К основным угрозам бюджетно-налоговой безопасности, характерным для большинства регионов, относятся:

- низкий уровень налоговых доходов, поступающих в региональные бюджеты;
  - несбалансированный характер бюджетов из-за несоответствия бюджетно-налоговых ресурсов, имеющихся в распоряжении властей региона, и закрепленных за ними расходных полномочий;
  - высокий уровень зависимости региональных бюджетов от финансовой помощи вышестоящих органов власти;
  - низкая эффективность системы финансового контроля в регионах;
  - низкий уровень квалификации служащих и недостатки профессионализма работников органов региональной власти;
  - необходимость содержания региональной собственности, не способной приносить экономическую выгоду учреждениям образования, здравоохранения, спорта и культуры, жилого фонда;
  - высокий уровень концентрации теневого сектора экономики, в том числе уклонение от уплаты налогов, коррупция органов власти и бизнеса;
  - миграционный отток населения трудоспособного возраста, деградация граждан в отдельных территориях, прежде всего сельских, старение и сокращение численности жителей региона.
- Бюджетно-налоговая безопасность играет значительную роль как средство обеспечения

экономической устойчивости региона и экономического роста, при этом суть данной категории заключается в обеспечении безопасного уровня, как бюджетной системы, так и в налоговой сфере.

Функционирование региональных бюджетно-налоговых систем требует тщательного анализа и изучения с позиций различных аспектов. При этом данные оценки бюджетно-налоговой безопасности региона должны служить основой для разработки управленческих решений в бюджетной сфере в целях повышения уровня бюджетно-налоговой безопасности территории и долгосрочного планирования ее обеспечения.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кутищева Е.В., Антонова М.В. Тенденции развития банковского кредитования в Липецкой области // Вестник Белгородского университета кооперации, экономики и права. 2013. № 4 (48). С. 340-347.
2. Смоланова О.В. Индикативный анализ бюджетно-налоговой безопасности муниципальных образований (на примере Республики Мордовия) // Регионология. 2011. № 3. С. 114-120.

*Растворцева С. Н., д-р эконом. наук, доц.,  
Ченцова А. С., студент,  
Усманов Д. И., аспирант,*

*Белгородский государственный национальный исследовательский университет*

#### ОБЗОР ИССЛЕДОВАНИЙ ВЛИЯНИЯ МЕЖДУНАРОДНЫХ ИНТЕГРАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ НА СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ НЕРАВЕНСТВО РЕГИОНОВ\*

*rastvortseva@bsu.edu.ru*

*Международная интеграция становится неотъемлемой частью социально-экономического развития. Ее влияние на внутреннюю экономику страны не всегда положительно – возникающие структурные сдвиги приводят к росту неравенства регионов. Целью работы мы ставим исследование прогресса научной мысли по вопросу зависимости регионального социального и экономического неравенства от интеграционных процессов. В статье определяется, что влияние интеграции на региональное неравенство оценивается часто через экономический рост, эффект масштаба, изменение транспортных издержек; рассматриваются эмпирические исследования регионов и экономические на базе стран Латинской Америки, Европы, в Китае, ЮАР; анализируются работы, носящие рекомендательный характер по проведению политики сглаживания социально-экономического неравенства. Анализ проводится преимущественно с использованием базы данных «Microsoft Academic Search» за 1991-2012 гг.*

*Ключевые слова:* региональная экономика, международная интеграция, социально-экономическое неравенство, размещение экономической активности, новая экономическая география.

Интеграционные процессы охватывают все стороны социальной, политической, экономической жизни современного общества. Насажением «сверху» или путём естественного развития экономики интеграция коренным образом изменяет течение основных экономических процессов, служит стимулом к образованию новых форм и способов ведения хозяйственной деятельности. Традиционно доказательство того, что интеграция положительно влияет на экономический рост, так как отсутствие торговых барьеров способствует формированию более эффективной структуры экономики. Современные научные доктрины (новая экономическая география, новая и новейшая теории международной торговли) рассматривают интеграционные процессы через призму снижения торговых издержек, увеличения объемов торговли и отмечают их влияние на рост социально-экономического неравенства регионов. Таким образом, экономическая интеграция имеет и негативные последствия. Важно понимать механизм воздействия различных форм интеграции России в мировую экономику на положение ее регионов для предотвращения усиления их неравенства. В основу понимания данного механизма должны лечь результаты эмпирических исследований с использованием современных экономико-математических методов и теоретических положений ведущих мировых научных школ.

Целью нашего исследования является исследование прогресса научной мысли по вопросу зависимости регионального социального и

экономического неравенства от интеграционных процессов.

Нами был проведен библиометрический анализ исследований в экономической науке по зарубежным базам данных: «Microsoft Academic Search» (1991-2012 гг. – 681 публикация), «HighWire Stanford University» (1953-2014 гг. – 13345 публикаций) – и российским базам данных: Научной электронной библиотеке ElibRARY.ru и Российской государственной библиотеке (электронный каталог). По результатам библиографического поиска среди российских публикаций статей, отражающих исследование влияния интеграции на усиление межрегионального неравенства, найдено не было. Однако отдельными направлениями экономической науки, в той или иной степени затрагивающими данное исследование, занимались Зубаревич Н., Литвинцева Г., Бобков В., Мельникова Л. и др. (региональное неравенство), Манакир П., Милосердов В., Иншаков О., Ломовцева О., Винокуров Е., Голайдо И. и др. (региональные аспекты экономической интеграции), Волчкова Н., Пилисов А., Родионова И., Сысоева Н., Куценко Е., Лимонов Л. и др. (новая экономическая география, новая теория международной торговли), Рыжова Н., Васильева О., Межевич Н., Жук Н., Навроцкая Н., Сопилко Н. и др. (эффекты границы).

Рассмотрим более подробно результаты, полученные по базе данных Microsoft Academic Search. За период с 1991 г. по 2012 г. по ключевой фразе «integration and regional inequality» была найдена 681 публикация, из них в катего-

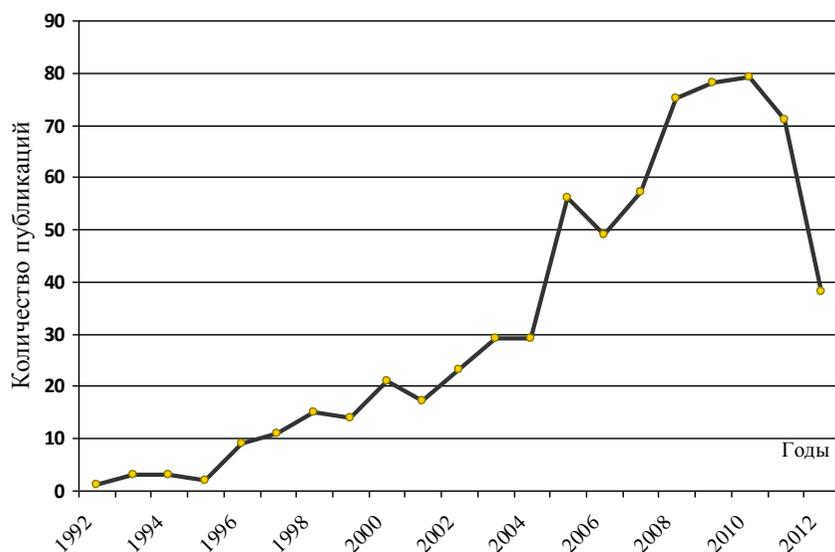


Рис. 1. Динамика числа публикаций по вопросам влияния интеграционных процессов на социально-экономическое неравенство регионов, представленных в базе данных «Microsoft Academic Search» за 1991-2012 гг.

Как показано на рисунке, число публикаций по данной проблематике имеет устойчивую тенденцию роста (при значительном опыте работы в базе данных «Microsoft Academic Search»), смеем предположить, что спад числа работ с 2010 года обусловлен тем, что в базу данных они попадают с некоторой задержкой). Наиболее активно исследования в области исследования влияния интеграционных процессов на социально-экономическое неравенство регионов проводятся в Лондонской школе экономических и политических наук (Великобритания), Университете Сан-Паулу (Бразилия), Корнелльском университете (США), Политехническом университете Гонконга, Иллинойском университете в Урбане-Шампейне (США), Калифорнийском университете в Беркли (США) и других центральных университетах.

Рассмотрим динамику становления и развития исследований о взаимосвязи интеграции и регионального неравенства. Интеграция как источник неравенства рассматривалась уже в 1996 г. [1, С. 1-26]. В работе говорится о последствиях стремления к региональной интеграции Юга Африки: «Региональная интеграция будет определяться взаимодействием глобальных и региональных по характеру обстоятельств, либераль-

ностью и интенсивным региональным неравенством... воплощение идеи внедрения региональной интеграции в реальность будет процессом долгим и, возможно, желчным».

В 1999 году К. Бьёрватн выявил влияние региональной интеграции на распределение рабочей силы и промышленной активности в странах третьего мира и выдвинул предположение о том, что основным результатом интеграции является снижение транспортных издержек, что способствует формированию регионального баланса экономической активности и доходности [2, С. 47-64].

Усиление неравенства регионов в условиях интеграционных процессов рассматривается через влияние экономического роста. Ряд учёных комплексно изучали проблемы взаимосвязи глобализации, регионального неравенства, роста и развития стран, звав за базис опыт европейских стран [3, С. 57-87]. Исследование взаимосвязи экономического роста (как неотъемлемого атрибута интеграционных процессов) и неравенства объясняет положительный эффект от перераспределения на экономический рост [4, С. 1615-1660].

Повышение интереса к экономическому росту, как фактору разрозненности регионов,

наблюдается в ряде публикаций. Например, в работе «Влияют ли неравенство и либерализация торговли на рост и бедность?» исследуется зависимость роста, неравенства и либерализации торговли в развивающихся странах друг, а также проводится анализ влияния полученных показателей на уровень бедности [5, С. 1-20].

Взаимосвязь экономического роста и неравенства в 2000-х годах анализировалась преимущественно в экономиках с идентичными участниками, при этом предметом исследования часто становились взаимодействия между эндогенными техническими переменными, вытекающими из повышения качества инноваций и динамикой структуры заработной платы [6, С. 855-882].

Здесь мы хотели бы отметить, что часто неравномерность экономического роста внутри страны объясняется проявлением эффекта масштаба, которому способствует либерализация торговли. Большинство исследований региональной концентрации базируется на моделях новой экономической географии, в которых отдача от масштаба исходит из технологических внешних факторов. Модели [7, С. 155-172] объясняют, как факторы «второй природы» определяют неравенство в региональных заработных платах и распределении экономической активности, что концентрации экономической активности является не обязательным результатом влияния внешних факторов теории Маршала. Региональное неравенство, в основном, усиливается там, где наблюдается эффект масштаба. Небольшая обратная зависимость между региональным неравенством и уровнем экономического развития (как предпосылки интеграции) была обнаружена в ряде субсистем и европейских регионов [8, С. 45-64].

Интересны работы, носящие рекомендательный характер по проведению экономической политики по сдерживанию межрегионального неравенства, вызванного интеграционными процессами. По результатам проведенного анализа взаимосвязи глобализации и глобального неравенства, бедности и маргинализации общества предлагается проведение альтернативной политики по сдерживанию роста крайней бедности и неравенства [9, С. 583-587]. Аналогичные выводы делаются в работе К. Басу [10, С. 1361-1373], важность разумной доли участия государства в сокращении регионального экономического неравенства подчеркивают С. Булес и Г. Жинтис [11, С. 3-30].

В конце XX века одной из главных задач учёных было выявление сущности неравенства, измерение его уровня. С этой целью разрабатывались различные подходы и применялись мето-

дики экономических и смежных дисциплин (например, [12, С. 15-37]). Исследование межрегионального неравенства проводилось в основном по критериям величины доходов и их распределению и, в меньшей степени, изучением остальных выражений экономического неравенства. Социальное неравенство трактовалось, в основном, с применением понятий «нищета», «маргинальность», «голод». При исследовании неравенства активно используются как параметрические, так и непараметрические подходы [13, С. 28-44].

Совершенствованием методического аппарата измерения регионального неравенства в условиях интеграционных и глобализационных процессов занимался А. Хешмати. Он делает вывод о взаимозависимости явлений неравенства и распределения доходов в ряде крупных стран мира за период 1950-2000 гг. [14, С. 1-43] (аналогичная работа, но более ранняя, была опубликована еще в 1977 г. [15, С. 331-350]). А. Хешмати обсуждает широко используемый коэффициент Gini, отходит от одностороннего рассмотрения неравенства доходов и говорит о «неравенстве вне доходов» - неравенстве профессиональных навыков, образований, возможностей, счастья, здоровья, благосостояния [16, С. 1-17]. В дальнейших работах А. Хешмати продолжает изучение неравенства, но уже в свете влияния его на рост, взаимозависимости между ростом, перераспределением доходов и бедностью [17, С. 1-28].

Мы хотели бы отметить широкую географию эмпирических исследований по проблеме оценки взаимосвязи экономической интеграции и межрегионального неравенства. Так, на примере регионов стран Латинской Америки было доказано, что неравенство в регионах выше в периоды большой открытости экономики. Достоверность полученных результатов подтверждается значительным временным периодом исследования (1950-2000 гг.) и применением нескольких эконометрических моделей [18, С. 45-84].

Изучением реальных заработных плат, неравенства и глобализации в странах Латинской Америки занимался и Дж. Вильямсон (период исследования - до 1940-х гг.). В своей работе он задаётся вопросом о роли географической изоляции, глобализации и демократической силы в появлении разрывов между регионами [19, С. 101-142].

Анализ влияния торговых соглашений, подписанных Центральной Америкой, на исправление ситуации с бедностью и неравенством проводили П. Жордано и М. Ватануки [20, С. 381]. Вызывает интерес исследования нера-

венства в регионах Мексики в период развития интеграционных процессов (блок НАФТА). Эмпирические оценки позволяют сделать вывод о том, что наиболее важными факторами экономического роста мексиканских регионов являются процессы концентрации экономической активности и приток прямых иностранных инвестиций [21, С. 179-202]; регионы США, которые более интегрированы в мировую экономику, предлагают лучшие условия для работы низкоквалифицированным работникам (преимущественно женщинам), что вызывает миграционные сдвиги между странами [22, С. 1524-5861]. Предполагается, что для уменьшения уровня регионального неравенства Правительство Мексики должно проводить льготную политику привлечения прямых иностранных инвестиций, особенно в отраслях энергетики, транспорта, высокотехнологичных индустрий, а также в сфере образования [23, С. 257-270].

Значительный объем исследований проводился для регионов Китая в процессе присоединения страны к ВТО. Исследование за период второй половины XX века позволило выявить три пика неравенства, приходившиеся на конец 1950-х годов (Великий голод), конец 1960-х и 1970-е годы (Культурная революция) и конец 1990-х годов (период открытости и глобальной интеграции). Проведение эконометрического анализа позволило определить, что региональное неравенство объясняется тремя основными причинами: снижением доли тяжелой промышленности в ВВП, уровнем децентрализации и степенью открытости экономики [24, С. 87-106].

В экономической литературе встречаются работы, которые, опираясь на результаты анализа влияния глобализации на усиливающееся неравенство в регионах, оспаривают привлекательность вступления Китая в ВТО [25, С. 1-34]. В работе доказывается, что:

1) усиление глобализации положительно коррелирует с растущим неравенством, имеет существенное влияние на неравенство, и это влияние возрастает со временем;

2) капитал является наиболее важным фактором динамики степени неравенства между регионами;

3) на региональное неравенство влияет экономическая реформа, сопровождающаяся приватизационными процессами;

4) влияние таких показателей, как уровень образования, размещение экономической активности, урбанизация и уровень иждивенчества, на межрегиональное неравенство постепенно снижается [26, С. 1-34].

Вопросы влияния интеграционных процессов на региональное неравенство в Китае под-

нимаются и в других работах [27, С. 225-244]. Предпринимаются попытки соединить исследование регионального неравенства на макроуровне с исследованиями процесса локального развития и расширить области изучения неравенства между провинциями [28, С. 423].

Таким образом, проведя обзор исследований влияния международных интеграционных процессов на социально-экономическое неравенство регионов, мы можем сделать некоторые выводы. Влияние международной интеграции на внутреннюю экономику страны не всегда положительно – возникающие структурные сдвиги приводят к росту неравенства регионов. Библиометрический анализ исследований по данной проблематике показал, что российские ученые занимаются отдельными направлениями в данной области, в то время, как за рубежом число публикаций имеет устойчивую тенденцию роста. Влияние интеграции на региональное неравенство оценивается часто через экономический рост, эффект масштаба, изменение транспортных издержек. Эмпирические исследования регионов в большинстве случаев проводятся на базе стран Латинской Америки, Европы, в Китае, ЮАР. Ряд работ в данной области носит рекомендательный характер по проведению политики сглаживания социально-экономического неравенства.

*\*Работа выполнена в рамках Грант Президента РФ. Проект № МД-1107.2014.6*

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Gibb, R. «Towards a new southern Africa: The challenge of regional economic cooperation and integration» [Text] / The South African Journal of International Affairs. Vol. 4., Issue 1. – 1996. – pp. 1-26
- Bjorvatn, K. «Third World regional integration» [Text] / European Economic Review. Vol. 43, Issue 1 – 1999. – pp. 47-64
- Easterly, William-R. «Globalization, Inequality, and Development: The Big Picture», Monetary and Economic Studies, 22 (S-1), Institute for Monetary and Economic Studies, Bank of Japan. – 2004. – pp. 57–87 (this issue).
- Aghion, P., Caroli E., Garcia-Penalosa C. «Inequality and Economic Growth: The Perspective of the New Growth Theories» [Text] / Journal of Economic Literature. Vol. 37, No. 4. – 1999. – pp. 1615-1660
- Mbabazi, J., Morrissey, O., Milner C. Are Inequality and Trade Liberalization Influences on Growth and Poverty? [Text] / Working Paper Series UNU-WIDER Research Paper, World Institute for

Development Economic Research (UNU-WIDER). No. 132. – 2001. – pp. 1-20.

6. Aghion, P. Schumpeterian growth theory and the dynamics of income inequality [Text] / Econometrica: journal of the Econometric Society, an internat. society for the advancement of economic theory in its relation to statistics and mathematics. Vol. 70, No. 3. – 2002. – pp. 855-882.

7. Beenstock M., Felsenstein D. Marshallian theory of regional agglomeration / [Text] Papers in Regional Science. Vol. 89, No. 1. – 2010. – pp. 155-172

8. Novotny J. Decomposition of global and European socio-economic inequalities with attention to their regional dimensions [Text] / Regional and Sectoral Economic Studies. RSES. Vol. 4, No. 2. – 2004. – pp. 45-64

9. Ravenhill, J. Globalization, Poverty and Inequality [Text] / New Political Economy. Vol. 11, No. 4. – 2006. – pp. 583-587.

10. Basu K. Globalization, Poverty, and Inequality: What is the Relationship? What Can Be Done? [Text] / World Development. Vol. 34, No. 8. – 2006. – pp. 1361-1373

11. Bowles S., Gintis H. The Inheritance of Inequality [Text] / Journal of Economic Perspectives. Vol. 16, No. 3. – 2002. – pp. 3-30

12. Sutcliffe B. The Rise or Fall of World Inequality André Decoster [Text] / Oxford Review of Economic Policy. Vol. 20, No. 1. – 2004. – pp. 15-37

13. Chotikapanch D., Valenzuela R., Prasada Rao D.S. Global and Regional Inequality in the Distribution of Income: Estimation with Limited and Incomplete Data [Text] / Empirical Economics, No. 22 (1997) – pp. 28-44

14. Heshmati A. Regional Income Inequality in Selected Large Countries [Text] / IZA Discussion Paper. No. 1307. – 2004. – pp. 1-43

15. Berry A., Bourguignon F., Morrison C. Changes in the World Distribution of Income between 1950 and 1977 [Text] / The Economic Journal. Vol. 93, No. 370. – 1983. – pp. 331-350.

16. Heshmati A. Inequalities and Their Measurement [Text] / IZA Discussion Paper. No. 1219. – 2004. – pp. 1-17

17. Heshmati A. Growth, Inequality and Poverty Relationships [Text] / IZA Discussion Paper. No. 1338. – 2004. – pp. 1-28

18. Baten J., Fraunholz U. Did Partial Globalization Increase Inequality? The Case of the Latin American Periphery [Text] / CESifo Economic Studies. Vol. 50, No.1. – 2004. – pp. 45–84

19. Williamson J.G. Real wages, inequality and globalization in Latin America before 1940 [Text] / Revista de Historia Económica. Journal of Iberian and Latin American Economic History (Second Series). Vol. 17, No. 3. – 1999. – pp. 101-142.

20. Giordano P., Watanuki M. Evaluating the impact of trade agreement for Central America: Does trade integration improve poverty and inequality? / [Text] Presented at the 11th Annual Conference on Global Economic Analysis, Helsinki, Finland. – 2008. – p. 381

21. Jordaán J.A., Rodriguez-Oreggia E. Regional growth in Mexico under trade liberalisation: how important are agglomeration and FDI? / [Text] The Annals of Regional Science. Vol. 48, No. 1. – 2009. – pp. 179-202

22. Borraz F., Lopez-Cordova J.E. Has Globalization Deepened Income Inequality in Mexico? / [Text] Global Economy Journal. Vol. 7, No. 1. – 2007. – pp. 1524-5861

23. Zheng P. The determinants of disparities in inward FDI flows to the three macro-regions of China / [Text] Post-Communist Economies. Vol. 23, No. 2. – 2011. – pp. 257-270.

24. Kanbur R., Zhang X. Fifty Years of Regional Inequality in China: a Journey Through Central Planning, Reform, and Openness // Review of Development Economics. Volume 9, Issue 1, pages 87–106, February 2005

25. Wan G., Lu M., Chen Z. Globalization and Inequality: Evidence from Within China» [Text] / Published: London: Centre for Economic Policy Research. NBER Working Paper No. 8611. – 2001. – pp. 1-34

26. Wan G., Lu M., Chen Z. Globalization and Inequality: Evidence from Within China» [Text] / Published: London: Centre for Economic Policy Research. NBER Working Paper No. 8611. – 2001. – pp. 1-34

27. Lu L., Wei Y.D. Domesticating globalisation, new economic spaces and regional polarisation in Guangdong province, China [Text] / Tijdschrift voor economische en sociale geografie. Vol. 98, No. 2. – 2007. – pp. 225-244

28. Li Y. Resource flows and the decomposition of regional inequality in Beijing-Tianjin-Hebei Metropolitan Region, 1990-2004. 1980-2010 // ERSAs Congress, New Challenges for European Regions and Urban Areas in a Globalised World, 51st European Congress of the Regional Science Association International 30th August - 3rd September 2011, Barcelona, Spain p. 423

# ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

Куприева О. В., аспирант

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

## ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ ТЕРМИЧЕСКОЙ ДИССОЦИАЦИИ ГИДРИДА ТИТАНА\*

kuprieva85@mail.ru

В работе представлены расчеты термической стабильности гидрида титана классическим термодинамическим методом. Аналитическим и графическим методом рассчитаны термодинамические характеристики ( $\Delta H$ ,  $\Delta S$  и энергия Гиббса  $\Delta G$ ) образования и разложения гидрида титана. Выявлено, что равновесные давления водорода над поверхностью гидрида титана в 0,01 и 1,0 атм. теоретически должны фиксироваться соответственно при 670 и 920 °С. Установлено, что термическая стабильность гидрида титана по данным расчета классической термодинамики наблюдается до температуры 680 °С ( $P_{H_2} = 0,01$  атм) и 945 °С ( $P_{H_2} = 1,0$  атм).

**Ключевые слова:** гидрид титана, термическая стабильность, термодинамические характеристики, равновесное давление.

**Введение.** Гидриды многих переходных металлов в последние годы представляют теоретический и практический интерес при их использовании во многих отраслях промышленности, включая атомную энергетику. Это вызвано высокой концентрацией атомов водорода в структуре гидридов, например: в гидриде титана концентрация атомов водорода составляет 10%, что является рекордным для водородных соединений. Данные материалы, включая гидрид титана, являются перспективным материалом для обеспечения нейтронной защиты в ядерно-энергетических установках [1,2]. В Белгородском государственном технологическом университете им. В.Г. Шухова под руководством д.т.н., проф. Павленко В.И. уже разработаны основные методы и принципы создания материалов авиационно-космического назначения [3-16], а использование гидрида титана для радиационно-защитных композитов позволит создать новые материалы с улучшенными характеристиками.

**Методология.** Одним из выдающихся теоретических методов выяснения термической стабильности гидрида титана является классический термодинамический метод, обусловленный расчетом таких важных термодинамических параметров, как: энтальпия ( $\Delta H$ ), энтропия ( $\Delta S$ ), энергия Гиббса ( $\Delta G$ ) [17].

Диссоциация гидрида титана протекает по реакции:



Изменение температуры в большей степени, чем изменение, какого либо другого параметра, влияет на протекание реакции (1). Количественно влияние температуры на равновесие реакции (1) отражается уравнением изобары:

$$d \ln K_p / dT = \Delta H^0_T / RT^2 \quad (2)$$

Для практических расчетов равновесия реакций при различных температурах требуется интегрирование уравнения (2). Для изобарного процесса при условии, что тепловой эффект не зависит от температуры уравнение имеет вид:

$$\ln K_p = -\Delta H^0_T / RT + B \quad (3)$$

где, B - постоянная интегрирования, физический смысл которой следующий.

Из уравнения (3):

$$RT \ln K_p = -\Delta H^0_T + RTB \quad (4)$$

Если парциальные давления всех компонентов реакции в исходной неравновесной смеси равны единице, тогда из уравнения изотермы химической реакции имеем:

$$RT \ln K_p = -\Delta H^0_T - \Delta G^0_T \quad (5)$$

тогда:

$$\Delta G^0_T = \Delta H^0_T - RTB \quad (6)$$

Сопоставив уравнения (6) с уравнением Гиббса-Гельмгольца:

$$\Delta G^0_T = \Delta H^0_T - T \Delta S \quad (7)$$

получаем:

$$B = \Delta S^0_T / R \quad (8)$$

где,  $\Delta S^0_T$  - изменение энтропии в ходе реакции.

Постоянную интегрирования B можно определить, если изменение  $\Delta S^0$  реакции при данной температуре T описать уравнением:

$$\Delta S^0_T = \Delta S^0 + \int (\Delta C_p / P) dT \quad (9)$$

где:  $\Delta C_p$  - изобарная теплоемкость.

При T=0 изменение энтропии  $\Delta S = 0$  (постулат Планка), тогда

$$\Delta S^0_T = \int (\Delta C_p / P) dT \quad (10)$$

**Основная часть.** Из изотерм рассчитаны термодинамические характеристики реакции взаимодействия водорода с титаном. Реакция образования гидрида титана - это экзотермический процесс, тогда как разложение гидридной фазы - сопровождается поглощением тепла.

При давлении ниже 100 атм. значения теплоты и давления водорода практически совпадают. Если принять энтальпию реакции, не зависящей от температуры, тогда давление газобразного водорода над твердой фазой как функцию температуры можно описать уравнением Вант-Гоффа:

$$RT \ln P = \Delta H - T \Delta S \quad (11)$$

или:

$$\ln P = A/T - B \quad (\text{где, } A = \Delta H / RT; B = \Delta S / T) \quad (12)$$

Если равновесное давление образования (разложения) гидридной фазы определять как давление в точке середины плато, то логарифмическая зависимость давления от обратной температуры имеет линейный вид. Можно определить постоянную интегрирования B и тепловой эффект реакции графически путем по угловому коэффициенту  $\tan \alpha$ , где  $\tan \alpha = \Delta H / R$ , а отрезок, отсекаемый на оси ординат равен величине B. Таким образом, аналитический и графический методы позволили рассчитать термодина-

мические характеристики ( $\Delta H$ ,  $\Delta S$  и энергию Гиббса  $\Delta G$ ) образования и разложения гидрида титана.

Оценим, при каких температурах равновесное давление водорода над гидридом титана  $TiH_2$  составит 0,01 и 1,0 атм.

Согласно уравнению изотермы химической реакции изменение изобарно-изотермического потенциала (энергии Гиббса  $\Delta G$ ) при диссоциации гидрида равно:

$$\Delta G_T = \Delta G^0_T + RT \ln (P_{H_2} / 1) \quad (13)$$

Давление водорода 1 атм. создается при температуре, при которой  $\Delta G^0_T = 0$ , а давление 0,01 атм. - при температуре, когда:

$$\Delta G_T = \Delta G^0_T + RT \ln (0,01 / 1) \quad (14)$$

Построив соответствующие графики, определили, что равновесные давления водорода над поверхностью гидрида титана в **0,01 и 1,0 атм.** теоретически должны фиксироваться соответственно при **670 и 920°С.** (рис.1).

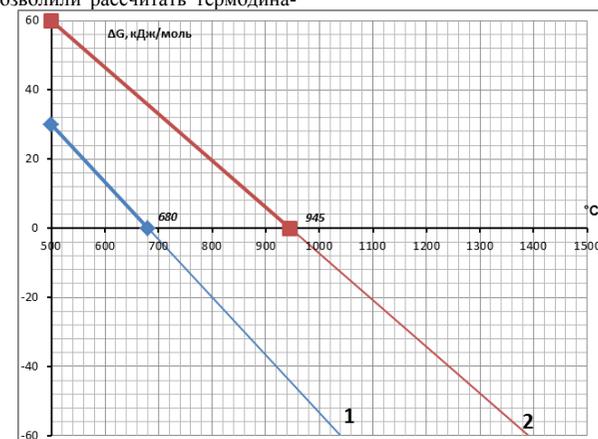


Рис. 1. Зависимость  $\Delta G_T = f(T)$  разложения  $TiH_2$  при равновесном давлении 0,01 (кривая 1) и 1,0 атм. (кривая 2)

**Выводы.** Таким образом, термическая стабильность гидрида титана по данным расчета классической термодинамики наблюдается до температуры 680°С ( $P_{H_2} = 0,01$  атм) и 945°С ( $P_{H_2} = 1,0$  атм).

\*Работа выполнена в рамках Государственного задания Минобрнауки РФ от 3 марта 2014 года.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Власенко Н.И., Коротенко М.Н., Литвиненко С.Л. Нейтронно-защитные свойства гидридов титана и циркония с повышенным содержанием водорода // Ядерная радиация и безопасность. 2009. №4. С. 33–35.

2. Михеева В.И. Гидриды переходных металлов. - М.: Изд-во АН СССР, 1960.

3. Павленко В.И., Едаменко О.Д., Ястребинский Р.Н., Черкашина Н.И. Радиационно-защитный композиционный материал на основе полистирольной матрицы // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2011. №3. С. 113–116.

4. Павленко В.И., Новиков Л.С., Бондаренко Г.Г., Черник В.Н., Гайдар А.И., Черкашина Н.И., Едаменко О.Д. Экспериментальное и физико-математическое моделирование воздействия набегавшего потока атомарного кислорода на высоконаполненные полимерные компо-

зиты // Перспективные материалы. 2012. № 4. С. 92-98.

5. Черкашина Н.И. Моделирование воздействия космического излучения на полимерные композиты с применением программного комплекса GEANT4 // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 3. С. 122.

6. Павленко В.И., Акишин А.И., Едаменко О.Д., Ястребинский Р.Н., Тарасов Д.Г., Черкашина Н.И. Явления электризации диэлектрического полимерного композита под действием потока высокоэнергетических протонов // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2010. Т. 12. № 4-3. С. 677-681.

7. Черкашина Н.И., Павленко В.И. Перспективы создания радиационно-защитных полимерных композитов для космической техники в Белгородской области // В сборнике: Белгородская область: прошлое, настоящее, будущее. Материалы областной научно-практической конференции в 3-х частях. 2011. С. 192-196.

8. Павленко В.И., Черкашина Н.И., Сухорослова В.В., Бондаренко Ю.М. Влияние содержания кремнийорганического наполнителя на физико-механические и поверхностные свойства полимерных композитов // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 6. С. 95.

9. Черкашина Н.И. Воздействие вакуумного ультрафиолета на полимерные нанокompозиты // В сборнике: Инновационные материалы и технологии (XX научные чтения) Материалы Международной научно-практической конференции. 2010. С. 246-249.

10. Павленко В.И., Прозоров В.В., Лебедев Л.Л., Слепоконь Ю.И., Черкашина Н.И. Повышение эффективности антикоррозионной обработки ядерного энергетического оборудования путем пассивации в алюминийсодержащих растворах // Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология. 2013. Т. 56. № 4. С. 67-70.

11. Ястребинский Р.Н., Павленко В.И., Бондаренко Г.Г., Ястребинская А.В., Черкашина Н.И. Модифицированные железоксидные системы – эффективные сорбенты радионуклидов // Перспективные материалы. 2013. № 5. С. 39-43.

12. Черкашина Н.И., Карнаухова А.А., Бурков А.В., Сухорослова В.В. Синтез высокодисперсного гидрофобного наполнителя для полимерных матриц // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2013. № 6. С. 156-159.

13. Pavlenko V.I., Cherkashina N.I., Edamenco O.D., Novikov L.S., Chernik V.N., Bondarenko G.G., Gaidar A.I. Experimental and physicomathematical simulation of the effect of an incident flow of atomic oxygen on highly filled polymer composites // Inorganic Materials: Applied Research. 2013. Т. 4. № 2. С. 169-173.

14. Павленко В.И., Бондаренко Г.Г., Черкашина Н.И., Едаменко О.Д. Влияние вакуумного ультрафиолета на микро- и наноструктуру поверхности модифицированных полистирольных композитов // Перспективные материалы. 2013. № 3. С. 14-19.

15. Павленко В.И., Заболотный В.Т., Черкашина Н.И., Едаменко О.Д. Влияние вакуумного ультрафиолета на поверхностные свойства высоконаполненных композитов // Физика и химия обработки материалов. 2013. № 2. С. 19-24.

16. Черкашина Н.И., Павленко В.И., Едаменко А.С., Матюхин П.В. Исследование влияния вакуумного ультрафиолета на морфологию поверхности нанопополненных полимерных композиционных материалов в условиях, приближенных к условиям околоземного космического пространства // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 6. С. 130.

17. Павленко В.И. Химическая термодинамика. М. Высшая школа. 1998. 319с.

*Злобин И. А., директор по продажам в странах СНГ  
Zysk, Karl-Heinrich Dr. специалист технологического отдела  
Loesche GmbH, Германия  
Борисов И.Н., д-р техн. наук, проф.  
Мандрикова О.С., асс.*

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

## **ВЛИЯНИЕ ВИДА ПРИМЕНЯЕМОГО ПОМОЛЬНОГО АГРЕГАТА НА ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПРОДУКТА**

**Igor.Zlobin@loesche.de**

*Первый опыт применения вертикальных валковых мельниц для помола цемента и ряд лабораторных исследований, проведенных в 90гг. прошлого века, показали значительные отличия качественных характеристик цементов, получаемых в различных помольных агрегатах. Прежде всего, отличия касались гранулометрического состава продукта, что являлось причиной ускоренных сроков твердения и быстрого набора прочности на ранних сроках твердения цементов, произведенных в вертикальных мельницах. Проведенные мероприятия по оптимизации помольных агрегатов и сепараторов на сегодняшний день позволяют производить цемент с идентичными гранулометрическими характеристиками продукта.*

**Ключевые слова:** *помольный агрегат, вертикальная валковая мельница, шаровая мельница, гранулометрический состав, удельная поверхность, качественные характеристики.*

Активное внедрение новых систем помола цемента с применением вертикальных валковых мельниц с начала восьмидесятых годов прошлого столетия послужило отправной точкой для проведения исследовательских работ по определению влияния вида применяемого помольного агрегата на качественные характеристики продуктов помола. На фоне регулярно поступающих сообщений об успешном вводе в эксплуатацию и достижении гарантийных показателей тех или иных вертикальных мельниц [1, 2], параллельно проводились лабораторные исследования [3-5], которые показывали, что цементы, произведенные в вертикальных валковых мельницах, характеризуются повышенным водопотреблением, ускоренными сроками схватывания и недостижением марочных прочностных характеристик по сравнению с цементами, произведенными в шаровых мельницах [3, 4]. Основными причинами данных отличий указывались различия в гранулометрическом составе получаемых продуктов [4], различия в форме отдельных частиц, что является следствием разницы воздействующих сил [5, 6], недостаточно равномерное распределение сульфатосодержащей добавки при помоле и более высокая реакционная способность отдельных клинкерных фаз в цементах, произведенных в вертикальных мельницах [4, 5].

Гранулометрический или дисперсионный состав получаемого продукта, равно как и тонкость помола, оказывают максимальное влияние на качественные характеристики получаемых продуктов и являются следствием совокупного воздействия нескольких факторов: физических свойств отдельных компонентов и их процент-

ного соотношения в смеси, способа механического воздействия на материал или смесь материалов, наличия и вида используемого сепаратора, времени нахождения материала в помольном агрегате и технологической схемы применяемых в помольном отделении машин и агрегатов.

В цементной промышленности для определения дисперсности и тонкости измельченного материала используются стандартизированные методы определения остатка на контрольных ситах (ГОСТ 310.2, ГОСТ 30744, EN 196-6 и др.) и определение удельной поверхности методом воздухопроницаемости [7], которые по сути не предоставляют полной картины дисперсных характеристик, т.е. не дают представления о том, какую долю по массе, объему или числу составляют частицы в любом диапазоне их размеров. Ситовой остаток, хотя и включен в технологический регламент и требования по качеству продукции цементных заводов, не даёт точной информации о содержании тонких классов менее 45 мкм (минимальное применяемое сито – 20 мкм, при этом начиная с сита 32 мкм точность измерения значительно падает), работающие оказывают значительное влияние на кинетику нарастания прочности. Данный метод был внедрен и стандартизирован для имевших повсеместное распространение шаровых мельниц, работающих в открытом цикле. В настоящее время, с появлением современных помольных агрегатов и связанных с этим качественных изменений продуктов, применение ситового анализа как единственного качественного показателя является явно недостаточным.

Усредненное значение удельной поверхно-

сти, выражаемое как отношение суммарной площади поверхности частиц к их массе ( $m^2/kg$ ) и определяемое методом воздухопроницаемости, также не является единственной определяющей характеристикой дисперсности продукта, поскольку порошки с различным гранулометрическим составом могут обладать одинаковой удельной поверхностью [7], но является общепринятой качественной характеристикой цемента: чем тоньше размолот цемент, тем выше его прочность во все сроки твердения [8]. Увеличение удельной поверхности – первая мера, которую используют цементные заводы для улучшения прочностных характеристик цементов. Но увеличение тонкости помола, используемое для увеличения марочной прочности цемента, влечет за собой увеличение удельных энергозатрат, снижение единичной производительности помольного агрегата и приводит к росту энерготехнологического коэффициента использования оборудования [9]. В то же время сверхтонкий

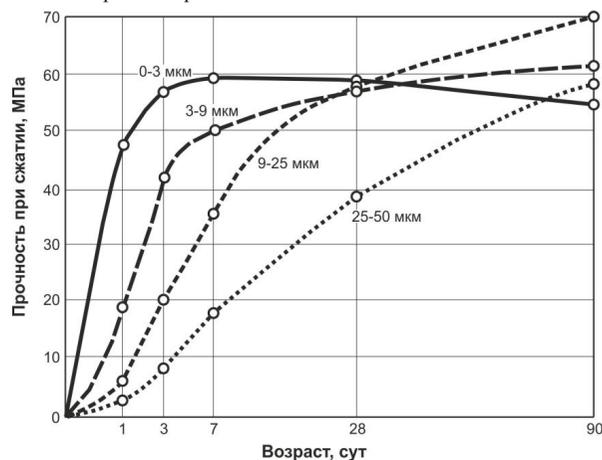


Рис. 1. Кинетика набора прочности частиц цемента различного размера

дисперсности. Применяемые в различных приборах виды лазеров, матрицы измерения и используемые алгоритмы расчетов значительно отличаются друг от друга. Поэтому сравнивать напрямую данные гранулометрического состава, полученные разными методами, нельзя, поскольку они дают отличающиеся друг от друга результаты [7].

Существует несколько методов определения гранулометрического или дисперсионного состава порошков, но ни один из этих методов не стандартизирован в действующих нормах, определяющих качество цемента.

Наибольшее распространение в цементной промышленности получил метод определения гранулометрического состава посредством лазерной гранулометрии в сухой среде, но существуют также способы определения гранулометрического состава с использованием водяной

помол, свыше  $500 m^2/kg$ , не всегда приводит к дальнейшему увеличению прочности, а, напротив, может снижать её [8]. Достижение общепринятых тонкостей помола в диапазоне от 300 до  $600 m^2/kg$  возможно на любом из рассматриваемых видов помольных агрегатов – на шаровой и на вертикальной мельницах.

Известно, что скорость и степень гидратации частиц цементного порошка напрямую зависят от их размера. Частицы различных размеров определяют кинетику нарастания прочности в различные периоды, что показано на рис. 1 [10]. Максимальное влияние на набор прочности в ранние сроки оказывают частицы размером 0-3 и 3-9 мкм, а в марочном возрасте – частицы в диапазоне 0-25 мкм. Частицы размером более 25 мкм не оказывают значительного влияния на показатель прочности как в ранние сроки твердения, так и в марочном возрасте.

Таким образом, гранулометрический состав цементного порошка является основным критерием, оказывающим влияние на кинетику нарастания и марочную прочность цементного камня и бетона [11].

Гранулометрический состав цемента принято описывать с помощью двухпараметрической математической модели функции распределения Розина-Раммлера-Шперлинга-Беннета (RRSB) [11], которая выражается следующим образом:

$$\frac{1}{R(x)}(1) = \exp\left[\left(\frac{x}{x_0}\right)^n\right]; \quad (1)$$

На формирование гранулометрического состава непосредственное влияние оказывает применяемый помольный агрегат в сочетании с соответствующим технологической схеме помольного отделения периферийным оборудованием. Материалы, перемалываемые в шаровых мельницах, работающих в открытом цикле, подвергаются механическому воздействию мелющих тел бесчисленное количество раз. Получаемый таким образом продукт характеризуется высоким содержанием грубых частиц («недомол»), размером более 60-70 мкм, и значительной долей сверхтонких частиц («перемол») размером менее 3 мкм. Как следствие, данные продукты характеризуются очень широким диапазоном распределения частиц по размеру. Переход на замкнутый цикл помола, т.е. установка сепара-

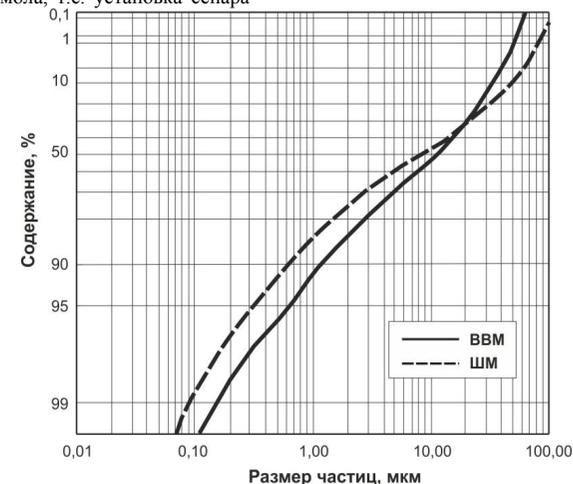


Рис. 2. Кривые распределения гранулометрического состава цемента, получаемых в шаровой и вертикальной мельницах

Мероприятия, проводимые в последние десятилетия производителями как шаровых так и вертикальных мельниц, направленные на получение более однородного гранулометрического состава: замкнутый цикл помола для отделений с шаровыми мельницами с одной стороны, и получение более пологой кривой распределения гранулометрического состава благодаря внедрению новых динамических сепараторов и расширению возможностей воздействия на процесс помола (давление валков, скорость газового потока, высота ограничительного кольца и скорость вращения сепаратора) в вертикальной мельнице, с другой – привели к тому, что на сегодняшний день гранулометрический состав

позволяет значительно сократить долю «перемол» и «недомол», что ведёт к получению более крутой кривой распределения гранулометрического состава. Количество контактов материала с помольными поверхностями в вертикальной мельнице в силу ее конструктивных особенностей значительно меньше, что также ведёт к значительному сокращению «перемол» в продукте и сокращению удельных энергозатрат на помол. Измельченный материал, проходящий через встроенный динамический сепаратор, сразу покидает цикл помола. Это ведёт к тому, что цементы, произведенные в вертикальных мельницах характеризуются значительно более узкой дисперсностью, т.е. более крутой кривой распределения гранулометрического состава. В идеализированном виде кривые распределения гранулометрического состава продуктов, произведенных в шаровой и вертикальной мельницах, представлены на рис. 2.

цементов, произведенных на разных помольных системах сопоставим, что показано на рис. 3.

Значительно более важным может являться вопрос о распределении отдельных минеральных компонентов по фракциям получаемого продукта. Исследования с бездобавочными цементами показали, что легкоразмалываемый гипс накапливается в тонких фракциях минерала, вытесняя из них зерна клинкера [9]. Предположительно, использование при производстве смешанных цементов добавок, обладающих значительно лучшей размолоспособностью (пущо-ланы, известняк), чем клинкерные фазы, также приводит к их накоплению в тонких классах. Повышение удельной поверхности достигается,

главным образом, накоплением в цементе большого количества очень тонких – менее 2-3 мкм – частиц [9]. Так например, введение сухой золы уноса электростанций непосредственно в сепаратор не оказывает прямого влияния на сам процесс помола, но увеличивает удельную поверхность цементного порошка, в то время как дисперсность клинкерных фаз в продукте помола не меняется. В результате, наличие в составе цементной шихты компонентов более легкоразмалываемых, чем клинкер, искажает взаимосвязь между увеличением удельной поверхности и ожидаемым изменением кинетики нарастания прочности [9]. В алитовом клинкере зерна раз-

мером менее 1 мкм гидратируют практически полностью сразу после затворения, зерна размером 3-5 мкм – за 2-3 суток, в то время как зёрна размером около 30 мкм за 28 суток гидратируют на 85-90% [9]. Результаты исследований З.Б. Энтина [9] позволяют сделать следующее предположение: лучшая размолоспособность алитовой фазы по отношению к белитовой (микротвёрдость  $C_3S = 7.670$  МПа/см<sup>2</sup>,  $C_2S = 10.300$  МПа/см<sup>2</sup> [12]) приводит к неравномерному распределению клинкерных фаз по фракциям, что, как следствие, может оказывать влияние на кинетику нарастания прочности.

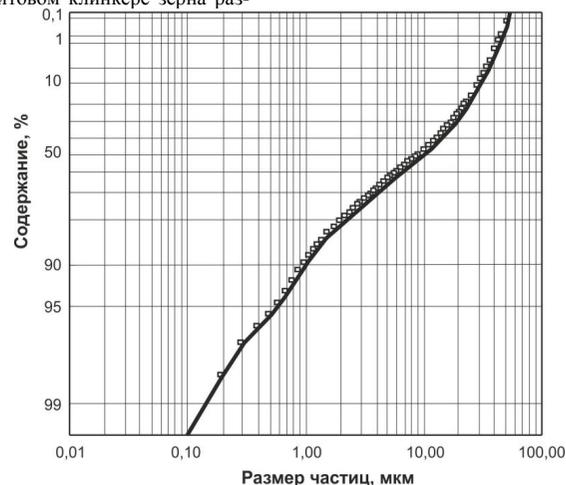


Рис. 3. Идентичное распределение гранулометрического состава цемента, произведённых в шаровой и вертикальной мельницах после оптимизации

Для оценки распределения отдельных клинкерных фаз в тех или иных классах частиц, а также для установления количественного содержания сульфатосодержащей добавки в различных фракциях необходимо проведение седиментационного анализа и автоматизированного минералогического анализа (MLA, Mineral Liberation Analysis), который позволяет установить распределение отдельных минералов по классам крупности.

Таким образом, оптимизация гранулометрического состава цемента представляет собой значительно более мощное средство для улучшения качества цемента, чем повышение его удельной поверхности [9]. Особенно важно это при проведении совместного помола компонентов смешанных цементов, обладающих принципиально различной размолоспособностью. Применяемые в настоящее время виды помольных агрегатов – вертикальная валковая мельница или шаровая мельница с сепаратором – позволяют

производить продукты с одинаковой удельной поверхностью и идентичным гранулометрическим составом. Однако цементы, производимые в различных агрегатах и достигающие нормированную прочность на 28 суток, характеризуются разной кинетикой ее нарастания, что может быть связано с неравномерностью распределения отдельных клинкерных фаз по фракциям получаемого продукта. Влияние помольного агрегата на распределение клинкерных фаз в продукте помола и возможная зависимость от этого прочностных характеристик подлежат дополнительному изучению.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Engeln I. Rollenmühlen für Zement – Betriebsergebnisse aus einem mexikanischen Zementwerk / ZKG International. 2001. № 10. С. 550-554.
2. Reichardt Y., Link G., Gilabert H. Zement-

fertigmahlung auf einer MPS-Walzenschüsselmühle im Zementwerk San Rafael/Equador / ZKG International. 2002. № 11. С. 54-57.

3. Müller-Pfeiffer M. Dr.-Ing., Clemens P. Comparison of grinding systems for cement production and examination of the charge grinding in downstream ball mills / Cement International. 2004. № 2. С. 58-67.

4. Odler I., Chen Y. Einfluss des Mahlens in einer Gutbett-Walzenmühle auf die Eigenschaften des Portlandzementes / ZKG International. 1990. № 4. С. 188-191.

5. Odler I. Einfluß des Zerkleinerungsverfahrens auf die Eigenschaften von Zement / ZKG International. 1995. № 9. С. 496-500.

6. Юдин К.А. К вопросу о математическом моделировании процессов разрушения материалов в шаровых мельницах / Вестник БГТУ им.

В.Г. Шухова. 2011. № 1. С. 91-94.

7. Де Верт К. Способы определения тонкости помола и размалываемости / Цемент и его применение. 2010. № 5. С. 113-116.

8. Классен В.К. Технология и оптимизация производства цемента – Белгород: Изд-во БГТУ, 2012. – 308 с.

9. Энтин З.Б. О взаимосвязи гранулометрии и прочности цемента / Цемент и его применение. 2009. № 6. С. 111-113.

10. Locher W. Prof. Dr. Friedrich Zement. Grundlagen der Herstellung und Verwendung / Verlag Bau+Technik. 2000. 522 с.

11. Пашенко А.А. Теория цемента – Киев, 1991. – 166 с.

12. Дуда В. Цемент – М.: Стройиздат, 1981. – 264 с.

**Яндачек П., директор по развитию и инновациям,  
Ковач М., коммерческий директор,  
Онищук В. И., канд. техн. наук, доц.,  
Зозуля Ю. Г., менеджер по работе с ключевыми клиентами  
Костенко С. Е., аспирант  
GLASS SERVICE, INC. (Vsetin, Czech Republic)  
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова**

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ СТЕКЛОВАРЕННЫХ ПЕЧЕЙ

viktor\_onishchuk@mail.ru

Проектирование и создание оптимизированных конструкций стекловаренных печей в целом, модернизация базовых конструкций, путем введения новых технологических узлов, блоков и элементов на протяжении многих лет базировалось на опыте и знаниях, формирующихся в результате их промышленной эксплуатации. За последние полвека проектировщики стекловаренных печей стали использовать новый инструментарий – физическое и математическое моделирование конструкции, что уменьшало трудозатраты при установлении оптимальных соотношений между большим числом факторов, определяющих эффективность конструкции печи. Несмотря на это эффективность новаций, в большинстве случаев проверялась после сооружения и введения печи в эксплуатацию. Ситуация изменилась, когда появились производительные компьютеры и соответствующее программное обеспечение. Это обеспечило возможность выполнения математического компьютерного моделирования при установлении доли участия и оптимальных значений различных факторов, определяющих эффективность конструкторских решений, объединяющихся в то целое, что принято называть сегодня «техническим и технологическим дизайном печи».

**Ключевые слова:** геометрические размеры печи, энергетическая эффективность, соотношение «длина/ширина» варочного бассейна печи.

**Введение.** Сегодня компьютерное моделирование используют как крупнейшие поставщики проектов стекловаренных печей, так и крупнейшие производители стекла, когда становятся перед выбором в принятии решений, связанных с реконструкцией стекловаренной печи в течение проведения «холодного ремонта». Развитие технологии огнеупоров обеспечило увеличение современных сроков межремонтного периода – «кампанию» стекловаренных печей, которая в производстве стеклянной тары составляет от 10 до 12 лет, а в производстве листового флоат-стекла от 14 до 18 лет.

За это время два или даже три раза может быть произведена частичная реконструкция печи, позволяющая получать более совершенные варианты перед тем, как спроектировать и построить новую печь.

Перед тем, как спроектировать и сконструировать новую печь, нужно учитывать следующие факторы:

- в процессе варки стекла можно существенно сэкономить энергию, если печь будет относительно оптимизирована по конструкции и/или по рабочим параметрам;
- можно применять инструменты для определения численных значений гидрогазодинамики, что бы изучать влияние изменения конструкции печи на расходование энергии и на качество стекла;
- данные по предыдущим пунктам сфор-

мируют информацию, какие факторы экстенсивности печи влияют на качество варки и энергоэффективность ее работы.

Для оптимизации производительности любой стекловаренной печи необходимо учитывать удельный съем стекломассы и геометрические параметры печи. Другими словами, насколько максимально энергоэффективной может быть проектируемая печь?

Известно [1-5], что на работу стекловаренной печи влияют многие факторы:

- удельный съем стекломассы, максимальные скорости формования стеклянной тары или флоат-стекла;
- вид, качество, химический состав сырьевых материалов и вещественный состав шихты, соотношение «шихта/стеклобой»;
- конструкция печи, площади варочной и студочной частей печи, наличие разделительных и заграждающих устройств, диприфайнер, барботаж и т.д.
- система сжигания топлива, радиационные и скоростные характеристики факела пламени, конструкции горелок, стехиометрический состав;
- конструктивные особенности и геометрические параметры регенератора, а также конструкция и технологические свойства «насадочных» элементов;
- вид конструктивного обустройства системы контактной генерации тепла за счет при-

менения электричества – локальные барьерный или проточный дополнительный электрический обогрев (ДЭП) или же форсированный варочный ДЭП;

- использование рациональной теплоизоляции и герметизирующие материалов;
- предварительный подогрев стеклольного боя и шихты;
- интеллектуальное устройство управления стекловаренной печью с минимализацией времени отклика системы блока принятия решений и исполнительных устройств;
- гидродинамическая характеристика стекловаренной печи – векторное движение стекломассы, определяемое как продольными основным выработочным и обратными, так и поперечными потоками;
- часто забываемое соотношение длины и ширины варочного бассейна печи, а также его глубина.

При эксплуатации печей, практической текущей реконструкции при проведении частичных «холодных» ремонтов, при поиске оптимума перечисленных показателей проектировщики печей и производители стекла зачастую забывают обращать внимание на последний из перечисленных пунктов – оптимальное соотношение длины и ширины. Конечно, в заводских условиях могут существовать физические ограничения в размерах существующих зданий цехов, которые препятствуют изменению указанных параметров печей.

**Методология.** Физическое и математическое моделирование гидродинамической работы и температурных полей стекловаренной печи,

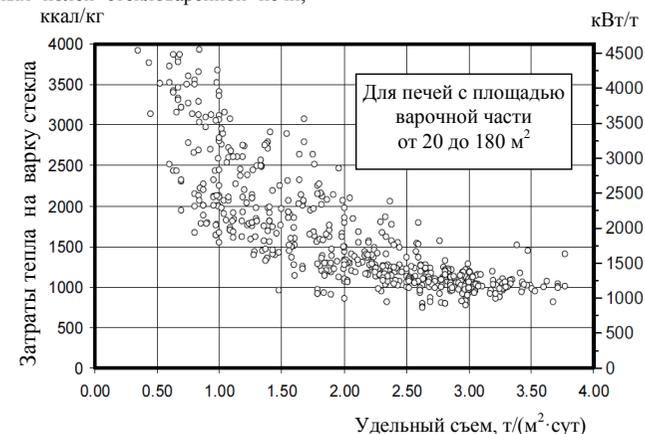


Рис. 1. Затраты тепла на варку стекла в печах с различным удельным съемом

Рассмотрим результаты компьютерного моделирования работы печей при изменении

высокотемпературные исследования процессов варки и дегазации расплавов стекла в установке «НТО- Equipment».

Представленные результаты исследований в большинстве своем касаются конструкций печей для производства стеклянной тары, хотя могут быть использованы в качестве базовых сведений и параметров при установлении оптимальных размеров печей других конструкций и технологического назначения.

**Основная часть.** Рассмотрим влияние соотношения геометрических размеров бассейна печи на их энергоэффективность, часто выражаемую в виде комплексного показателя – коэффициента полезного действия (КПД), поскольку применение ДЭП, подогрева шихты и боя, каллибровки регенераторов и применение современных систем контроля работы стекловаренной печи системами управления и прочее не всегда обеспечивает искомое повышение эффективности.

На рис. 1 представлены изменения значений затрат тепла на варку стекла в печах с диапазоном площади варочной части от 20 до 180 м<sup>2</sup> при изменении величины удельного съема (количества стекломассы навариваемой в сутки на 1 м<sup>2</sup> площади варочной части). На основании приведенных данных можно сделать вывод, что увеличение удельного съема способствует снижению затрат тепла на стекловарение, следовательно лучший КПД имеют печи с более высокой скоростью выработки стекломассы и формирования листового стекла или стеклянной тары.

геометрических размеров варочного бассейна. Для исследований использовалась обычная

конструкция печи с подковообразным направлением пламени, с нижним раздельным подводом топлива под воздушный влет горелки через 4 «горелочных камня». Изменяемыми параметрами являлись соотношение «длина/ширина» бассейна варочной части печи. Исходные параметры работы моделируемой печи были следующие: производительность 240 тонн стекломассы в сутки, соотношение «шихта/стеклобой» (%) составляло 80/20. Прогнозируемый действительный расход тепла на варку стекла составит порядка 5 МДж/кг, что эквивалентно расходу 1380 м<sup>3</sup> природного газа в час.

На рис. 2 представлены полученные путем компьютерного моделирования проекции факела пламени (рис. 2, а), распределение загружаемой шихты и стекольного боя на поверхности расплава стекла (рис. 2, б), положение границ варочной пены и открытого зеркала стекломассы (рис. 2, в), характеризующее эффективность процесса стекловарения (варочный потенциал базовой печи с «базовым» соотношением «дли-

на/ширина» как 1,54:1, и соотношением площади поверхности к объему как 1,74:1.

На рис. 2, а можно заметить хорошо подобранную длину и форму факела пламени, что обеспечивает высокую теплоотдачу по всей длине работающей стороны варочной части печи. При этом следует помнить, что смещение струй воздуха и природного газа должно производиться во влете горелки и далее в пламенном пространстве печи, чтобы избежать соприкосновения факела пламени с задней стеной воздушной головки горелки.

На рис. 2, б видно, что шихта поступает из двух загрузочных карманов и движется к центру печи. Перед протоком в печи установлен переливной порог, через который благодаря конвективному движению стекломасса попадает в зону глубинного освещения - диприфайнер. Далее стекломасса движется к протоку, а затем по выработочному каналу и каналам питателей к формирующему устройству.

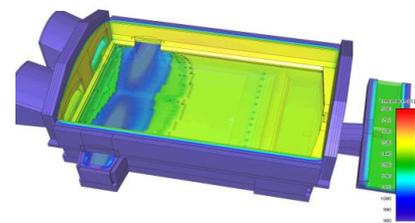
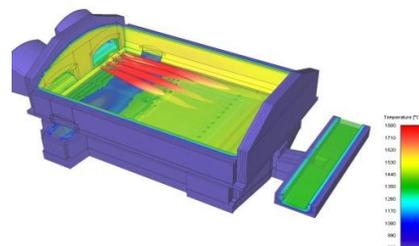


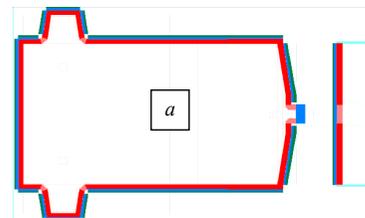
Рис. 2. Результаты компьютерного моделирования факела пламени (а), характера распределения загружаемой шихты (б) и положения границ варочной пены и открытого зеркала стекломассы (в), характеризующие интенсивность процесса

Конечно, существует множество вариантов конструкций печей, но в действительности необходимо принимать во внимание, что загрузочные карманы, имеющие определенные ограничения по геометрическим размерам, должны обеспечивать подачу шихты и боя к продольной оси печи, где даже при изменении соотношения «длина/ширина» располагается зона максимальных температур относительного поперечного сечения варочного бассейна.

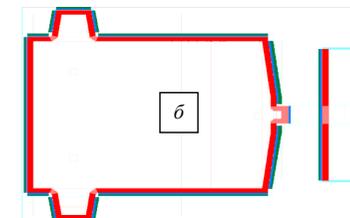
На рис. 3 представлены вариации изменения соотношения «длина/ширина», начиная от обычной модели с соотношением сторон 1,54:1 и шириной 8,0 м (рис. 3, а) в сравнении с моде-

лями печей, характеризующимися увеличением ширины варочного бассейна: 9,0 м с соотношением сторон 1,21:1 (рис. 3, б) и с очень «широкой» моделью печи – 10,0 и соотношения 0,98:1 (рис. 3, в).

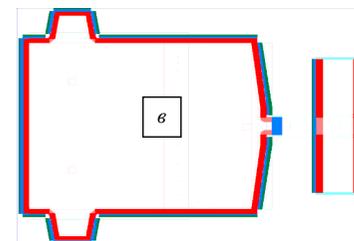
При моделировании наряду с отклонением в пользу ширины варочной части также рассматривались варианты отклонения этого показателя в пользу длины: удлиненная модель с соотношением длины к ширине как 2,0:1 (рис. 3, з) и очень длинная (16,4 м) с соотношением сторон 2,73:1 (рис. 3, д), что присуще печам с поперечным направлением пламени.



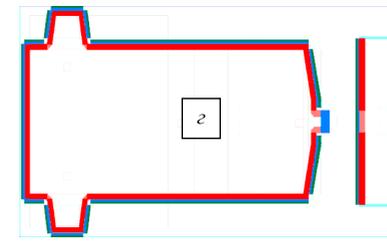
Базовый вариант размеров «длина/ширина» 1,54/1  
Площадь варки – 98,4 м<sup>2</sup>  
Длина бассейна – 12300 мм  
Ширина бассейна – 8000 мм



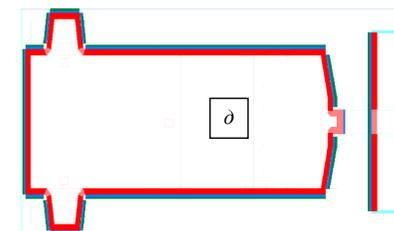
«Широкая» модель. Отношение «длина/ширина» 1,21/1  
Площадь варки – 98,1 м<sup>2</sup>  
Длина бассейна – 10900 мм  
Ширина бассейна – 9000 мм



«Очень широкая» модель.  
Отношение «длина/ширина» 0,98/1  
Площадь варки – 98,4 м<sup>2</sup>  
Длина бассейна – 9840 мм  
Ширина бассейна – 10000 мм



«Удлиненная» модель.  
Отношение «длина/ширина» 2,0/1  
Площадь варки – 98,0 м<sup>2</sup>  
Длина бассейна – 14000 мм  
Ширина бассейна – 7000 мм



«Очень длинная» модель.  
Отношение «длина/ширина» 2,73/1  
Площадь варки – 98,4 м<sup>2</sup>  
Длина бассейна – 16400 мм  
Ширина бассейна – 6000 мм

Рис. 3. Вариации геометрических размеров и соотношения «длина/ширина» для разных моделей печей

При выявлении оптимальных соотношений учитывалось также и то, что печь должна не только эффективно наваривать стекломассу, но сохранять при этом стабильность таких параметров как качество стекла по химической и термической однородности и степени дегазации стекломассы, при этом сохраняя температуру

варки прежней, расход топлива должен сокращаться.

Моделирование длины и формы факелов пламени (рис. 4) показало, что на изображениях базового варианта модели (рис. 4, а), широкой (рис. 4, б) и очень широкой (рис. 4, в) моделей эти параметры не очень отличаются, но у них

разные границы контакта пламени с торцевой «выработочной» стеной. Понятно, что на длину факела пламени, определяющую термическую и динамическую нагрузку его на огнеупоры стены, существуют определенные ограничения, позволяющие продлить кампанию печи. Поэтому моделирование этого параметра является

весьма важным и значимым при проектировании печей с различной производительностью. Вторым важным фактором, учитываемым при моделировании, является направление загружаемых шихты и боя к осевой части варочного бассейна, в зону повышенных температур.

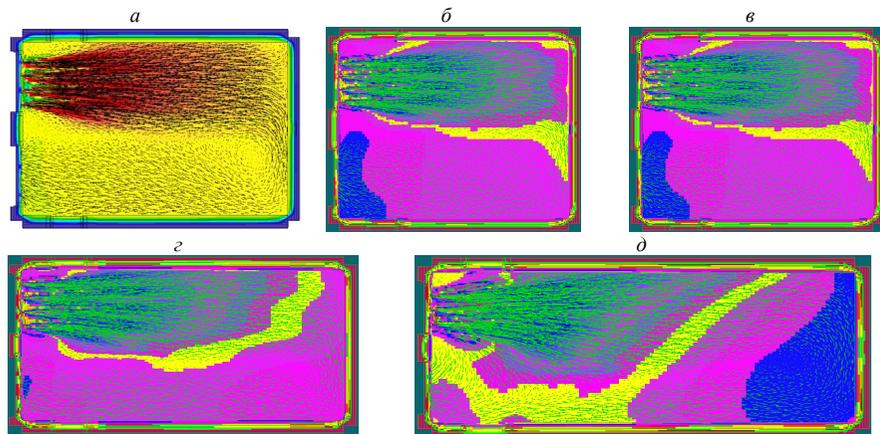


Рис. 4. Результаты моделирования длины и формы факелов пламени в печах с различными размерами и соотношением «длина/ширина»

Как видно из рис. 4, в длинных (рис. 4, з) и очень длинных (рис. 4, д) моделях печей, отмечается «удар» факела пламени о продольные стены печи, следовательно, стекломассе понадобится больше времени, чтобы снова вернуться в центр варочной части.

Наилучшим способом определения эффективности получения расплава стекла в печах, имеющих различные соотношения «длина/ширина» является построение диаграмм всего процесса варки. Такие параметры как температура и вязкость влияют на время пребывания стекломассы в печи и показатели варки, осветления и степени смешивания. Эти показатели хорошо демонстрируют изменения качества стекла. В качестве критерия, характеризующего эффективность процесса, использовано графическое изображение процесса дегазации стекломассы, когда пузыри поднимаются на поверхность стекломассы (рис. 5). Из приведенных рисунков (рис. 5, а-д) видно, что в печах с большей шириной (рис. 5, б, в), очевидно, за счет более развитых поперечных потоков, чем в базовом варианте размеров (рис. 5, а) интенсивная дегазация протекает намного раньше по длине варочной части, нежели в длинных (рис. 5, з) и очень длинных (рис. 5, д) моделях печей, где область дегазации смещается ближе к перелив-

ному порогу, за счет больших скоростей основного выработочного потока.

Параметры качества стекла при моделировании варочной части устанавливаются после исследования его однородности путем трассирования. Исходя из этой информации, можно определить показатель процесса варки, осветления и гомогенизации для каждой линии движения.

Показатель варки указывает на эффективность самого варочного процесса по траектории; высокий его уровень обозначает, что частица долгое время пребывала в месте высокой температуры и низкой вязкости.

Показатель осветления указывает на качество осветления по длине печи; высокий показатель определяет, что частица долгое время пребывала в зоне низкой вязкости расплава при температуре более высокой, чем температура осветления.

Показатель однородности указывает на то, что перемешивание не полное и состав не гомогенный по линии прохождения длины пути; его значение определяет, за какое время толстая свиль в 10 мм «ослабнет» по длине траектории.

Также, показатель осветления наилучший для более широких печей с лучшим распределением пламени, особенно по направлению пото-

ка. Фактически, повышая качество стекла можно снизить расход потребляемой энергии. Для поддержания температуры стекла, компьютерная

модель может автоматически «приспосабливаться» к расходу топлива на варку стекла (рис. 6).

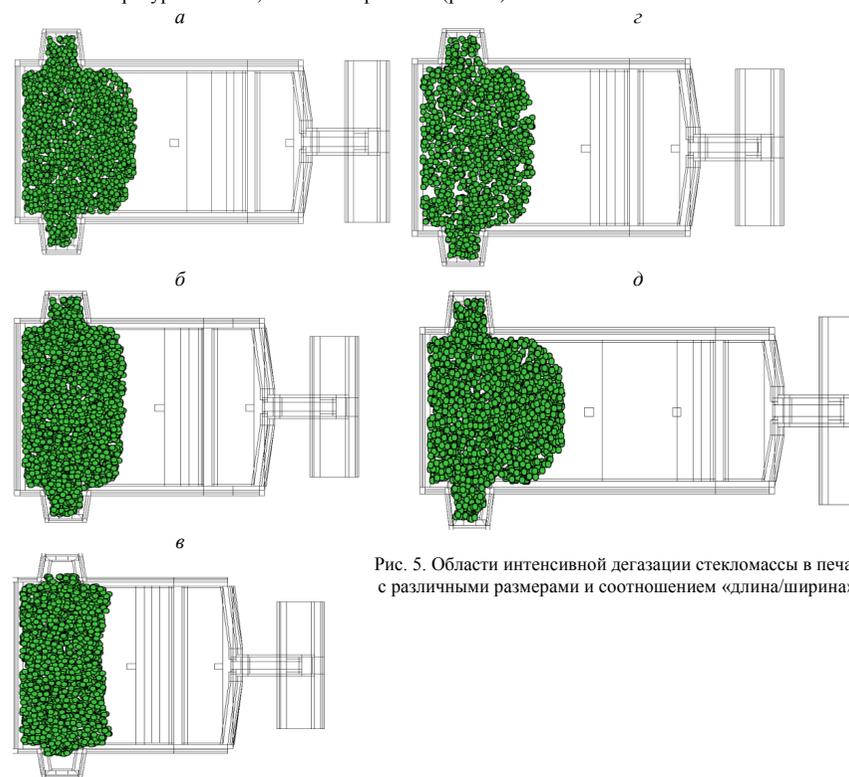


Рис. 5. Области интенсивной дегазации стекломассы в печах с различными размерами и соотношением «длина/ширина»

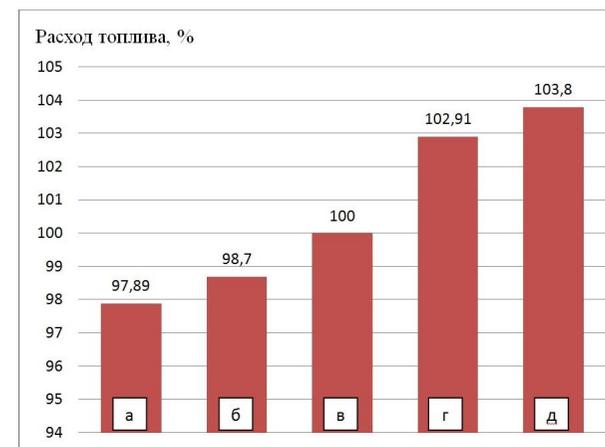


Рис. 6. Расход влияние геометрических размеров варочной части печи и их соотношения на изменение расхода топлива: а – очень широкая модель; б – широкая модель; в – базовая модель; з – длинная модель; д – очень длинная модель

Можно заметить, что очень широкая модель (рис. 6, а) потребляет на 2% энергии меньше, не уступая при этом в качестве производства. Самая длинная модель (рис. 6, д) потребляет почти на 4 % больше энергии (для поддержания прежней температуры в зоне протока), но качество стекла при этом будет ниже.

**Выводы.** В результате приведенных исследований можно говорить о том, что наиболее короткие и широкие печи имеют наилучшие показатели «осветления» и наименьшее количество мошки и пузырей, а поэтому и большую эффективность варки и лучший КПД. Главным образом это связано с меньшей поверхностью стен и лучшим покрытием факелом пламени зеркала стекломассы, но при этом следует избегать перегрева огнеупорной кладки «выработочной» стены.

В заключение следует отметить, что для печей с подковообразным направлением пламени оптимальное соотношение «длина/ширина» составляет 1,2:1, в то время как у большинства промышленных печей оно составляет 1,8:1. При этом все же следует учитывать, что каждая печь является уникальной, а приведенные в данной статье результаты компьютерного моделирова-

ния являются примером того, как соотношение ее размеров печи может повлиять на производительность и КПД.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дзюзер В.Я., Швыдкий В.С. Проектирование энергоэффективных стекловаренных печей. М.: Теплотехник, 2009. 340 с.
2. Онищук В.И., Костенко С.Е., Жерновая Н.Ф. Современные стекловаренные печи и пути повышения их технико-экономических показателей // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2010. №3. С. 127 – 130.
3. Дороганов В.А., Россихина Г.С. Изучение коррозионной стойкости огнеупорных бетонов к расплаву борсиликатного стекла в динамических условиях // Новые огнеупоры. 2010. №4. С. 68–70.
4. Doroganov V.A., Rossikhina G. S. A study of the corrosion resistance of refractory concretes to a melt of borosilicate glass under dynamic conditions // Refractories and Industrial Ceramics. 2010. T 51. № 2. С. 67–69.

*Будник О. А., канд. тех. наук, доц.  
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова  
Свидерский В. А., д-р тех. наук, проф.,  
Берладир К. В., аспирант  
Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт», Украина  
Будник А.Ф., канд. тех. наук, доц.,  
Руденко П. В., асс.  
Сумский государственный университет, Украина*

#### ВЛИЯНИЕ МЕХАНИЧЕСКОЙ АКТИВАЦИИ ПОЛИТЕТРАФТОРЭТИЛЕНОВОЙ МАТРИЦЫ НА ЕЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА

phd.budnyk@gmail.com

*Показано влияние механической активации политетрафторэтиленовой матрицы полимерного композита на изменение структуры и свойств. Определено, что механохимическая активация матрицы политетрафторэтилена влияет на ее надмолекулярное строение и эксплуатационные свойства. Выбрано эффективное измельчающее оборудование и обоснованы режимы его работы. Найдены оптимальные значения факторов активации. Показано существенное увеличение эксплуатационных свойств активированного полимера.*

**Ключевые слова:** политетрафторэтилен, механическая активация, структура, прочность, износостойкость.

#### Введение

Использование композиционных материалов на полимерной основе - важный фактор повышения эффективности и успешного развития ведущих отраслей техники. Однако современная техника выдвигает новые и более высокие требования к физико-механическим свойствам полимерных композиционных материалов (ПКМ), в связи с чем актуальным является исследование влияния различных факторов на структуру и свойства разрабатываемых композитов. Поставленная задача может быть решена методами структурной модификации полимерной матрицы ПКМ.

Среди методов модифицирования наиболее доступным и простым методом является метод модифицирования за счет механохимических и термомеханических процессов при подготовке матрицы композита.

В общем, вопросу исследования механизмов влияния механической активации на структуру и свойства политетрафторэтилена (ПТФЭ), посвящено неоправданно мало работ. Среди них можно выделить комплексные исследования, проведенные А.Ф. Будником и Г. А. Сиренко с группой сотрудников [1-4], а также другими исследователями (Охлопка А. А., Машков Ю. К. и др.) [5-9].

Поэтому, исследования в данном направлении представляются актуальными и своевременными.

#### Цель и задачи исследований

Несмотря на некоторые достижения в области исследования влияния выбранного процесса

модификации на структуру и свойства ПТФЭ, практически отсутствуют данные об использовании механической активации в качестве предварительной обработки матрицы ПТФЭ для повышения адгезии с наполнителем.

Поэтому целью проведенных исследований явилась разработка научно-обоснованных основ влияния процесса предварительной механохимической активации матрицы ПТФЭ на ее надмолекулярное строение и эксплуатационные свойства. Для реализации этой цели необходимо было выбрать эффективное измельчающее оборудование и обосновать режимы его работы; определить оптимальное значение факторов активации (время, частота), при которых матрица имеет наилучшие показатели физико-механических и триботехнических свойств.

Реализации этих задач в значительной мере способствовало проведение современных аппаратных исследований на сертифицированном оборудовании с использованием тонких инструментальных методов анализа на всех этапах работ.

#### Объекты и методы исследований

Объектом исследований являлся ПТФЭ торговой марки Ф-4-ПН (ГОСТ 10007-80).

Образцы композитов получали свободным спеканием таблетированных заготовок на воздухе при  $365 \pm 5$  °С со скоростью нагрева - охлаждения 40 °С/ч.

Изучение надмолекулярной структуры активированного порошка ПТФЭ проводили с помощью сканирующего электронного микроскопа высокого разрешения TESCAN MIRA 3 LMU.

Методика исследования свойств композита включала определение плотности  $\rho$  ( $\text{кг/м}^3$ ), прочности при разрыве  $\sigma_b$  (МПа), относительного удлинения  $\delta$  (%) и интенсивности изнашивания  $I \cdot 10^{-6}$  ( $\text{мм}^3/\text{Н}\cdot\text{м}$ ).

Испытания на прочность и относительное удлинение при разрыве проводили на кольцевых образцах диаметрами  $\phi 50 \times \phi 40$  и высотой 10 мм с помощью жестких полудисков (ГОСТ 11262-80) на разрывной установке Р-1 (ГОСТ 4651-82) при скорости движения ползуна 0,25 см/мин. Плотность ( $\rho$ ) образцов определяли методом гидростатического взвешивания (ГОСТ 15139-69).

Исследование интенсивности изнашивания проводили на серийной машине трения СМТ-1 по схеме «частичная вставка-вал» и на машине трения УТМ-1 по схеме «диск-палец» для контрольного сравнения.

Испытания по схеме «частичная вставка - вал» проводились в режиме трения без наружной смазки. Контролем представляло собой ролик  $\phi 48$  мм из стали 45 (HRC 25, Ra – 0,38 мкм). Частичная вставка изготавливалась из ПТФЭ и

представляла собой сектор шириной 16 мм из кольца  $\phi 80$  на  $\phi 60$  мм и высотой 9 мм. Величину износа образцов определяли гравиметрически на аналитических весах с точностью до  $10^{-5}$  грамм и пересчитывали на интенсивность изнашивания по известным методикам.

Обработку экспериментальных данных осуществляли методами математической статистики и математического планирования эксперимента.

#### Содержание и обсуждение результатов исследований

Предварительную механическую активацию ПТФЭ матрицы проводили на экспериментальном смесителе, изготовленном на базе мельницы МРП-2 с частотой вращения рабочих органов, которая варьировалась в пределах от 5000 до 14000  $\text{мин}^{-1}$ . Общее время активации составляло 3, 5 и 8 мин. (с посменным режимом работы мельницы через 1 минуту).

Экспериментальные режимы механической активации ПТФЭ матрицы представлены в табл. 1.

Таблица 1

№ п/п	Режимы механической активации ПТФЭ матрицы	
	Экспериментальный режим активации	
	Частота оборотов рабочих органов мельницы, $\text{мин}^{-1}$	Время активации, мин.
1	-	-
2	5000	3
3	7000	
4	9000	
5	14000	
6	5000	5
7	7000	
8	9000	
9	14000	8
10	5000	
11	7000	
12	9000	
13	14000	

Определено, что оптимальным по достигаемому результату является режим механической активации матрицы ПТФЭ с числом оборотов рабочих органов измельчителя  $n=9000 \text{ мин}^{-1}$  на протяжении 5 минут. Структура ПТФЭ в зависимости от режима активации представлена на рис. 1.

Из анализа представленных микрофотографий следует, что надмолекулярная структура ПТФЭ при механической активации претерпевает существенные изменения – из ламellarной неупорядоченной в структуру с высшей упорядоченностью вплоть до сферолитной. Полимер с такой структурой имеет более высокую износостойкость.

В процессе активации энергия, передава-

мая смесительным органом материалу при ударном воздействии расходуется не только на перераспределение частиц в объеме полимера, но и на увеличение удельной поверхности (диспергирования материала), а в большей степени на увеличение внутренней энергии полимераматрицы.

В зависимости от времени воздействия и импульса в процессе активации за счет энергии упругого деформирования в поверхностных слоях материала возникают активные неравновесные состояния, обусловленные колебанием атомов, электронным возбуждением и ионизацией, деформированием связей и валентных углов, а также процессами миграции структурных элементов и массопереноса.

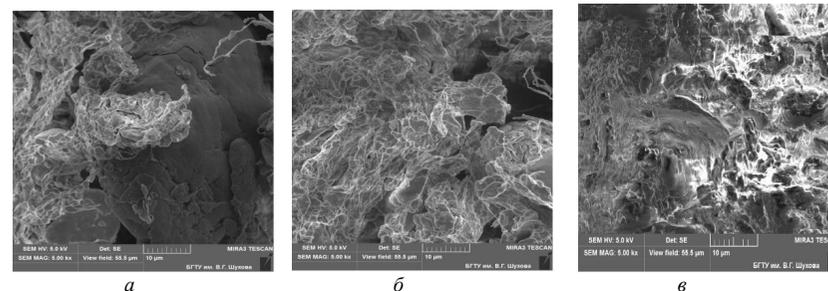


Рис. 1. Структура ПТФЭ в зависимости от режима активации:

а)  $n=5000 \text{ мин}^{-1}$ ; б)  $n=7000 \text{ мин}^{-1}$ ; в)  $n=9000 \text{ мин}^{-1}$ ,  $\tau=5 \text{ мин}$ .

При механической активации, в отличие от механодеструкции и механосинтеза, механические силы не инициируют прямые химические реакции, а лишь снижают энергию активации в соответствии с затратами механической энергии.

В процессе предварительной активации протекает механохимическое разрушения макромолекул политетрафторэтилена с образованием радикальных осколков. Наличие с одной стороны, активной поверхности частицы наполнителя, а с другой – свободного радикала макромолекулы ПТФЭ может инициировать реакцию прививки полимера к наполнителю. Хотя такие реакции с образованием химических связей между полимером и поверхностью наполнителя протекают только по активным центрам и носят вероятностный характер, однако их вклад в упрочнение композиционного материала очень существенный.

Во время мехактивации происходят следующие основные физико-химические процессы: излучение электромагнитных волн, выделение теплоты, эмиссия электронов, реализация упругих и пластических деформаций, медленная ре-

лаксация деформаций и избыточных напряжений. Это приводит к сохранению веществом полимера избыточной энергии, изменению термодинамических характеристик вещества, повышению его реакционной способности.

Кроме того, механическая нагрузка в результате столкновения частиц приводит к возникновению метастабильных состояний поверхностных слоев частиц полимера. Такие столкновения частиц происходят в течение нескольких секунд и сопровождаются в точках соприкосновения поверхностей локальным повышением температуры и ростом давлений. Все эти явления приводят к образованию на поверхности частиц нескомпенсированных валентностей, способствующих взаимодействию частиц наполнителя в композите, инициированию реакции полимеризации мономеров или образованию химической связи с полимерными радикалами.

На этапе экспериментальных исследований изучено влияние активации на механические и триботехнические свойства ПТФЭ.

Результаты исследований приведены в табл. 2.

Таблица 2

№ п/п	Результаты исследований				
	Технология получения	$\rho$ , $\text{г/см}^3$	$\sigma_b$ , МПа	$\delta$ , %	$I, 10^{-6}$ , $\text{мм}^3/\text{Н}\cdot\text{м}$
1	неактивированный	2,269	9,5	96	11,33
2	$\tau=3 \text{ мин}$ , $n=5000 \text{ мин}^{-1}$	2,208	10,2	240	10,8
3	$\tau=3 \text{ мин}$ , $n=7000 \text{ мин}^{-1}$	2,199	10,7	270	9,7
4	$\tau=3 \text{ мин}$ , $n=9000 \text{ мин}^{-1}$	2,203	19,6	290	8,9
5	$\tau=3 \text{ мин}$ , $n=14000 \text{ мин}^{-1}$	2,209	17,0	305	11,0
6	$\tau=5 \text{ мин}$ , $n=5000 \text{ мин}^{-1}$	2,211	21,6	416	9,3
7	$\tau=5 \text{ мин}$ , $n=7000 \text{ мин}^{-1}$	2,205	23,5	423	8,2
8	$\tau=5 \text{ мин}$ , $n=9000 \text{ мин}^{-1}$	2,214	24,8	415	6,1
9	$\tau=5 \text{ мин}$ , $n=14000 \text{ мин}^{-1}$	2,160	16,3	198	6,9
10	$\tau=8 \text{ мин}$ , $n=5000 \text{ мин}^{-1}$	2,175	17,3	280	8,0
11	$\tau=8 \text{ мин}$ , $n=7000 \text{ мин}^{-1}$	2,211	18,2	358	7,17
12	$\tau=8 \text{ мин}$ , $n=9000 \text{ мин}^{-1}$	2,213	18,0	340	7,2
13	$\tau=8 \text{ мин}$ , $n=14000 \text{ мин}^{-1}$	2,119	17,9	320	7,8

Влияние внешних сил на ненаполненный ПТФЭ приводит к повышению параметров его деформационно-прочностных характеристик (прочности при разрыве в 2,6 раза, относительного удлинения при разрыве в 4,3 раза) при сохранении высоких триботехнических показателей. Это, очевидно, связано с уменьшением степени кристалличности, образованием новых реакционных центров и увеличением поверхностной энергии отдельных фрагментов макромолекул в результате действия упругих и пластических деформаций.

Наилучшие показатели имеет активированный ПТФЭ при  $n=9000 \text{ мин}^{-1}$  на протяжении 5 минут: прочность при разрыве  $\sigma_p = 24,8 \text{ МПа}$ , относительное удлинение  $\delta = 415 \%$ , интенсивность изнашивания  $I = 6,1 \cdot 10^{-6} \text{ мм}^3/\text{Н}\cdot\text{м}$ . У неактивированного ПТФЭ  $\sigma_p = 9,5 \text{ МПа}$ ,  $\delta = 96 \%$ ,  $I = 11,33 \cdot 10^{-6} \text{ мм}^3/\text{Н}\cdot\text{м}$ .

#### Выводы

1. Механическая активация матрицы ПТФЭ приводит к изменению надмолекулярной структуры и повышению ее реакционной способности.

2. Наилучшие показатели имеет активированный ПТФЭ при  $n=9000 \text{ мин}^{-1}$  на протяжении 5 минут: прочность при разрыве  $\sigma_p = 24,8 \text{ МПа}$ , относительное удлинение  $\delta = 415 \%$ , интенсивность изнашивания  $I = 6,1 \cdot 10^{-6} \text{ мм}^3/\text{Н}\cdot\text{м}$ . У неактивированного ПТФЭ  $\sigma_p = 9,5 \text{ МПа}$ ,  $\delta = 96 \%$ ,  $I = 11,33 \cdot 10^{-6} \text{ мм}^3/\text{Н}\cdot\text{м}$ .

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Павленко В.И. Основные аспекты разработки современных радиационно-защитных конструкционных материалов/В.И. Павленко, П.В. Матюхин//Современные наукоемкие технологии.-2005.-№ 10.-С. 85-86.

2. Будник О.А. Вуглепластики триботехнічного призначення на основі фторопласту-4 та модифікованого вуглецевоволокнистого наповнювача : дис. ... канд. техн. наук. Днепропетровск, 2011. 160 с.

3. Сиренко Г.О. Створення антифрикційних композитних матеріалів на основі порошків термостійких полімерів та вуглецевих волокон : дис. ... докт. техн. наук. Київ, 1997. 431 с.

4. Сиренко Г.А. Антифрикционные карбопластики. Киев : Техника, 1985. 195 с.

5. Машков Ю.К. Разработка и оптимизация новых материалов и технологий для металлополимерных узлов трения микрокриогенной техники с использованием структурного анализа и термодинамических критериев : дис. ... докт. техн. наук. Омск, 1990. 387 с.

6. Машков Ю.К., Калистратова Л.Ф., Овчар З.Н. Структура и износостойкость модифицированного политетрафторэтилена. Омск : Изд-во ОмГТУ, 1998. 144 с.

7. Машков Ю.К., Овчар З.Н., Суриков В.И., Калистратова Л.Ф. Композиционные материалы на основе политетрафторэтилена. Структурная модификация. М. : Машиностроение, 2005. – 240 с.

8. Охлопкова А.А., Петрова П.Н., Попов С.Н., Слепцова С.А. Полимерные композиционные материалы триботехнического назначения на основе политетрафторэтилена // Рос. хим. ж. (Ж. Рос. хим. об-ва Д.И. Менделеева). 2008. № 3. С. 147-152.

9. Охлопкова А.А., Адрианова О.А., Попов С.Н. Модификация полимеров ультрадисперсными соединениями. Якутск : ЯФ Изд-во СО РАН, 2003. 224 с.

## ЭКОЛОГИЯ

Свергузова С. В., д-р техн. наук, проф.,  
Луцандина Н. С., канд. техн. наук, ст. преп.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

### ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПРИРОДНОГО МЕЛА ЛИВЕНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

pe@intbel.ru

*Рациональное использование природных и техногенных ресурсов является неперемным условием стабильного экономического развития всех стран. В этой связи особенно важно квалифицированно использовать природные ископаемые. В настоящее время мел является одним из распространенных полезных ископаемых, который используется во многих отраслях промышленности и сельском хозяйстве.*

*В процессе работы были исследованы физико-химические и механические свойства природного мела Ливенского месторождения Белгородской области. В ходе исследований было проведено сравнение мела Ливенского месторождения с нормами временных технических условий. Из полученных данных можно сделать вывод о возможности использования мела данного месторождения для производства минеральной кормовой добавки для животных и комбикормов.*

**Ключевые слова:** мел, кормовые добавки, животноводческий комплекс, природные ископаемые.

Полезные природные ископаемые всегда играли большую роль в жизни человека. К одному из распространенных и повсеместно востребованных ископаемых относится природный мел. На 2014 год в Белгородской области разведано 29 месторождений мела, с утвержденными запасами 1 млрд т [1-4]. Мел широко используется для производства самых разнообразных товаров: окись кальция и углекислый газ, наполнителя в масляные краски и резиновые смеси, в производстве стекла и кормовых добавок, бумаги и электрических кабелей, мел входит в побелочные, штукатурные и шпаклевочные смеси и этот перечень можно продолжить. То или иное направление использования мела зависит от его физико-химических свойств и химического состава. При том, что основной составной частью природного мела является  $\text{CaCO}_3$ , в его состав в зависимости от природно-геологических условий, в которых шло формирование меловых пластов различных месторождений, могут входить сопутствующие минералы. Поэтому, с точки зрения целевого назначения природного мела, большое значение имеют сведения о его физико-химических свойствах и составе.

Целью данной работы являлось исследование состава, физико-химических и механических свойств природного мела [5-7] Ливенского месторождения Белгородской области. Мел для исследований был предоставлен ООО «Ливенский мел».

Для определения минерального состава проба мела подвергалась качественному рентгенофазовому анализу на дифрактометре «Дрон-2» по методу порошковых дифрактограмм. Анализ рентгенограммы (рис. 1) показал, что в пробе присутствуют кроме кальцита  $\text{CaCO}_3$  ( $d(a) = 3,857; 3,039; 2,846; 2,497; 2,286; 2,096; 1,914; 1,877; 1,627; 1,605$ ; примеси Mitridate ( $\text{Ca}_2(\text{Fe}^{+6})_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ ),  $d(a)=8,842$ ; Mordenite ( $\text{Na}_2, \text{Ca}, \text{K}_2)_4\text{Al}_8\text{Si}_{40}\text{O}_{96} \cdot 28\text{H}_2\text{O}$ ,  $d(a)=9,991; 3,197$ ; Potassium Aluminium  $\text{KAl}(\text{HPO}_4)_2 \cdot (\text{H}_2\text{O})$   $d(a)=7,883$ ; Phosphate Hudrate ( $\text{K}_2\text{HPO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ )  $d(a)=7,883$ ; кремнезем  $\text{SiO}_2$   $d(a)=8,349$ .

С целью подтверждения данных по химическому составу мела проводился термогравиметрический анализ исследуемой пробы с использованием дериваторгафа Q-1500. Исследования проводили в динамическом режиме со скоростью нагрева  $10^\circ\text{C}/\text{мин}$ . Конечная температура нагрева -  $1000^\circ\text{C}$ . В качестве эталона сравнения использовали  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , тигель платиновый.

В ходе эксперимента фиксировались падение веса и тепловые эффекты. На кривой ДТА, показывающей, на каких температурных участках происходит поглощение или выделение теплоты, зафиксирован экстремум при температуре  $889,8^\circ\text{C}$ , характерной для процесса разложения  $\text{CaCO}_3$ . Этот экстремум подтвержден также на кривой падения веса ( $t_0=888,6^\circ\text{C}$ ). Другие энергетические эффекты не зафиксированы, что свидетельствует о высокой чистоте природного мела данного месторождения.

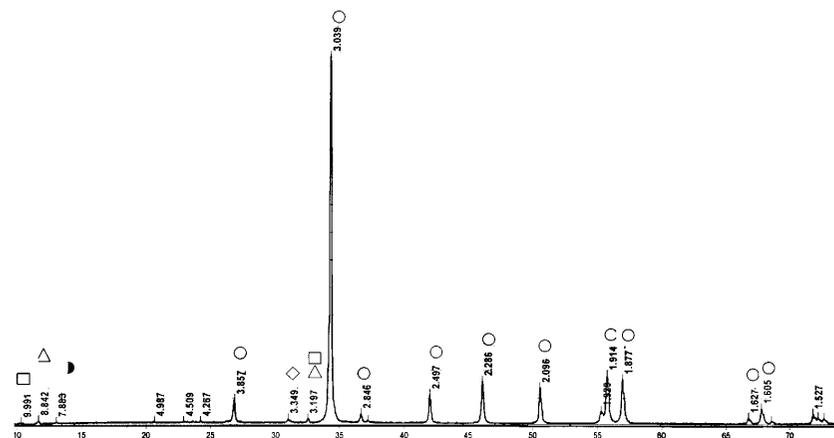


Рис. 1. Рентгенограмма пробы мела, отобранного на глубине 3 м от уровня поверхности земли  
 $\Delta$  – Mitridatite ( $\text{Ca}_2(\text{Fe}^{2+})_3(\text{PO}_4)_3 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ );  $\square$  – Mordenite ( $\text{Na}_2\text{Ca}_2\text{K}_2(\text{Al}_8\text{Si}_{40})\text{O}_{96} \cdot 28\text{H}_2\text{O}$ );  $\bullet$  – Potassium Aluminium  $\text{KAl}(\text{HPO}_4)_2(\text{H}_2\text{O})$ , Phosphate hydrate ( $\text{K}_2\text{HPO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ );  $\circ$  – кальцит ( $\text{CaCO}_3$ );  $\diamond$  – кремнезем ( $\text{SiO}_2$ )

Оксидный состав мела, определенный с помощью рентгенофазового количественного анализа для проб, отобранных в разных точках месторождения (табл. 1), показывает высокую степень однородности природного мела в пределах данного месторождения.

Таблица 1

Оксидный состав (% масс.) мела

№ пробы	Оксиды										
	CaO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	F	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	TiO <sub>2</sub>	Na <sub>2</sub> O	MnO
1	53,41	2,39	0,744	0,229	0,240	0,214	0,136	0,128	0,026	0,024	0,021
2	53,83	2,07	0,626	0,189	0,227	-	0,116	0,111	0,022	0,021	0,020
3	52,71	3,34	1,03	0,293	0,291	-	0,192	0,110	0,038	0,025	0,018
4	52,53	3,35	1,03	0,302	0,290	0,306	0,192	0,106	0,033	0,021	0,023
5	52,17	3,93	1,23	0,381	0,325	-	0,229	0,113	0,042	-	0,027
6	52,28	3,79	1,18	0,367	0,324	-	0,219	0,118	0,042	0,030	0,025

Содержание  $\text{CaCO}_3$ , согласно проведенному анализу, составляет 94,32% масс, что свидетельствует о высоком качестве мелевого сырья. Суммарное содержание ( $\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$ ) в исследуемых пробах составляет 94,91% масс; содержание кремнезема в пробах природного мела составляет 0,025%. Остальные примеси содержатся в микроколичествах. Токсичных элементов не выявлено.

В ходе исследований определяли также влажность (% масс), гранулометрический состав (%), потери при прокаливании (п.п.п.%, масс) и нерастворимый в  $\text{HCl}$  остаток (% масс) (табл.2) по общепринятым методикам.

Потери при прокаливании, влажность и нерастворимый остаток в  $\text{HCl}$ , % указаны в таблице 3.

Известно [7], что значительная часть мела используется в животноводческой отрасли в качестве минеральной добавки в корм сельскохозяйственным животным и для приготовления комбикормов. Специальных ГОСТов на кормовой

мел не существует. Министерством сельского хозяйства еще в 1970 году были утверждены временные технические условия (ВТУ) [8], которые действуют до настоящего времени. Сравнительные технические требования на кормовой мел и показатели качества исследуемого мела (табл. 4), можно сделать вывод, что исследуемый мел по всем показателям соответствует требованиям, предъявляемым к меду, используемому для производства минеральной кормовой добавки для животных и комбикормов.

Таблица 2

Гранулометрический состав

Размер фракции, мм	Насыпная плотность, г/см <sup>3</sup>
	Проба 1
1,0<d<2,0	0,22
0,63<d<1,0	30,56
0,315<d<0,63	49,95
0,20<d<0,315	15,88
0,1<d<0,20	3,25
d<0,1	0,14

Таблица 3

Свойства мела Ливенского месторождения

Метки отбора	Показатели		
	п.п.п., %	влажность, %	нерастворимый остаток в $\text{HCl}$ , %
1	42,12	11,77	2,8
3	41,03	10,42	6,2
6	29,04	12,13	2,2

Таблица 4

Сравнительные показатели качества мела

Технические требования к меду	Область потребления		Экспериментальные данные	
	Минеральная подкормка для животных	Производство комбикормов	Проба №1	Проба №2
Цвет	белый	белый	белый	белый
Влажность, не более, %	10,0	10,0	2,1	2,3
Тонкость: остаток на сите с ячейками 2 мм, %, по весу (не более)	20,0	20,0	отс.	отс.
Содержание $\text{CaCO}_3$ , % не менее	85,0	85,0	94,5	95,3
Содержание нерастворенного в $\text{HCl}$ остаток %, не более	5,0	5,0	4,1	4,1
Содержание ядовитых примесей, %, не более: фтористых соединений	0,2	0,2	<0,2	<0,2
мышьяка	0,015	0,015	<0,015	<0,015
тяжелых металлов (свинца, бария)	0,008	0,008	не обн.	не обн.
Содержание примесей углекислого магния	5,0	5,0	<5,0	<5,0
Содержание металлических примесей размером до 2 мм включительно, мг/кг, не более	100	100	отс.	отс.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Ельников Д.А., Свергузова Ж.А. Влияние температурной обработки дефеката на эффективность очистки модельных растворов от красителей // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2011. №2. С. 144-147.
- Ельников Д.А., Свергузова Ж.А. Влияние температурной обработки дефеката на эффективность очистки модельных растворов от красителей // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2011. №2. С. 144-147.
- Ельников Д.А., Свергузова Ж.А., Лупандина Н.С. Аспекты водообеспечения и существующие реалии // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2012. №3. С. 161-166.
- Петин, А. Н Оценка природно – ресурсного потенциала для целей развития рекреации и туризма урбанизированных территорий / А. Н. Петин, И. С. Королева, Н. Н. Крамчанинов, Р. А. Холодова // Тр. Перм. гос. ун-та: География и туризм, – Пермь, 2008. Вып.6. – С. 96-101.

5. ГОСТ 12085-88. Мел природный обогащенный. Технические условия. – М., 1988.

6. ОСТ 21-10-83 Мел природный комовый, дробленный, молотый

7. ГОСТ 17498-72 Мел. Виды, марки и основные технические требования.

8. ОСТ 21-37-78 Мел для минеральной подкормки сельскохозяйственных животных и птицы. Технические условия.

Куцев Л. А., д-р. техн. наук, проф.,  
Суслов Д. Ю., канд. техн. наук, ст. преп.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

### РАСЧЕТ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОГАЗОВОЙ УСТАНОВКИ С БАРБОТАЖНЫМ РЕАКТОРОМ

suslov1687@mail.ru

Произведен экономический расчет эффективности от внедрения биогазовой установки, оснащенной биореактором барботажного типа объемом 13000 м<sup>3</sup>. Годовой экономический эффект обусловлен экономией средств на минеральные удобрения и природный газ за счет получаемых биоудобрений и биогазового топлива, а также снижением загрязнения атмосферного воздуха и водоемов. Итоговый экономический эффект с учетом годовых эксплуатационных затрат составил 7 364 436 рублей, а срок окупаемости - 3,4 года.

**Ключевые слова:** биогаз, биогазовая установка, органические отходы, экономический расчет.

На современном этапе развития РФ большое внимание уделяется развитию агропромышленного комплекса (АПК) страны, который производит основные продукты, необходимые для жизнедеятельности человека. Однако, в связи с развитием сельского хозяйства, довольно остро встали проблемы утилизации органических отходов животноводческих и птицеводческих предприятий [1].

Эффективным решением данной проблемы, практикуемым во многих развитых странах мира, является применение биогазовых технологий [2-5].

Основными мировыми рынками биогазовых технологий являются Германия, США, Великобритания, Япония, Франция и Китай (рису-

нок 1). Мировым лидером по исследованию и практическому применению биогазовых установок является Федеративная республика Германии, количество действующих установок составляет более 8000 штук [4]. По относительным показателям ведущее место в производстве и использовании биогаза принадлежит Дании, в которой эксплуатируются более 20 биогазовых заводов, а энергия биогаза составляет 18% в общем энергетическом балансе страны [5].

Несмотря на это использование биогазовых установок в нашей стране весьма ограничено, в том числе из-за отсутствия данных об эффективности внедрения биогазовых установок на сельскохозяйственных предприятиях РФ.

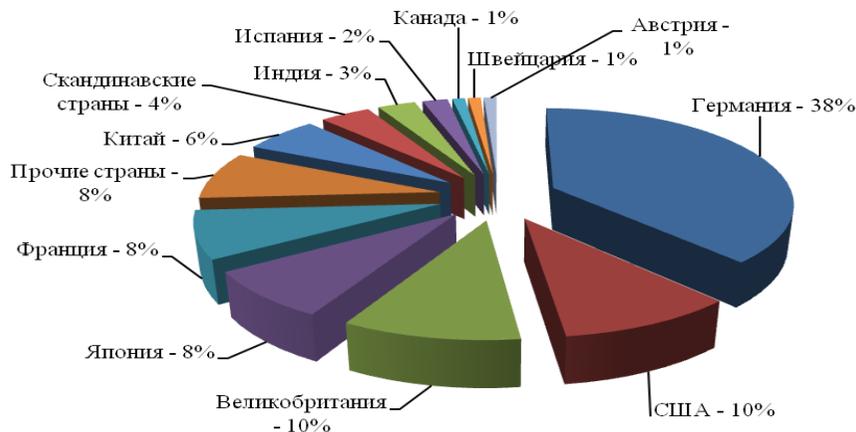


Рис. 1. Мировой рынок биогазовых установок

Рассчитаем экономический эффект от внедрения биогазовой установки на свиноводческом комплексе с поголовьем 14 000 голов, расположенном в Белгородской области.

Годовой экономический эффект от внедрения биогазовой установки определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_3 = \mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2 + \mathcal{E}_3 \quad (1)$$

$\mathcal{E}_1$  – годовой энергетический эффект, руб.;  $\mathcal{E}_2$  – годовой агробиохимический эффект, руб.;  $\mathcal{E}_3$  – годовой экологический эффект, руб.

Энергетический эффект обусловлен экономией природного газа за счет использования получаемого биогаза.

$$\mathcal{E}_1 = V_{год} \cdot \frac{Q_{н.б}^p}{Q_{н.гр}^p} \cdot C_{гр} \quad (2)$$

$V_{год}$  – годовой объем производимого товарного биогаза, м<sup>3</sup>/год;  $Q_{н.б}^p$  – низшая рабочая

теплота сгорания биогаза, КДж/м<sup>3</sup>;  $Q_{н.гр}^p$  – низшая рабочая теплота сгорания замещаемого природного газа, используемого на свиноводческом комплексе, КДж/м<sup>3</sup>;  $C_{гр}$  – ценовой тариф на природный газ,  $C_{гр} = 3,8$  руб/м<sup>3</sup>.

$$V_{год} = V_{общ} \cdot 365 \quad (3)$$

$V_{общ}$  – суточный выход биогаза, м<sup>3</sup>/сут.

Низшую теплоту сгорания природного газа определяем в зависимости от состава газа, поступающего на свиноводческий комплекс:

$$Q_{н.гр}^p = 357,97C_{H_4} + 636,39C_2H_6 + 912,72C_3H_8 + 1189,05C_4H_{10} + 1465,38C_5H_{12} + 590,34C_2H_4 + 858,29C_3H_6 + 1134,62C_4H_8 + 108,02H_2 + 126,44CO + 234,46H_2S \quad (4)$$

где 357,97; 636,39; 912,72; 1189,05; 1465,38; 590,34; 858,29; 1134,62; 108,02; 126,44; 234,46 – низшая теплота сгорания 1% сухой части соответственно метана, этана, пропана, бутана, пентана, этилена, пропилена, бутилена, водорода, оксида углерода и сероводорода в процентах по объему.

Свиноводческий комплекс снабжается природным газом от магистрального газопровода

$$Q_{н.б}^p = 357,97 \cdot CH_4 + 108,02 \cdot H_2 + 234,46 \cdot H_2S \quad (5)$$

где 357,97; 108,02; 234,46 – низшая теплота сгорания 1% сухой части соответственно метана, водорода и сероводорода в процентах по объему;  $CH_4$  – объемное содержание метана в 1 м<sup>3</sup> биогаза;  $H_2$  – объемное содержание водорода в 1 м<sup>3</sup> биогаза;  $H_2S$  – объемное содержание сероводорода в 1 м<sup>3</sup> биогаза.

Таблица 1

Состав получаемого биогаза	
Компонент	Объемное содержание, %
Метан (CH <sub>4</sub> )	65,4
Водород (H <sub>2</sub> )	1,2
Сероводород (H <sub>2</sub> S)	0,9
Углекислый газ (CO <sub>2</sub> )	31,3

Агробиохимический эффект обусловлен экономией средств на минеральные удобрения за счет биоудобрений, получаемых на биогазовой установке. Кроме того, эффективность биоудобрений выше минеральных, а прирост урожая составляет 16%.

Годовой агробиохимический эффект можно определить по формуле:

$$\mathcal{E}_2 = C_{уд} \cdot M_{уд} + C_{ур} \cdot \Delta y_{ур} \quad (6)$$

$C_{уд}$  – цена единицы замещаемого вида минерального удобрения, руб/кг;  $M_{уд}$  – количество удобрений, замещаемых органическими био-

удобрениями, полученными на биореакторной установке, кг;  $C_{ур}$  – закупочная цена единицы выращиваемого урожая, руб/кг;  $\Delta y_{ур}$  – прирост урожая за счет применения органических биоудобрений, кг.

Экологический эффект достигается снижением загрязнения атмосферного воздуха и за счет исключения ущерба от загрязнения водоемов.

$$\mathcal{E}_3 = \mathcal{E}_{возд} + \mathcal{E}_{вод} \quad (7)$$

$\mathcal{E}_{возд}$  – эффект от предотвращения ущерба от загрязнения воздуха, руб/год;  $\mathcal{E}_{вод}$  – эффект от предотвращения загрязнения прилегающих водоемов, руб/год.

Эффект от предотвращения загрязнения атмосферного воздуха определяется по выплатам за выбросы загрязняющих веществ в размерах, не превышающих установленные предельно-допустимые нормативы [8]:

$$\mathcal{E}_{возд} = \sum_{i=1}^n P_{ni} \quad (8)$$

$P_{ni}$  – плата за выбросы i-го загрязняющего вещества в размерах, не превышающих предельно-допустимые нормативы, руб; i – индекс загрязняющего вещества или группы загрязняющих

веществ;  $n$  – количество учитываемых групп загрязнений.

$$P_{ni} = C_{ni} \cdot M^i \quad (9)$$

$C_{ni}$  – ставка платы за выброс 1 тонны  $i$ -го загрязняющего вещества в пределах допустимых нормативов, руб.;  $M^i_j$  – мощность выделения  $i$ -го загрязняющего вещества, т.

$$C_{ni} = H_{\text{бн}i} \cdot K_{\text{э}}^{\text{атм}} \cdot K_{\text{шд}} \quad (10)$$

$H_{\text{бн}i}$  – базовый норматив платы за выброс 1 тонны  $i$ -го загрязняющего вещества в размерах, не превышающих предельно-допустимые нормативы, руб.;  $K_{\text{э}}^{\text{атм}}$  – коэффициент экологической ситуации и экологической значимости атмосферы в данном регионе. Белгородская область относится к экономическому Центрально-Черноземному району РФ,  $K_{\text{э}}^{\text{атм}} = 1,5$ ;  $K_{\text{шд}}$  – коэффициент индексации платы за негативное воздействие на окружающую среду. Устанавливается ежегодно законом о бюджете РФ,  $K = 1,93$  [9].

При расчетах мощности выделения загрязняющих веществ свиноводческих комплексов учитываются три основных вещества: аммиак, меркаптаны (по метилмеркаптану), сероводород [9].

Мощность выделения загрязняющих веществ от мест переработки и хранения навоза складывается из мощностей выделений за каждый период года:

$$M_{\text{нав}}^i = \sum_{j=1}^n M_j^i \quad (11)$$

Мощность выделения  $M_j^i$ , г/с, рассчитывается по формуле:

$$M_j^i = Y_j^i \cdot N \cdot q \quad (12)$$

или

$$M_j^i = K \cdot C_n \cdot Y_j^i \cdot N \cdot q, \quad (13)$$

где  $i$  – условное обозначение загрязняющего вещества;  $j$  – период года (теплый – Т, переходный – П, холодный – Х);  $K$  – коэффициент перехода от размерности (г/с) к (т/год), в формуле (13),  $K = 8,64 \times 10^2$ ;  $C_n$  – количество суток в расчетном периоде;  $Y_j^i$  – величина удельного  $i$ -го загрязняющего вещества, установленная для мест переработки и хранения навоза животноводческого комплекса соответствующей мощности и периода года  $j$ ;  $N$  – количество животных, содержащихся на комплексе;  $q$  – средняя масса (в центнерах) животного на комплексе.

Эффект от предотвращения загрязнения прилегающих водоемов получают за счет того,

что в сброженном навозе содержание БПК<sub>5</sub> составляет 2,28 кг/м<sup>3</sup>, а в необработанном – 4,8 кг/м<sup>3</sup> [10].

$$\Delta_{\text{вод}} = 365 \cdot N \cdot q_n \cdot \beta \cdot M_{\text{БПК}} \cdot C_{\text{БПК}} \quad (14)$$

$N$  – количество животных, содержащихся на комплексе;  $q_n$  – суточный выход навоза от одного животного, т;  $\beta$  – коэффициент выноса загрязняющих веществ поверхностными стоками, 0,25;  $M_{\text{БПК}}$  – масса годового сброса БПК<sub>5</sub> в прилегающие водоемы, кг/т;  $C_{\text{БПК}}$  – ставка платы за выброс в поверхностные и подземные воды 1 тонны БПК в пределах допустимых нормативов, руб.;

$$C_{\text{БПК}} = H_{\text{бн}}^{\text{БПК}} \cdot K_{\text{э}}^{\text{вод}} \cdot K_{\text{шд}} \quad (15)$$

$H_{\text{бн}}^{\text{БПК}}$  – базовый норматив платы за выброс 1 тонны БПК в размерах, не превышающих предельно-допустимые нормативы,  $H_{\text{бн}}^{\text{БПК}} = 91$  руб.;  $K_{\text{э}}^{\text{вод}}$  – коэффициент экологической ситуации и экологической значимости водных объектов в данном регионе, для Белгородской области  $K_{\text{э}}^{\text{вод}} = 1,15$  [11].

Капиталовложения ( $K_{\text{затр}}$ ) при внедрении биогазовой установки для переработки свиного навоза определяются:

$$K_{\text{затр}} = K_{\text{стр}} + K_{\text{пр}}, \quad (16)$$

$K_{\text{стр}}$  – капитальные вложения на строительство биогазовой установки, руб.;  $K_{\text{пр}}$  – прочие единовременные затраты, руб.

Прямые годовые эксплуатационные затраты на работу биогазовой установки определяются:

$$\Delta_{\text{затр}} = \Delta_{\text{ам}} + \Delta_{\text{р}} + \Delta_{\text{эл}} + \Delta_{\text{пл}}, \quad (17)$$

$\Delta_{\text{ам}}$  – амортизационные отчисления (0,15 от К), руб.;  $\Delta_{\text{р}}$  – отчисления в ремонтный фонд (0,08 от К), руб.;  $\Delta_{\text{эл}}$  – затраты на электроэнергию, руб/год;  $\Delta_{\text{пл}}$  – затраты на заработную плату обслуживающему персоналу, руб/год.

Итоговый экономический эффект от внедрения разработанной биогазовой установки для газоснабжения свиноводческого комплекса определяем с учетом годовых эксплуатационных расходов:

$$G_{\text{эф}} = \Delta_{\text{э}} - \Delta_{\text{затр}}, \quad (18)$$

А срок окупаемости составит:

$$C_{\text{ок}} = K_{\text{затр}} / G_{\text{эф}} \quad (19)$$

Результаты расчета эффективности внедрения биогазовой установки с объемом био реактора 1300 м<sup>3</sup> приведены в таблице 2. Годовой экономический эффект составил 7 364 436 рублей, а срок окупаемости – 3,4 года.

Таблица 2

Технико-экономические показатели

№ п/п	Наименование показателей	Условные обозначения	Значение
<b>1</b>	<b>Капитальные затраты</b>	$K_{\text{затр}}$	<b>25 075 000</b>
1.1	Капитальные вложения на строительство, руб	$K_{\text{стр}}$	25 000 000
1.2	Прочие единовременные затраты, руб	$K_{\text{пр}}$	75 000
<b>2</b>	<b>Эксплуатационные затраты</b>	$\Delta_{\text{затр}}$	<b>6 174 123</b>
2.1	Амортизационные отчисления (0,15 от К), руб	$\Delta_{\text{ам}}$	3 761 250
2.2	Отчисления в ремонтный фонд (0,08 от К), руб	$\Delta_{\text{р}}$	2 006 000
2.3	Затраты на электроэнергию, руб/год	$\Delta_{\text{эл}}$	118 873
2.4	Затраты на заработную плату обслуживающему персоналу, руб/год	$\Delta_{\text{пл}}$	288 000
<b>3</b>	<b>Энергетический эффект</b>	$E_1$	<b>1 620 607</b>
<b>4</b>	<b>Агробиохимический эффект</b>	$E_2$	<b>11 792 200</b>
<b>5</b>	<b>Экологический эффект</b>	$E_3$	<b>125 752</b>
<b>6</b>	<b>Годовой экономический эффект</b>	$E_{\text{эф}}$	<b>13 538 559</b>
<b>7</b>	<b>Итоговый эффект</b>	$G_{\text{эф}}$	<b>7 364 436</b>
<b>8</b>	<b>Срок окупаемости</b>	$C_{\text{ок}}$	<b>3,4</b>

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

- Suslov D.Yu., Kushchev L.A. Biogas technology – a contemporary method for processing organic wastes // Chemical and Petroleum Engineering. 2010. Т. 46. № 5. С. 308-311.
- Евстунючев М.А., Ильина Т.Н. Особенности сырьевой базы Белгородской области для производства биогаза // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2013. № 5. С. 170-173.
- Шапгала В.Г., Шапгала В.В., Суслев Д.Ю. Вопросы моделирования и расчета барботажных реакторов // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2013. №5. С. 189-192.
- de Graaf D., Fendler R. Biogas production in German. [Электронный ресурс]. Систем. требования: AdobeAcrobatReader. URL: <http://www.spin-project.eu/downloads/SPIN-Saksabiogaasitaustapaberveebuar2011.pdf> (дата обращения: 28.04.2014.)
- Eriksson P., Olsson M. The potential of biogas as Vehicle Fuel in Europe – A technological innovation systems analysis of the emerging biogas technology [Электронный ресурс]. Систем. требования: AdobeAcrobatReader. URL: <http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/43365.pdf> (дата обращения: 28.04.2014.)

- Паспорт качества газа магистрального газопровода Шебелинка-Брянск-Курск-Белгород, апрель 2011 г.
- Суслев Д.Ю. Экспериментальные исследования процесса получения биогаза в барботажных биореакторах // Концепт. 2013. Т. 4. № 34. С. 1471-1475.
- Афанасьев В.Н., Суханов П.А., Афанасьев А.В., Максимов Д.А., Перцович А.Ю. Практическое руководство для сельскохозяйственных предприятий по охране окружающей среды. Под ред. В.Н. Афанасьева. СПб.: СЗНИИМЭСХ, 2005. 272 с.
- Методика расчета выделений (выбросов) загрязняющих веществ в атмосферу от животноводческих комплексов и звероферм. Санкт-Петербург. 1997.
- Чернышов А. А. Совершенствование биогазовых установок для производства удобрений из навоза КРС: дисс... канд. техн. наук. М. 2004. 118 с.
- Постановление Правительства Российской Федерации. О нормативах платы за выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ стационарными и передвижными источниками, сбросы загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты, размещение отходов производства и потребления: утвержден постановлением Правительства от 12 июля 2003 г. №344.

Спирин М. Н., инж.,  
Свергузова С. В., д-р техн. наук, проф.,

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

## ОЧИСТКА МАСЛОСОДЕРЖАЩИХ СТОЧНЫХ ВОД ОТХОДАМИ ПРОИЗВОДСТВА САХАРА

spirich@mail.ru

Дефицит качественных водных ресурсов усугубляется повсеместными загрязнениями природных вод сточными водами. Со сточными водами предприятий промышленности, ЖКХ, сельского хозяйства в водные объекты поступают миллионы тонн загрязняющих веществ, представляющих угрозу, как для водных экосистем, так и для человека. К одним из распространённых загрязнителей водных объектов относятся предприятия по производству растительных масел.

В работе, для очистки маслосодержащих модельных эмульсий использовался термически модифицированный отход производства сахара – сатурационный осадок (ТМСО), представляющий собой тонкодисперсный сорбционный материал.

Исследования показали, что использование ТМСО для очистки маслосодержащих сточных вод весьма перспективно.

**Ключевые слова:** маслосодержащие сточные воды, очистка, отходы сахарного производства.

Дефицит качественных водных ресурсов усугубляется повсеместными загрязнениями природных вод сточными водами. Со сточными водами предприятий промышленности, ЖКХ, сельского хозяйства в водные объекты поступают миллионы тонн загрязняющих веществ, представляющих угрозу, как для водных экосистем, так и для человека. К одним из распространённых загрязнителей водных объектов относятся предприятия по производству растительных масел.

В работе, для очистки маслосодержащих модельных эмульсий использовался термически модифицированный отход производства сахара – сатурационный осадок (ТМСО), представляющий собой тонкодисперсный сорбционный материал.

Исследования показали, что использование ТМСО для очистки маслосодержащих сточных вод весьма перспективно.

**Ключевые слова:** маслосодержащие сточные воды, очистка, отходы сахарного производства.

Ресурсы для жизни всегда были той движущей силой, которая определяла миропорядок. Это простое, но всеобщее правило было основой как геоэкономики, так и геополитики. Ему преданно служили идеологии, право и общественная мораль. Борьба за ресурсы диктовала логику расселения человеческого племени, вела первопроходцев и поднимала народы против друг друга. По мере того, как люди осваивали все новые ресурсы, обращая их в средства для жизни, возникали цивилизационные артефакты, определявшие смысл и базовый для определенной исторической эпохи характер отношений между народами. Так настала эпоха великих географических открытий, наделившая европейскую цивилизацию новым ресурсным потенциалом

огромной мощности и определившая мироустройство, во многом сохранившееся до наших дней. Так возник Великий Шелковый путь, прототип современных глобализационных процессов, по которому шел обмен между Западом и Востоком. В разные времена разные ресурсы становились вожаками экспансионистского инстинкта человечества. Пахотная земля, пастбища, золото, лес. Последнее, за что идет схватка – это энергетические ресурсы: нефть и газ [1]. Эпоха нефти, главного ныне ресурса, длящаяся немногим больше ста лет, вскоре подойдет к концу. И драма всей современной политической истории определяется стремлением продлить возможности обладания этим ресурсом для тех или иных стран и народов на возможно более длительный срок. Трудно, но вполне можно себе представить существование человечества и без нефти, и без леса, как источника технологической древесины, и даже без металла. Но есть два глобальных природных ресурса, без которых представить существование человека невозможно, - это воздух и вода. С ростом численности населения планеты и загрязнения окружающей среды все больше и больше воздух и вода становятся дефицитными.

Дефицит качественных водных ресурсов усугубляется повсеместными загрязнениями природных вод сточными водами. Со сточными водами предприятий промышленности, ЖКХ, сельского хозяйства в водные объекты поступают миллионы тонн загрязняющих веществ, представляющих угрозу как для водных экосистем, так и для человека. К одним из распространённых загрязнителей водных объектов относятся предприятия по производству растительных масел [2].

Перечень производимых в мире растительных масел довольно обширен, наиболее часто

используемые в России масла и их состав представлены в табл. 1 [3-7].

Таблица 1

Состав некоторых растительных масел

Масло	Насыщенные кислоты				Ненасыщенные кислоты			
	Миристиновая	Пальмитиновая	Стеариновая	Арахидиновая	Олеиновая	Эруковая	Линолевая	Линоленовая
Абрикосовое	5,3	2-4,5	1-1,2	0,5	39-70	-	13-38	-
Горчичное	0,5	-	-	-	25-28	50	14,5-20	3
Кедровое	-	10-16	-	-	36	-	36-38	18-28
Кукурузное	-	7,7	3,5	0,4	44-45	-	41-48	-
Льняное	-	9-11	-	-	13-29	-	15-30	44
Облепиховое	-	11-12	-	-	23-42	-	32-36	14-27
Оливковое	следы	7-10	2,4	0,1-0,2	54-81	-	15	-
Пальмовое	-	39-47	8-10	-	32-37	-	5-18	-
Подсолнечное	1	6-9	1,6-4,6	0,7-0,9	24-40	-	46-72	1
Соевое	-	2,4-6,8	4,4-7,3	0,4-1	20-30	-	44-60	5-14
Рапсовое	1,5	-	1,6	1,5	20,25	56-65	14	2-3

Рост производства растительных масел неизменно сопряжен с образованием маслосодержащих сточных вод. Попадая в водные объекты, загрязнённые маслами сточные воды наносят водным экосистемам ощутимый вред. Так, загрязнение поверхности водоёмов плёнками масла, жиров, смазочных материалов препятствует газообмену между водой и атмосферой, что снижает насыщенность воды кислородом и оказывает отрицательное влияние на состояние фитопланктона и является причиной массовой гибели рыбы и птиц. Подсчитано, что ежегодно в мире сбрасывается более 420 км<sup>3</sup> сточных вод, которые в состоянии сделать непригодной к употреблению около 7 тыс. км<sup>3</sup> чистой воды, что в 1,5 раза больше всего речного стока стран СНГ [8-10]. В последнее время многими исследователями активно рассматриваются варианты очистки вод отходами различных производств [11-13].

Нами для очистки маслосодержащих модельных эмульсий использовался термически модифицированный отход производства сахара – сатурационный осадок (ТМСО) представляющий собой сорбционный материал на основе твердого отхода сахарной промышленности – дефека. Обжиг исходного дефека при 580-600°C в течение 30 мин приводит к обугливанию остатков органических веществ и образованию карбонизованного слоя на поверхности частиц СаСО<sub>3</sub>.

К модельным эмульсиям, содержащим подсолнечное и оливковое масла с концентрацией 0,4 мг/дм<sup>3</sup> с известной мутностью (подсолнечного 154 NTU, оливкового 158 NTU), добавляли навеску ТМСО. Смесь встряхивали в течение заданного времени, затем отстаивали в отстой-

ных цилиндрах. В отстоянной жидкости определяли остаточную мутность эмульсии на турбидиметре НИ 98703. Принцип работы мутномера следующий: генерируемый пучок света пропускать через слой жидкости и измеряться с помощью двух датчиков, установленных в направлении 90 друг к другу. При подаче луча некоторая его часть рассеивалась в жидкости, и в зависимости от интенсивности свечения определялось количество взвешенных частиц. Снятый сигнал преобразовывался в аналитическом блоке и отражался на дисплее. При этом использовалась принятая ISO 7027 мера — нефелометрические единицы мутности *Nephelometric Turbidity Unit* (NTU) [14].

В ходе экспериментов исследовали зависимость эффективности очистки от массы добавки ТМСО, длительности отстаивания отработанных масляных эмульсий и температуры эмульсионной среды.

Как видно из рис. 1, масса добавки ТМСО оказывает значительное влияние на очистку масляных эмульсий, как по эмульсии подсолнечного масла, так и оливкового. Так, уже при добавке ТМСО массой 0,25 г к эмульсии с подсолнечным маслом эффективность осветления составляет 90,2%; 91,0%; 91,5%; 93,0% для 15, 60, 120 и 240 мин, соответственно, а для эмульсии с оливковым маслом 88,7%; 89,4%; 90,7%; 92,5%. Увеличение массы добавки ТМСО приводит к повышению эффективности осветления обеих эмульсий. При этом наибольший прирост эффективности наблюдается в интервале до 0,5 г. ТМСО и составляет 92,2; 93,8; 94,2; 97,0% для 15, 60, 120 и 240 мин отстаивания, соответственно. В дальнейшем при увеличении массы

добавляемого ТМСО прирост эффективности осветления эмульсии заметно замедляется. Так, при увеличении массы добавки ТМСО от 0,5 до 2,5 г на 1000 мл эмульсии прирост эффективно-

сти осветления составляет всего 3,04; 2,4; 1,5; 1,2% для 240, 120, 60 и 15 мин. соответственно для подсолнечного масла и 3,7; 2,8; 1,9; 1,8% для оливкового масла.

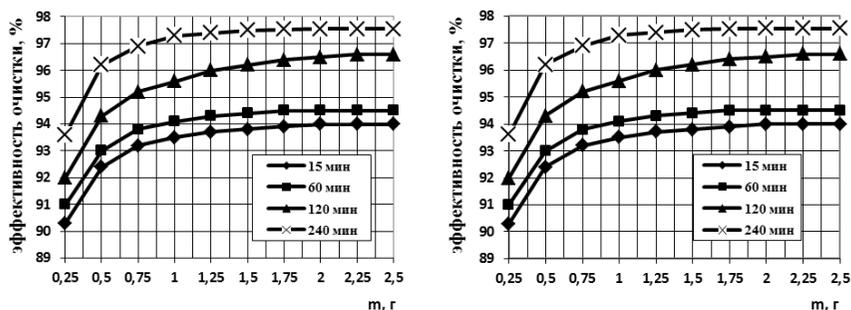


Рис. 1. Зависимость эффективности очистки эмульсии от массы навески ТМСО

а – подсолнечное масло, б – оливковое масло

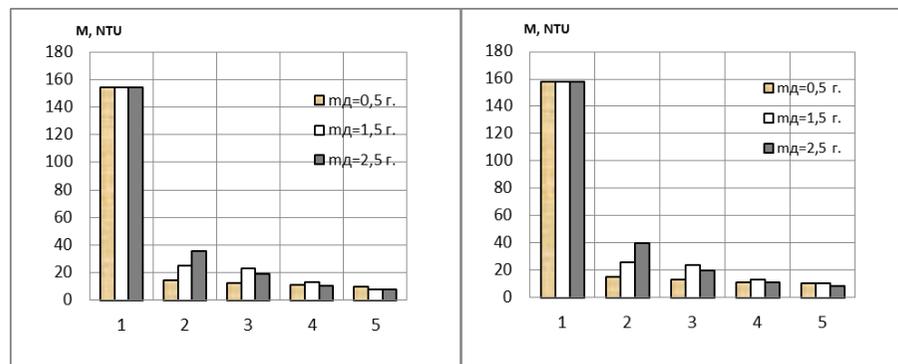


Рис. 2. Влияние длительности отстаивания на осветление эмульсии (масло подсолнечное) после добавления ТМСО

а – подсолнечное масло  
1 – исходная мутность; 2 – через 15 мин. отстаивания; 3 – через 60 мин. отстаивания; 4 – через 120 мин. отстаивания; 5 – через 240 мин. отстаивания

Результаты наблюдений осветления эмульсий в процессе отстаивания (рис. 2) показали, что уже через 15 мин после добавления ТМСО массой 0,5 г мутность исходной эмульсии с подсолнечным маслом уменьшилась на 139,5 NTU; через 120 мин на 143,2 NTU, а через 240 мин на 144 NTU. Аналогичная зависимость характерна для других масс добавок ТМСО. При массе навески 1,5 г через 15 мин на 128,8 NTU, через 120 мин на 141,2 NTU, и через 240 мин на 146,26 NTU. При добавлении 2,5 г ТМСО через 15 мин мутность уменьшилась на 118,5 NTU, через 120 мин на 143,4 NTU, через 240 мин на 146,26

NTU. Сходный характер снижения мутности наблюдался и для эмульсий с оливковым маслом. При добавлении ТМСО массой 0,5 г снижение на 142,9 NTU через 15 мин, через 120 мин на 132,2 NTU, а через 20 мин на 117,9 NTU. При массе навески 1,5 г через 15 мин на 146,6 NTU, через 120 мин на 144,5 NTU, и через 240 мин на 146,8 NTU. При добавлении 2,5 г ТМСО через 15 мин мутность уменьшилась на 147,5 NTU, через 120 мин на 147,8 NTU, через 240 мин на 149,7 NTU.

Начальная мутность эмульсий с добавкой подсолнечного и оливкового масел составила

154 и 158 NTU соответственно. При добавлении к пробам навесок ТМСО в разных пропорциях было замечено явное снижение мутности эмульсий. Пробы с более высокой добавкой ТМСО сразу после встряхивания показали повышенный уровень мутности. Мутность эмульсии с оливковым маслом увеличилась на 40,1 NTU для пробы с навеской сорбента 2,5 г, и на 15,1 NTU для навески массой 0,5 г. Такая же тенден-

ция наблюдалась для эмульсии содержащей подсолнечное масло. Но со временем отстаивания этот показатель снижался, и через четыре часа наиболее низкую остаточную мутность показали пробы с навеской ТМСО равной 2,5 г: оливковое масло – 8,3 NTU, подсолнечное – 7,74 NTU. Это говорит о том, что мутность в начале отстаивания давали сами взвешенные частицы ТМСО.

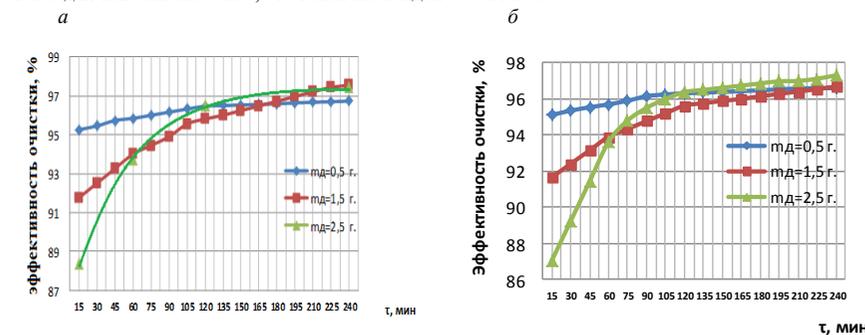


Рис. 3. Зависимость эффективности очистки эмульсии с помощью ТМСО от длительности отстаивания

а – подсолнечное масло, б – оливковое масло

Разные характеры роста эффективности очистки наблюдались для эмульсий с различными массами навесок ТМСО с течением времени. Как видно из рисунка 3 прирост эффективности очистки для эмульсий, содержащих навеску сорбента, равную 0,5 г, увеличивался плавно и, можно сказать, незначительно и через 4 часа составил около 2%. В эмульсиях же с навесками

ТМСО, равными 2,5 г., рост эффективности очистки был более ярко выраженным в первый промежуток времени, замедляясь к концу опыта и показал примерно 10%. В итоге наибольшую эффективность очистки как для эмульсии с подсолнечным маслом ( $\Xi=97,47\%$ ), так и с оливковым ( $\Xi=97,31\%$ ), показывают пробы с навеской ТМСО равной 2,5 грамма.

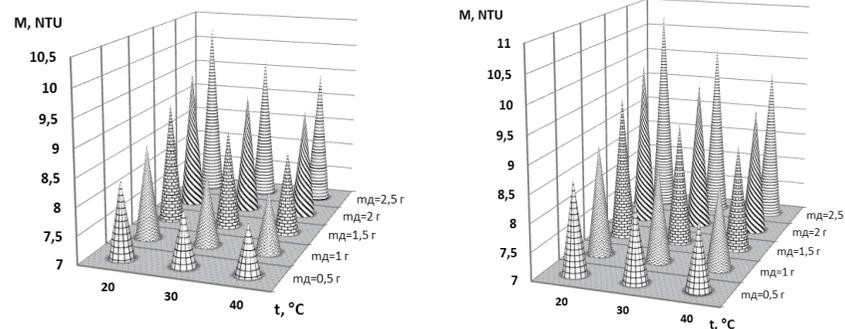


Рис. 4. Влияние температуры на осветление эмульсии (отстаивание 1 час)

а – подсолнечное масло, б – оливковое масло

Как видно из рис. 4, повышение температуры эмульсии от 20 до 40° С приводит к снижению мутности во всех пробах. При массе навес-

ки 0,5 г мутность снижается примерно на 6% а при 2,5 г достигает свыше 9%. Это говорит об улучшении сорбционных свойств ТМСО при

повышении температуры. Вероятно, это можно объяснить снижением вязкости эмульсий и улучшением доступа жировых частиц к сорбционным поверхностям.

Исходя из выше сказанного, можно сделать вывод, что использование ТМСО для очистки маслосодержащих сточных вод является весьма перспективным.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Рудов Г.А., Дефицит пресной воды и его международное урегулирование // Мир и политика №9 (60) сентябрь 2011 // <http://mir-politika.ru/162-deficit-presnoy-vody-i-ego-mezhdunarodnoe-uregulirovanie.html>
2. Свергузова Ж.А., Ельников Д.А., Лупанина Н.С. Аспекты водообеспечения и существующие реалии // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2012. №3. С. 161–166
3. Беззубов Л. П., Химия жиров, 3 изд., М., 1975, 280 с.
4. Технология жиров и жирозаменителей, М., 1982, 145 с.
5. Технология переработки жиров, М., 1985, 174 с.
6. Паронян В. Х., Новокшенов Ю. И., Мо-

делирование и оптимизация процессов рафинации жиров, М., 1985, 224 с.

7. Smits G., Losses in alkali neutralization of edible oils, [Groningen], 1977  
[http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc\\_chemistry/3881](http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_chemistry/3881)

8. [http://studopedia.ru/view\\_bg.php?id=5](http://studopedia.ru/view_bg.php?id=5)

9. <http://www.watertech21.ru/news/66.html>,

10. <http://centrnedra.ru/>

11. Лесовик В.С., Свергузова Ж.А. Возможные пути использования отхода сахарной промышленности – сатурационного осадка // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2012. №2. С. 144–149.

12. Кирюшина Н.Ю., Тарасова Г.И., Свергузова С.В. Шлаковые отходы в водоочистке // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2010. №4. С. 140–145.

13. Ельников Д.А., Свергузова Ж.А. Свергузова С.В. Влияние температурной обработки дефеката на эффективность очистки модельных растворов от красителей // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2011. №2. С. 144–147

14. <http://medbuy.ru/mutnomer>

# ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ

Васюткина Д. И., аспирант,

Ветрова Ю. В., канд. техн. наук, доц.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

## АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КОМПЛЕКСНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ\*

vs1606@mail.ru

*В статье представлены результаты аналитического обзора существующих отечественных и зарубежных исследований в области обеспечения комплексной безопасности объектов. В результате исследований различных математических моделей состояния систем комплексной безопасности выявлено, что в математической постановке проблема сводится к исследованию системы дифференциальных уравнений с нелинейными обратными связями: при анализе устойчивости этих систем часто используются степенные законы распределения вероятностей и одной из наиболее адекватных методов моделирования сложных систем представляют собой энтропийные подходы, в которых должен быть определен максимум энтропии сложной системы.*

**Ключевые слова:** моделирование, комплексная безопасность, риск, энтропия, устойчивость, оптимизация.

**Введение.** При разработке математических основ и моделей оптимального управления риском использовалась концепция безопасности, предложенная в работах [1, 2] примененная для решения практических задач обеспечения комплексной безопасности в работах [3, 4].

Состояние безопасности любого объекта, в том числе образовательного учреждения, определяется их защищенностью от совокупности всевозможных опасностей природного, техногенного и социального характера. Эта совокупность не является результатом простого наложения опасностей как с точки зрения вероятностей проявления опасных факторов, так и с точки зрения их воздействия на человека, сферу его деятельности и обитания. Реализация одного из видов опасностей, как правило, вызывает цепную реакцию осуществления других видов опасностей, последствия которых можно оценить только с определенной вероятностью.

Только в рамках такого системного и вероятностного подхода может быть решена одна из

основных задач обеспечения комплексной безопасности – задача оптимального распределения имеющихся ограниченных ресурсов, направленных на предотвращение тех или иных чрезвычайных ситуаций.

Проблеме математического моделирования состояния безопасности объектов различной природы в последнее время уделяется значительное внимание [5]. Системы обеспечения комплексной безопасности имеют обратные связи и их учет играет принципиальную роль в управлении рисками [6].

**Методология.** В процессе работы был исследован системный подход, охватывающий методы обобщения и анализа факторов риска, аналитические исследования, методы математического моделирования.

**Основная часть.** В математической постановке проблема сводится к исследованию системы дифференциальных уравнений с нелинейными обратными связями вида:

$$\frac{\partial}{\partial t} X_i(t) = F_i(X_1, X_2, \dots, X_n; t), \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad (1)$$

где  $X_i$  – фазовые переменные, определяющие состояние рассматриваемого объекта в данный момент времени  $t$ .

В число фазовых переменных, характеризующих состояние безопасности ВУЗа, входят численность студентов, преподавателей и сотрудников, находящихся в ВУЗе в определенное время, число и характеристики источников потенциальной опасности, количественные и каче-

ственные характеристики сил и технических средств, направленных на предупреждение чрезвычайных ситуаций (ЧС) и минимизацию их последствий. Система уравнений (1) будет описывать поведение объекта в условиях ЧС, если известны правые части уравнений (1) с нелинейными обратными связями.

При анализе устойчивости систем комплексной безопасности часто используется при-

ближение суммы одинаково распределенных независимых случайных величин с конечными средними и дисперсией. В этом случае, в соответствии с центральной предельной теоремой возникает нормальный закон распределения плотности вероятности:

$$f(x) \approx \exp\left(-\frac{(x-M)^2}{\sigma^2}\right). \quad (2)$$

Однако, анализ статистики, связанной с риском, показывает, что часто имеет место степенные законы распределения вероятностей:

$$f(x) \approx x^{-\alpha}, \quad x \gg 1, \quad \alpha \approx 1. \quad (3)$$

Именно этот закон характеризует распределение числа землетрясений по их энергиям, зависимость числа пострадавших людей при наводнениях, статистику аварий на объектах атомной промышленности и т.д.

Во многих задачах, связанных с безопасностью, ключевое значение имеет прогнозирование [7]. Еще недавно считалось, что, имея математическую модель объекта и достаточно мощную вычислительную технику, можно сделать прогноз наступления и развития чрезвычайных ситуаций. Однако, нелинейная динамика показывает, что даже для сравнительно простых систем есть свои пределы предсказуемости или горизонт прогноза, заглянуть за который принципиально невозможно.

Перспективным направлением рискологии является применение вейвлет-анализа, как метода экспресс - диагностики и оперативного прогноза кризисного состояния.

Присутствие в системе положительных обратных связей всегда потенциально опасно и может служить причиной потери устойчивости управляемости. В частности, такими являются системы с изменяющимся запаздыванием, которые описываются уравнением вида:

$$\frac{dx}{dt} = F(x(t), x(t-\tau)), \quad (4)$$

где  $\tau$  – запаздывание.

Простейшим примером модели с запаздыванием является уравнение Хатчинсона:

$$\frac{dx}{dt} = \alpha x(t) \cdot (1 - x(t - \tau)). \quad (5)$$

Когда время запаздывания велико, это уравнение описывает редкие, периодически возникающие, гигантские всплески, которые можно интерпретировать как катастрофы. Таким образом, изменение времени запаздывания – один из путей дестабилизации сложных систем. Эффект запаздывания и связанное с ним рассогласование комплекса положительных и отрицательных обратных связей может возникать неявно в

сложных системах, где процессы имеют существенно разные скорости, хотя формально запаздывание отсутствует.

При моделировании процессов, в которых активно действуют люди, полное математическое описание поведения отдельно взятого человека невозможно, поскольку его действия определяются очень большим количеством факторов, как рациональных, так и иррациональных [8]. Однако, поведение большой группы людей в стандартной ситуации хорошо описывается вероятностным образом на основе закона больших чисел. Поэтому при проектировании и прогнозировании зданий учебных заведений необходимо учитывать результаты моделирования беспорядочного движения большой неорганизованной группы людей – толпы в условиях паники и устранять особенности конструкций, которые могут привести к давке и заторам. Для построения математического описания поведения толпы людей используются модели клеточных автоматов.

Одной из наиболее адекватных методов моделирования сложных систем представляют собой энтропийные подходы, в которых должен быть определен максимум энтропии сложной системы [9]. Понятие энтропии до недавнего времени использовалось, в основном, для изучения физических систем. Однако, энтропия играет важную роль в исследовании самых различных по своей природе систем, в том числе систем обеспечения комплексной безопасности.

Рассмотрим случайную величину  $x$ , которая может принимать значения  $x_1, x_2, \dots, x_n$  с вероятностями  $p_1, p_2, \dots, p_n$ , т.е. для случайной величины  $x$  существует дискретная функция распределения вероятностей  $P(x_i)$  со значениями  $p_1, p_2, \dots, p_n$ .

Возникает вопрос, каким образом можно количественно охарактеризовать связь между априорной информацией о случайной величине (например, ее средним значением, дисперсией и т.д.) и видом функции  $P(x_i)$ .

Интуитивные представления сводятся к тому, что более размытое распределение вероятностей связано с большей неопределенностью (с меньшей априорной информацией), чем распределение с явно выраженным пиком. Такая мера неопределенности была введена К. Шенноном в виде:

$$H(p_1, p_2, \dots, p_n) = -k \sum_i p_i \cdot \ln p_i, \quad (6)$$

где  $H$  – энтропия вероятностного распределения  $P(x_i)$ .

Если о случайной величине никакой дополнительной информации нет, то максимизация

энтропии  $H$  при условии  $\sum_i p_i = 1$  дает оптимальное распределение  $P(x_i) = \frac{1}{n}$ , что совпадает с качественными представлениями о неопределенности.

Общее правило для формирования математических моделей можно представить следующим образом: необходимо выделить переменные величины, определяющие изучаемую систему, выписать все известные ограничения на эти величины, после чего определить энтропию системы либо непосредственно, либо с помощью соответствующего распределения вероятностей. Затем следует оценить значения переменных, максимизирующих энтропию при принятых ограничениях. В качестве примера использования энтропийного подхода рассмотрим модель развития ЧС как процесса перехода системы обеспечения безопасности из устойчивого в неустойчивое состояние [9].

Рассмотрим энерго распределение элементов системы комплексной безопасности  $H$ . Процессы, происходящие в системе, будем описывать интенсивностью (скоростью) роста числа элементов системы  $\lambda$ , а также интенсивностью использования элементов  $\rho$ . Тогда уравнение, характеризующее состояние системы, можно записать в виде:

$$\frac{dH}{dt} = (\lambda - \rho)H, \quad (7)$$

где  $\beta$  – параметр, характеризующий управление процессом формирования структуры системы.

Структура системы поддерживается и развивается благодаря ее взаимодействию с внешней средой:

$$\beta = \rho H. \quad (8)$$

Подставив выражение (8) в уравнение (7), получим нелинейное дифференциальное уравнение, которое можно рассматривать как математическую модель процесса развития системы безопасности:

$$\frac{dH}{dt} = \lambda H - \rho H^2 \quad (9)$$

Решение уравнения (9) имеет вид:

$$H = \frac{\lambda}{\rho} \frac{1}{1 - \left(1 - \frac{\lambda}{\rho H_\tau}\right) e^{-\lambda(t-\tau)}} \quad (10)$$

где  $H_\tau$  – значение энтропии в некоторый начальный момент  $\tau$ .

С течением времени ( $t \rightarrow \infty$ ) энтропия системы не возрастает неограниченно, а стремится к предельному значению  $\lambda$ .

Точки возможного экстремума (стационарные точки) определяются из условия:

$$\frac{dH}{dt} = H(\lambda - \rho H) = 0. \quad (11)$$

Одна из таких точек соответствует нулевой энтропии, а остальные являются корнями уравнения:

$$\lambda - \rho H = 0, \quad (12)$$

где параметры  $\lambda$  и  $\rho$  в общем случае зависят от времени.

Если зависимость  $f(H) = \lambda - \rho H$  монотонная, то существует одна нетривиальная стационарная точка:

$$H = \lambda/\rho. \quad (13)$$

Если зависимость  $f(H)$  немонотонная, то возможно существование и других нестационарных точек.

Устойчивость работы системы безопасности определяется реакцией системы на малые возмущения  $\Delta H$ , накладываемые на систему, которая находится в стационарной точке  $H_0$ , реакцию системы можно исследовать методом фазовых диаграмм. Области устойчивости системы определяются с помощью прямого метода Ляпунова.

Утрата работоспособности (гибель) системы безопасности может произойти в двух случаях:

1) случайные или целенаправленные воздействия внешней среды приводят к гибели отдельных элементов системы, в результате чего система уже не может выполнять заданные функции;

2) в системе не используется информация о взаимодействии отдельных элементов системы с внешней средой, в результате чего нарушаются связи системы с внешней средой, перестают действовать регулирующие механизмы, что приводит к дезорганизации системы и ее гибели.

Эти режимы работы системы безопасности, а также условия остановки ее разрушения могут быть исследованы на основе рассматриваемой выше энтропийной математической модели системы обеспечения безопасности.

При разработке комплексных систем безопасности важно улучшение не одного, а всех её параметров. Задача оптимизации в этом случае является задачей многокритериальной (векторной). Целью многокритериальной оптимизации является выбор одного из множества реально возможных вариантов построения системы, удовлетворяющего установленным ограничениям.

Так как проектируемая комплексная система безопасности состоит из нескольких взаимосвязанных систем, оптимальность всей системы определяется эффективностью его отдельных подсистем, каждая из которых может быть оха-

рактирована, по крайней мере, хотя бы одним частным критерием оптимальности  $Q_i(\vec{x})$ . Функционирование всей системы можно считать оптимальным, если за счет выбора управляющих параметров обеспечиваются экстремальные значения всех частных критериев оптимальности. В этом случае оптимизацию производят по нескольким частным критериям  $Q_i(\vec{x})(i = 1, 2, \dots, s)$ . Многокритериальная оптимизация представляет собой попытку получить наилучшее значение для некоторого множества характеристик рассматриваемого объекта, т.е. найти некоторый компромисс между теми частными критериями  $Q_i(\vec{x})(i = 1, 2, \dots, s)$ , по которым требуется оптимизировать решение.

Постановку задачи можно представить следующим образом:

$$\begin{cases} Q_1(\vec{x}) \rightarrow \min(\max), \\ Q_2(\vec{x}) \rightarrow \min(\max), \\ \dots, \\ Q_s(\vec{x}) \rightarrow \min(\max), \\ g_1(x_1, x_2, \dots, x_n) \leq b_1, \\ g_2(x_1, x_2, \dots, x_n) \leq b_2, \\ \dots, \\ g_m(x_1, x_2, \dots, x_n) \leq b_m, \\ d_j \leq x_j \leq D_j, \quad j = 1, 2, \dots, n. \end{cases} \quad (14)$$

где  $D_j$  и  $d_j$  – граничные условия;  $g_i(x)$  – левые части ограничений,  $b_i$  – правые части ограничений.

**Вывод:** Применение современных информационных технологий позволяет внедрить в практику проектирования математические методы поиска оптимальных решений, что сокращает сроки разработки систем и уменьшает количество их испытаний.

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

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Воробьев Ю.Л. Основы формирования и реализации государственной политики в области снижения рисков чрезвычайных ситуаций. М.: ФИД «Деловой экспресс», 2000. 248с.  
 2. Шаптала В.Г., Радоуцкий В.Ю., Шульженко В.Н. Концепция обеспечения безопасности высших учебных заведений // Вестник Белгородского государственного технологического

университета им. В.Г. Шухова. 2009. №3. С.127 - 129.

3. Шаптала В.Г., Радоуцкий В.Ю., Шульженко В.Н., Ветрова Ю.В. - Основные положения обеспечения безопасности учреждений высшего профессионального образования // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2010. № 3. С. 186-187.

4. Радоуцкий В.Ю., Шаптала В.Г., Шульженко В.Н., Добровольский В.С., Овечкин А.Н. Комплексная безопасность высших учебных заведений: монография. Петербург: Изд – во «Инфо - да», 2008. 120с.

5. Акимов В.А., Кузьмин И.И. Управление рисками катастроф как необходимое условие развития России // Управление риском. 1997. №3. С. 11-21.

6. Радоуцкий В.Ю., Шаптала В.В., Ветрова Ю.В., Шаптала В.Г. Оценка риска чрезвычайных ситуаций природного, техногенного характера и пожаров: уч. пос. Белгород: Изд-во БГТУ, 2011. 116 с.

7. Радоуцкий В.Ю., Шаптала В.В. Шаптала В.Г. Моделирование опасных факторов пожара, чрезвычайных и кризисных ситуаций: монография. Белгород: ООО«ЕвроПолиграф», 2011. – 171 с.

8. Радоуцкий В.Ю., Шаптала В.Г. – Методологические основы моделирования систем обеспечения комплексной безопасностью вузов // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2008. № 3. С. 64-66.

9. А.Дж. Вилсон. Энтропийные методы моделирования сложных систем М.: Наука, 1978. 248 с.

Ломакин В. В., канд. техн. наук, проф.,  
 Лифиренко М. В., аспирант,  
 Михелев М. В., канд. техн. наук, доц.

Белгородский государственный национальный исследовательский университет

**ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА ПОДДЕРЖКИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ НАРУЖНЫМ ОСВЕЩЕНИЕМ НА ОСНОВЕ ЭКСПЕРТНЫХ МЕТОДОВ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ**

lifrenko@bsu.edu.ru

В настоящее время актуальными стали вопросы поддержки разработки и проектирования, так как сложность создаваемых систем повышается. В статье показаны инструментальные средства поддержки жизненного цикла автоматизированных систем управления наружным освещением. Исходя из исследования специфики автоматизированных систем управления наружным освещением, установлено, что на каждом этапе совершенствования системы необходимо ранжировать новые функции для определения наиболее приоритетных с точки зрения последующей реализации. Для ранжирования функций в статье была проведена формализация критериев оценки. В статье рассмотрено, что наиболее эффективным способом описания для такого большого и разнородного набора критериев является модель в виде иерархии. В качестве экспертного метода оценки использовался метод анализа иерархий. Были решены вопросы, связанные с получением согласованных суждений экспертов. Предложенные инструментальные средства позволяют повысить объективность оценки функций системы и снизить риски и затраты на разработке и внедрении.

**Ключевые слова:** разработка систем, принятие решений, сложные системы, автоматизированная система управления наружным освещением.

**Введение.** Автоматизированные системы управления наружным освещением (АСУНО) [9] имеют большое время жизненного цикла (25-50 лет), на протяжении которого система постоянно совершенствуется и модернизируется. Поэтому необходимо исследование существующих подходов к поддержке жизненного цикла автоматизированных систем с целью получения наиболее рациональных технических решений и тактики их совершенствования. Жизненный

цикл автоматизированной системы [1] – развитие системы, начиная со стадии разработки концепции и заканчивая прекращением применения. Существуют различные модели жизненного цикла: каскадная, итерационная, спиральная и другие. В настоящий момент наиболее популярной моделью считается спиральная модель (рис. 1), которая дает возможность за короткий срок получить рабочий прототип системы.

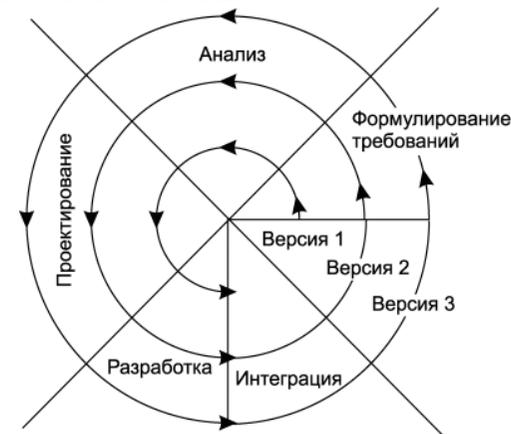


Рис. 1. Спиральная модель жизненного цикла систем

Как видно из рис. 1, спиральный подход, представляющий собой процесс частичной реализации всей системы наряду с постепенным

наращиванием функциональных возможностей. С помощью этого подхода ускоряется процесс создания функционирующей системы, при этом

уменьшаются затраты на разработку и внедрение, предшествующие достижению уровня заданных технических характеристик.

В АСУНО необходимы постоянные доработки, связанные с экономией электроэнергии и повышением эксплуатационных характеристик на основе обновления программных и техниче-

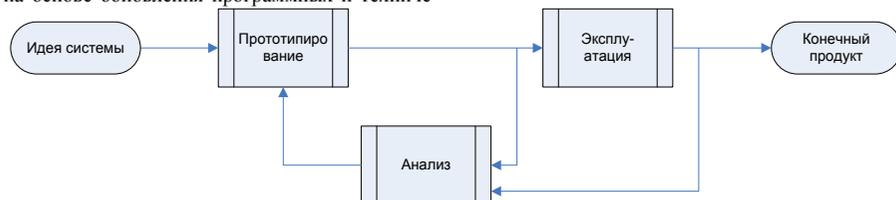


Рис. 2. Обобщенная схема разработки АСУНО по спиральной модели

На блок-схеме показаны этапы разработки продукта от идеи системы до конечного продукта. Как видно, вся разработка производится с помощью повторения процедур прототипирования, эксплуатации и анализа. Изложенный выше подход в полной мере учитывает особенность АСУНО, связанную с поэтапным внедрением.

При решении задач на всех итерациях имеют место формализованные и неформализованные этапы, при этом многие задачи ранее не были решены. Это задачи ранжирования функций с целью определения наиболее важных направлений улучшения системы, выбора способа управления освещением, выбора объектов наружного освещения для модернизации.

Данные задачи относятся к типу слабоструктурированных, и их решение можно описать с помощью многокритериальных моделей [3]. В нашем случае для получения решения необходим учет множества экономических, организационных, технических и других факторов, при этом невозможно описать зависимости с помощью четких формул и правил.

**Функции системы и критерии для их выбора.** В настоящее время функции, которые должна выполнять современная АСУНО, значительно расширились [11]. В частности, АСУНО не только позволяет управлять освещением, но и выполнять функции контроля, учета и прогнозирования потребления электроэнергии. В АСУНО активно внедряются новые технологии и технические средства, такие как: GSM, Ethernet, PLC, ZigBee, ЭППА, ЭМППА, DALI и другие [10].

В зависимости от того, как спланировано внедрение системы, можно по-разному распределить силы и средства при разработке той или иной функции. Как отмечалось выше, при качественном анализе функций АСУНО необходимо учесть множество факторов, и для решения дан-

ных средств. При этом все функции системы должны проходить объективную экспертную оценку в соответствии с определенным набором требований. Обобщенно последовательность совершенствования АСУНО можно схематически представить в виде схемы (рис. 2).

ного вопроса необходимо привлекать широкий круг экспертов из различных областей знаний. Поэтому решение задачи ранжирования функций системы предлагается получать на основе экспертных методов принятия решений [2].

Проведем анализ критериев, которые должны использоваться экспертами для оценки интенсивности свойств проявления отдельных функций системы. На наш взгляд, рационально распределить все критерии по кластерам, таким как: экономические, технические и организационные. Выберем и опишем критерии, входящие в данные кластеры.

Важные показатели работы АСУНО связаны с эффективностью расходования электроэнергии, поэтому необходимо учесть экономический эффект от внедрения функций энергосбережения в систему. Необходимо также учитывать финансовые и временные затраты на разработку системы. Функции, которые разрабатываются в рамках НИОКР, необходимо защищать как интеллектуальную собственность, что также важно отразить в критериях. Определенные функциональные возможности системы должны быть проанализированы с точки зрения актуальности и риска возможной незаинтересованности у клиентов.

Каждый вариант построения системы необходимо оценить по сложности технической реализации. Системы, работающие в энергетической сфере, должны отвечать высоким требованиям надежности, поэтому необходимо учесть влияние каждого технического элемента АСУНО на надежность системы. При выборе набора функций важно обеспечить совместимость между конструктивными модулями и обеспечивающими подсистемами, а также возможность масштабирования. При разработке технических решений важными факторами успешной реализации являются степень проработанности предложенных технических и технологических реше-

ний и опыт в необходимых областях. Кроме того, необходимо учитывать опыт реализации аналогичных решений в других системах. На успешное завершение разработки оказывают влияние качество оснащения лаборатории. Для определения направления развития АСУНО важно оценить степень влияния реализованных функций на состав и структуру будущих разработок.

Организационный кластер критериев связан с методами организации работ, технической документацией и персоналом. Важно учесть достаточность количественного и квалификационного состава персонала для реализации функции.

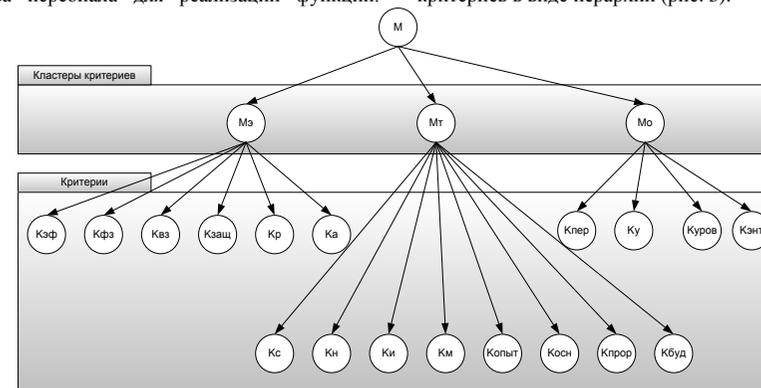


Рис. 3. Структура критериев в формализованном виде

Подмножество  $Mэ$  состоит из Кэф – экономический эффект от внедрения функции в систему, Кфз – финансовых затрат на реализацию функции, Квз – временных затрат, Кзащ – необходимость защиты функции, Кр – риск будущей невостребованности данной функции, Ка – актуальность данной функции.

Подмножество  $Mт$  (см. рис. 3) состоит из Кс – сложность реализации, Кн – влияние на надежность системы, Ки – интегрируемость с другими техническими решениями и системами, Км – масштабируемость функционала, Копыт – опыт реализации такого рода функционала, Косн – качество оснащения лаборатории, Кпрор – степень проработанности предложенных технических и технологических решений, Кбуд – влияние на будущие разработки.

Подмножество  $Mо$  состоит из 4 критериев: Кпер – наличие персонала для реализации функции, Ку – степень нацеленности команды на успех, Куров – уровень подготовки команды, Кэнт – энтузиазм команды для реализации функции.

Важно отметить, что состав критериев может с течением времени изменяться, поэтому необходимо учесть это при выборе средства

Значительное влияние на конечный результат оказывают такие факторы, как нацеленность команды на успешную реализацию функции и энтузиазм, проявленный при выполнении работы.

Формализуем описание выбранных критериев с помощью иерархии множеств. Обозначим через  $M$  – множество критериев ранжирования функций, которое состоит из кластеров (подмножеств критериев):  $Mэ$  – подмножество экономических критериев,  $Mт$  – подмножество технических критериев,  $Mо$  – подмножество организационных критериев. В соответствии с выбранными обозначениями представим структуру критериев в виде иерархии (рис. 3).

поддержки принятия решений. Таким образом, полученная трехуровневая система критериев дает необходимую основу для определения параметров и функций АСУНО на всех этапах ее жизненного цикла.

**Реализация средств принятия решения для ранжирования функций системы.** Выше формально описана задача ранжирования функций системы и определен состав критериев для оценки функций АСУНО. Поэтому на следующем этапе перейдем к решению задачи выбора инструментального средства для реализации многокритериальной задачи принятия решений. При этом необходимо структурировать и определить набор функций АСУНО для последующей оценки лицом, принимающим решение (ЛПР) или экспертом. В таком случае структура системы для решения задачи оценки приоритетов функций АСУНО будет представлена пятиуровневой иерархией (рис. 4).

На рис. 4 функции (F11 – F52) разделены на группы (F1-F5), обычно это является удобным способом разделить функции по назначению. В данном случае F1 – группа функций, повышающих информативность интерфейса пользователя, F2 – группа функций, повышающих надеж-

ность системы, F3 – группа функций, представляющих интеграцию других устройств в систему, F4 – группа функций, предоставляющих новые способы передачи данных, F5 – функции, предоставляющие новые возможности. В группу F1 входят функции: F11 – отображение графиков изменения величин, F12 – внедрение всплывающих сообщений диспетчера; в группу F2: F21 – поддержка двух SIM-карт, F22 – повышение стабильности связи и её монито-

ринг, F23 – резервное копирование базы данных; в группу F3: F31 – работа со счетчиками электроэнергии определенных фирм изготовителей, F32 – добавление настроечных параметров для поддержки различных видов датчиков; в группу F4: F41 – управление светильниками по каналу ZigBee, F42 – управление светильниками по каналу PLC; и в группу F5: F51 – поддержка других устройств, работающих по протоколу Mod-Bus, F52 – поддержка датчика освещенности.

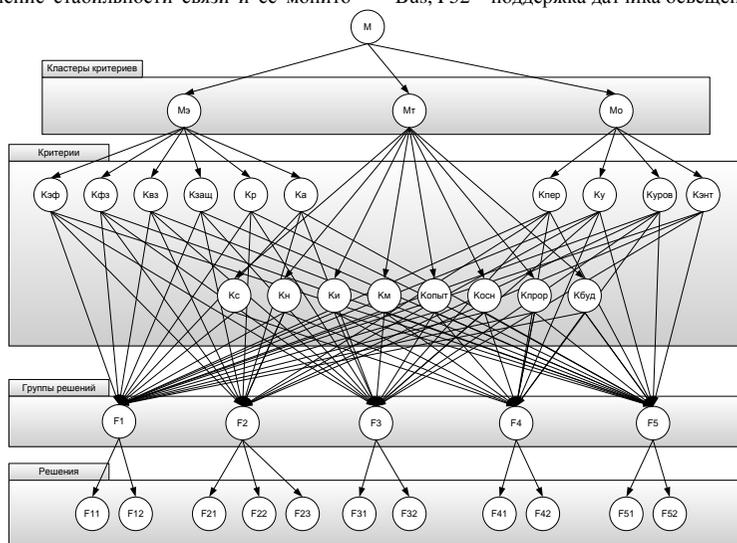


Рис. 4. Иерархическая структура системы функций АСУНО для задачи их ранжирования

Как видно, структура иерархической системы достаточно сложна и включает множество взаимосвязей, поэтому для ранжирования функций АСУНО необходимо применить методы, с помощью которых оценка бы производилась поэтапно, оценивая элементарные составляющие данной структуры. К наиболее подходящему методу для такой задачи относится метод анализа иерархий (МАИ)[2,8], который позволяет получить числовые приоритеты альтернатив после проведения парных сравнений системы экспертами по каждому из критериев отдельно.

Перечислим основные этапы решения многокритериальных задач на основе МАИ, реализованные в СППР «Решение» [6]:

1. Структуризация задачи в виде иерархической структуры с несколькими уровнями.
2. Определение экспертной группы, производящей оценку.
3. Эксперты или ЛПР проводят попарные сравнения элементов на каждом уровне иерархии. Результаты их сравнений переводятся в числовые.

4. Проверка на согласованность суждений экспертов. Повышение согласованности при необходимости.

5. Производится вычисление приоритетов на каждом из уровней иерархии.

6. Вычисление результирующего количественного показателя для каждой из альтернатив и определение наилучших альтернатив.

Предполагается, что оценка функций АСУНО производится группами экспертов. При обработке материалов коллективной экспертизы необходимо оценить согласованность суждений каждого эксперта. Для определения согласованности суждений экспертов по методу парных сравнений в МАИ используются следующие коэффициенты: индекс согласованности (ИС) и отношение согласованности (ОС). Достоверность оценок считается приемлемой, когда ИС и ОС имеют значения в пределах от 0 до 0,1. В противном случае суждения имеют логические противоречия или повышенный элемент случайности при формировании матрицы парных сравнений. Задача дополнительной оценки экс-

пертом матрицы является трудоемкой, так как ИС и ОС являются интегрированными показателями логической достоверности суждений и не показывают, какие элементы матрицы наиболее недостоверны. Это обосновывает организацию средств, позволяющих указать экспертам на наиболее несогласованные элементы матрицы парных сравнений для последующего принятия решений по их изменению. Поэтому нами предложен инструмент для поиска суждений экспертов с наиболее вероятными ошибками и средствами оценки возможности сохранения итоговых результатов с точки зрения последующей корректировки.

Наряду с организационными методами повышения согласованности суждений экспертов, разработан автоматизированный метод повышения согласованности парных сравнений[4], основанный на применении анализа взаимовлияния парных сравнений на итоговые приоритеты. С помощью данного метода эксперт может скорректировать матрицу парных сравнений автоматически. После ранжирования функций АСУНО получаем набор наиболее приоритетных функций для первоочередной реализации на данной итерации жизненного цикла, что уменьшает время внедрения и способствует более эффективному расходованию ресурсов.

**Выводы.** Исходя из исследования специфики АСУНО, установлено, что на каждом этапе совершенствования системы необходимо ранжировать новые функции для определения наиболее приоритетных с точки зрения последующей реализации. Получена трехуровневая структура критериев оценки функций АСУНО, применяемая для решения задачи оценки альтернатив на основе МАИ. Путем декомпозиции трехуровневой структуры получена иерархия ранжирования функций АСУНО для определения наиболее приоритетных с точки зрения очередности реализации. Решены вопросы, связанные с получением согласованных суждений экспертов в МАИ. Предложенный подход и инструментальные средства позволяют повысить эффективность внедрения АСУНО, особенно в случаях, когда заказчик ставит задачу ее постоянного совершенствования. Предложенные инструментальные средства поддержки жизненного цикла были использованы в АСУНО «Гелиос» [7], внедренной в России и за рубежом.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207-2010. Информационная технология. Системная и программная инженерия. Процессы жизненного цикла

программных средств. – Введ. 2010-11-30. – М.: Стандартинформ, 2011. – 105 с.: ил.

2. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. М.: Радио и связь, 1993. 278 с.

3. Кочеткова И.А., Рубанов В.Г. Системный анализ экспериментов с моделью с применением геометрического метода распознавания образов и теории нечетких множеств // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2014. №2. С. 20-26.

4. Ломакин В.В., Лифиренко М.В. Алгоритм повышения степени согласованности матрицы парных сравнений при проведении экспертных опросов // Фундаментальные исследования. 2013. №11. С. 1798-1803

5. Ломакин В.В., Трухачев С.С., Косоногова М.А., Асадуллаев Р.Г. Интерактивная динамическая модель обучения на основе интеллектуальной системы поддержки принятия решений и многомерных баз знаний // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2013. №1. С. 177-179

6. Лифиренко М.В., Ломакин В.В. Система поддержки принятия управленческих решений на основе усовершенствованного аналитико-иерархического процесса // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2013616249 от 02.07.2013г.

7. Михелев М.В., Насипов И.В., Лифиренко М.В., Ковляшенко А.С., Макаров С.А. Программа управления уличным освещением «Гелиос 2.0» // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2013616209 от 02.07.2013г.

8. Безрук В.М., Скорик Ю.В., Лебедев О.Г., Ломакин В.В., Лифиренко М.В. Выбор оптимальных речевых кодеков на основе методологии многокритериальной оптимизации // Информационные системы и технологии. 2014. №2(82). С. 84-92

9. Лифиренко М.В. Система управления уличным освещением как этап создания «Умного города» [Электронный ресурс]. // Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. Шухова. 2011г. 1 электрон. опт. диск (CD-ROM)

10. Образцов С.А., Панфилов Д.И. Децентрализованная беспроводная система управления наружным освещением // Светотехника. 2012. №1. С. 32-36.

11. Михелев М.В. Формализация бизнеса с помощью графоаналитических моделей // Научные ведомости БелГУ. Серия «История. Политология. Экономика. Информатика». 2009. №1(56) выпуск №9/1. С. 84-92.

Янчуковский В. Н., электроник,  
Сосинская С. С., канд. техн. наук, доц.  
Национальный исследовательский Иркутский государственный технический университет  
Козловский А. С., аспирант  
Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена  
Челибанов В. П., канд. хим. наук, ген. директор  
Приборостроительное предприятие «ОПТЭК»

## ДВУХУРОВНЕВЫЙ КЛАСТЕРНЫЙ АНАЛИЗ В СРЕДЕ MATLAB С ПРИМЕНЕНИЕМ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ

V.Yanchukovsky@gmail.com

Предлагается технология организации двухуровневого кластерного анализа, основанная на применении методов субрелятивной кластеризации и алгоритма K-средних. В качестве исходных данных использованы результаты трехлетних измерений концентрации газов ( $SO_2$ ,  $CO$ ) в воздушной атмосфере Санкт-Петербурга. Рассматриваемый набор данных характеризуется большим объемом – порядка сотни тысяч значений (измерения проводились в среднем раз в 20 минут) и крайне нечеткой границей между объектами. По этой причине предлагается использовать параллельные вычисления для сокращения времени обработки.

**Ключевые слова:** Кластерный анализ, параллельные вычисления, вычислительный эксперимент, нечеткий алгоритм.

**Введение.** Кластерный анализ – метод разбиения заданной выборки объектов (ситуаций) на подмножества, называемые кластерами, так, чтобы каждый кластер состоял из схожих объектов, а объекты разных кластеров существенно отличались. Общий вопрос, задаваемый исследователями во многих областях, состоит в том, как организовать наблюдаемые данные в наглядные структуры, то есть визуализировать данные. Всякий раз, когда необходимо классифицировать «горы» информации в пригодные для дальнейшей обработки группы, кластерный анализ оказывается весьма полезным и эффективным, особенно совместно с распараллеливанием вычислений. Однако существуют такие наборы данных, классифицировать которые достаточно сложно, ввиду их специфики. Для повышения точности кластерного анализа, а также, для упрощения интерпретации результатов предлагается применить двухуровневый кластерный анализ.

**Постановка задачи.** Для проведения кластерного анализа были взяты результаты трехлетнего мониторинга содержания газов  $SO_2$  и  $CO$  в воздушной атмосфере центрального района Санкт-Петербурга. Концентрации компонентов воздушной среды были измерены аттестованным на Федеральный Знак качества программно-аппаратным аналитическим комплексом "Скат" производства ЗАО «ОПТЭК», установленным в техническом помещении Некрополя 18 века Музея городской скульптуры. Измерения проводили с интервалом в 20 минут. В результате были получены порядка сотни тысяч

значений, на основании которых рассчитывали среднемесячные концентрации газов, которые и являлись исходной матрицей наблюдений для алгоритмов двухуровневой кластеризации. Анализированный набор данных характеризовался крайне нечеткой границей между объектами.

**Методы кластеризации.** Существует более ста методов кластеризации. В большинстве алгоритмов количество кластеров является одним из входных параметров, однако в данном случае этот параметр сложно назначить, исходя из внешних соображений. После анализа большого числа алгоритмов было предложено проведение двухуровневой кластеризации. Суть технологии заключается в том, что методом субрелятивной кластеризации определяются центры кластеров и их число. Основу алгоритма составляют идеи горного метода кластерного анализа, который был предложен Рональдом Ягером (Ronald Yager) и Димитаром Филевым (Dimitar Filev). Особенностью метода является отсутствие необходимости задания количества кластеров до начала работы алгоритма.

Задача нахождения центров кластеров ставится следующим образом.

Дано множество  $X = (X_1, X_2, \dots, X_n)$  объектов, подлежащих кластеризации, где  $n$  – количество объектов. Каждый объект  $X_k = (x_{k1}, x_{k1}, \dots, x_{kp})$  представляет собой точку в  $p$ -мерном пространстве признаков ( $K = 1, n$ ). Необходимо найти центры кластеров, то есть координаты центров скопления объектов, заданных множеством  $x$ .

Идея метода заключается в следующем. Объекты рассматриваются как потенциальные центры кластеров. Для каждого объекта рассчитывается значение так называемого потенциала, характеризующего плотность расположения других объектов в его окрестности. Чем гуще соседние объекты расположены к данному объекту, тем больше значение его потенциала. Значение потенциала для объекта  $X_k = (x_{k1}, x_{k1}, \dots, x_{kp})$  рассчитывается по формуле

$$P(X_k) = \sum_{i=1, n} \exp \left( -4 \cdot \sum_{j=1, p} \omega_j \cdot (X_{kj} - X_{ij})^2 \right), \quad (1)$$

где  $\omega_j$  – вес  $j$ -й координаты. В случае, когда объект задан двумя признаками, графическое изображение распределения потенциалов будет представлять собой поверхность, напоминающую горный рельеф. Отсюда и название – горный метод. В качестве центров кластеров выбирают координаты “горных” вершин. Для этого, центром первого кластера назначают объект с наибольшим потенциалом. Затем центр кластера, а также близко расположенные к нему объекты исключают из дальнейшего рассмотрения, то есть из “горного массива” вычлняют оставшихся объектов пересчитывают, и вновь в качестве центра кластера выбирают объект с максимальным значением потенциала. Итерационная процедура выбора центров кластеров продолжается до тех пор, пока не будут исключены все объекты[3].

К плюсам данного метода следует отнести то, что количество кластеров определяется во время выполнения алгоритма, а также достаточную простоту алгоритма и в некотором роде универсальность.

Недостатками являются достаточно низкая точность алгоритма и не очень наглядное представление полученных результатов[2].

Полученное в результате работы алгоритма количество кластеров используется как входной параметр для метода K-средних[1], который является одним из наиболее популярных методов кластеризации. Алгоритм представляет собой модификацию EM-алгоритма для разделения смеси гауссиан. Он разбивает множество элементов векторного пространства на заранее известное число кластеров  $k$ . Действие алгоритма таково, что он стремится минимизировать дисперсию на точках каждого кластера:

$$V = \sum_{i=1}^k \sum_{x_j \in S_i} (x_j - \mu_i)^2 \quad (2)$$

где  $k$  – число кластеров,  $S_i$  – полученные кла-

стеры,  $i = 1, 2, \dots, K$  и  $\mu_i$  – центры масс векторов  $x_j \in S_i$ .

Основная идея заключается в том, что на каждой итерации перевычисляется центр масс для каждого кластера, полученного на предыдущем шаге, затем векторы разбиваются на кластеры вновь в соответствии с тем, какой из новых центров оказался ближе по выбранной метрике. Алгоритм завершается, когда на какой-то итерации не происходит изменения кластеров.

Плюсами метода являются наглядность при представлении кластеров и высокая точность.

К минусам следует отнести то, что необходимо заранее знать количество кластеров. Помимо этого, алгоритм очень чувствителен к выбору начальных центров кластеров и не справляется с задачей, когда объект принадлежит к разным кластерам в равной степени или не принадлежит ни одному[2].

В качестве среды для проведения исследования был выбран пакет Matlab.

Эксперимент проводился на одном ПК следующей конфигурации:

1. Процессор – четырехядерный, с частотой 2,3 ГГц.

2. Оперативная память объема 8 Гб.

При выборе способа распараллеливания в среде Matlab был выбран метод запуска параллельной программы с явным заданием пула – `matlabpool`, с объявлением количества ядер процессора, то есть выделение необходимого числа процессоров на локальной машине или на кластере. В качестве режима распараллеливания был выбран режим `parfor`. В основе режима `parfor` лежит тот же принцип, что и в цикле `for`: Matlab выполняет последовательность команд в теле цикла. В этом режиме программный код распределяется между клиентским процессом (`client`) и рабочими процессами (`worker`). Основная часть вычислений производится на `workers`, затем результаты вычислений отправляются на `client` и объединяются воедино. Режим `parfor` больше подходит для случаев, когда необходимо большое количество итераций для решения простой задачи[4]. Оператор `parfor` очень удобен, когда необходимо использовать все ядра локального компьютера. Разовое выполнение кода в теле цикла `parfor` представляет собой независимую итерацию.

Такой выбор обусловлен тем, что необходимо было сократить объем данных. В параллельном режиме все данные каждого месяца использовались в отдельном процессе для нахождения среднеарифметических значений по концентрации каждого газа. Скорость вычисления среднего значения измерялась с помощью ко-

манд тис...тос, как в обычном, так и в параллельном режиме.

**Результаты эксперимента.** Эксперимент, проведенный с применением двухуровневого кластерного анализа, показал, что скорость анализа существенно увеличивается (табл. 1).

Данные, представленные в таблице 1, свидетельствуют о том, что в результате применения параллельного режима скорость решения задачи возросла примерно в 3 раза по отдельным годам, и в 3.5 раз при расчете по массиву данных за все три года.

**Таблица 1**  
**Скорость выполнения в обычном и параллельном режимах**

Год	Обычный режим, секунды	Параллельный режим, секунды
Первый	14.114188	4.7
Второй	19.962332	6.65
Третий	15.380173	5.1
Все	66.5953	19

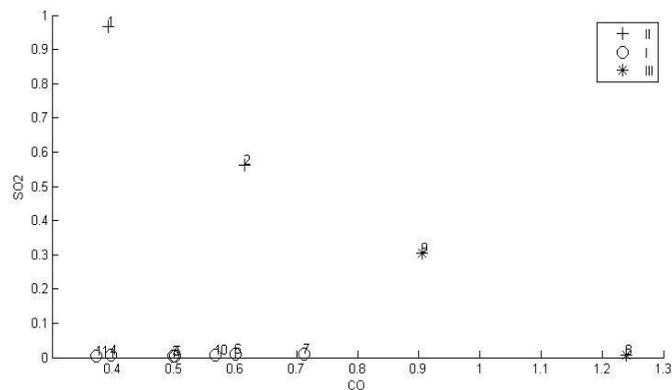


Рис.1. Распределение среднесезонных концентраций газов за первый год измерений

Алгоритм субтрактивной кластеризации разделил данные по каждому году наблюдения на три кластера (I-III, рис.1-3, табл. 2). На рис.1 изображено распределение по кластерам среднесезонных концентраций за первый год наблюдений как результат алгоритма k-среднего в виде попарных зависимостей в двумерном пространстве. На графике отсутствует 12-ый месяц, поскольку за первый год по этому месяцу нет измерений.

Разбиения концентраций газов в остальные годы проводились аналогичным способом (рис. 2, 3).

**Таблица 2**  
**Характеристика кластеров по среднесезонным концентрациям газов за каждый год измерений**

№	Содержание (мг/м³)		Месяцы
	CO	SO₂	
<b>1 год измерений (06.2006 - 05.2007)</b>			
1	0,373-0,713	0,004-0,010	3-7,10,11
2	0,392-0,615	0,563-0,968	1,2
3	0,905-1,240	0,008-0,305	8,9
<b>2 год измерений (06.2007 - 05.2008)</b>			
1	0,354-0,412	0,003-0,009	3,5,7,9-11
2	0,460-0,546	0,006-0,010	4,8
3	0,296-0,313	0,006-0,007	1,2,12
<b>3 год измерений (06.2008 - 05.2009)</b>			
1	0,182-0,240	0,002-0,004	4,5,10-12
2	0,278-0,298	0,004-0,006	1,3,6
3	0,342-0,396	0,002-0,005	2,7,8,9

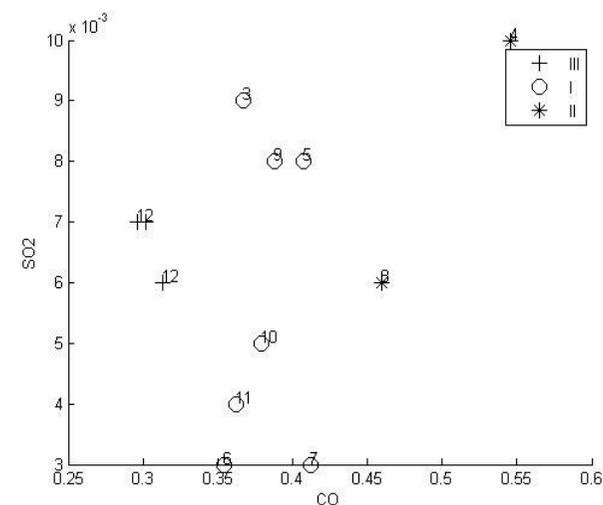


Рис. 2. Распределение среднесезонных концентраций газов за второй год измерений

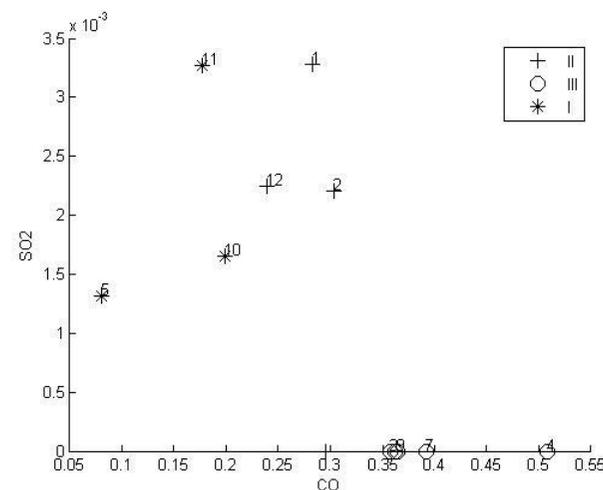


Рис. 3. Распределение среднесезонных концентраций газов за третий год измерений

Также был проведен анализ среднесезонных концентраций за все три года измерений. Для обеспечения большей точности, была использована выборка из 35 месячных значений, переданных на вход алгоритма кластеризации по порядку, начиная с первого года. Результаты представлены на рис.4 и продублированы в таблице 3.

**Таблица 3**  
**Характеристика кластеров по среднесезонным концентрациям газов за три года измерений**

№ Класса	Содержание		№ Месяца
	CO	SO₂	
I	0,713-1,240	0,008-0,305	7,8,9
II	0,182-0,600	0,002-0,010	3,4,5,6,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35
III	0,392-0,615	0,563-0,968	1,2

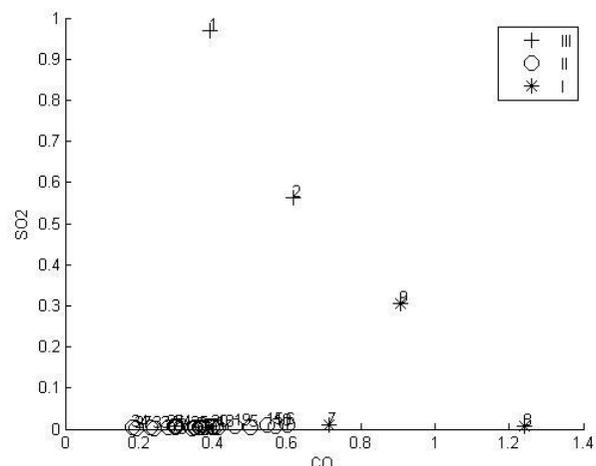


Рис. 4. Распределение среднесуточных концентраций за три года измерений

Результаты кластерного анализа четко выявили особенности вариаций содержаний исследуемых газов (табл. 2,3). Первый год наблюдений характеризовался существенными вариациями как CO так и SO<sub>2</sub> (табл. 2, рис1). Соответственно получены три кластера: с аномально высоким содержанием SO<sub>2</sub> ( $\geq 0,6$  мг/м<sup>3</sup>, кластер II), с максимально высоким содержанием CO ( $\geq 0,9$  мг/м<sup>3</sup>, кластер III) и с промежуточными значениями концентраций газов (кластер I). Во второй и третий года наблюдений содержание серы снизилось и существенно меньше варьировало. Поэтому выделенные кластеры отличаются незначительно только по содержанию CO (рис 2,3). В первый год наблюдений -  $\sim 0,3; 0,4; 0,5$  (в кластерах III, I и II, соответственно). Во второй год наблюдений -  $\sim 0,2; 0,3; >0,3-0,4$  (в кластерах I, II и III, соответственно).

Результаты кластерного анализа за три года наблюдений показали, что в большинстве случаев (за исключением 1,2,7,8,9 месяцев первого года) среднесуточные концентрации газов изменялись незначительно. Объединяющие эти данные кластер II характеризуется минимальными значениями содержания SO<sub>2</sub> ( $\leq 0,01$  мг/м<sup>3</sup>), содержание CO варьирует от 0,2 до 0,6 мг/м<sup>3</sup>. Остальные кластеры соответствуют аномальным концентрациям анализируемых газов. Кластер I характеризуется максимальным содержанием CO ( $\geq 0,7$  мг/м<sup>3</sup>) и включает с 7 по 9 месяцы первого года наблюдений. Кластер III - максимальным содержанием SO<sub>2</sub> ( $\geq 0,6$  мг/м<sup>3</sup>) и включает 1 и 2 месяцы первого года наблюдений.

**Заключение.** Применение параллельных вычислений позволило сократить время выпол-

нения поставленной задачи.

В целом, можно сделать вывод о том, что двухуровневый кластерный анализ – достаточно эффективный метод повышения точности кластерного анализа, позволяющий в некоторой степени нивелировать недостатки одного метода кластеризации, за счет применения другого метода на следующем уровне.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Миркин Б.Г. Методы кластер-анализа для поддержки принятия решений: обзор. препринт WP7/2011/03 // Национальный исследовательский университет Высшая школа экономики. М.: Изд. дом Национального исследовательского университета Высшая школа экономики., 2011. 88 с. 150 экз.
2. Янчуковский В.Н. Использование параллельных вычислений в кластерном анализе для формирования комплексных деталей. // Вестник Иркутского государственного технического университета №6(65), Иркутск: ИрГТУ, 2012. С. 25-30.
3. Центр компетенций MathWorks Нахождение центров кластеров данных с использованием субтрактивного алгоритма [Электронный ресурс] // MATLAB.Exponenta: [сайт]. [2001-2014]. URL: [http://matlab.exponenta.ru/fuzzylogic/book2/1/su\\_bclust.php](http://matlab.exponenta.ru/fuzzylogic/book2/1/su_bclust.php) (Дата обращения: 20.01.2014).
4. The MathWorks, Inc. MATLAB Parallel Computing Toolbox 5 User's guide. – Natick, 2010. 713р.

Радоуцкий В. Ю. канд. техн. наук, проф.,  
Шаптала В. Г., д-р техн. наук, проф.,  
Ветрова Ю. В., канд. техн. наук, доц.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

### МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМ КОМПЛЕКСНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ\*

vs1606@mail.ru

Анализ состояния проблемы эффективности функционирования систем комплексной безопасности высших учебных заведений (ВУЗ) показал практически полное отсутствие методических разработок в данной области. Однако то, что ВУЗы относятся к объектам социальной значимости и являются специфичными по многим признакам объектами, определяет необходимость разработки методического обеспечения оценки эффективности функционирования технических средств безопасности.

**Ключевые слова:** анализ, безопасность, технические средства, комплексная безопасность, эффективность, метод, имитационное моделирование.

**Введение.** Одной из целей функционирования системы организационно-технического управления является планирование структуры и состава технических средств безопасности (ТСБ), оптимальных для рассматриваемого объекта с точки зрения установленных критериев [1]. Поэтому выбор критерия эффективности функционирования технических средств безопасности.

Проектирование ТСБ всегда является затратным механизмом, поэтому анализ его воздействия на дестабилизирующие факторы, максимизация интенсивности данного воздействия - важные задачи для проектировщика. В соответствии с [2], «эффективность защиты информации — это степень соответствия результатов защиты информации поставленной цели». По аналогии с данным определением, под *эффективностью* системы безопасности будем понимать степень соответствия ТСБ своему целевому предназначению. Целью функционирования ТСБ при этом является обеспечение защищенности людских, информационных и материальных ресурсов от действия внутренних и внешних угроз, т.е. противодействие любым попыткам нанести ущерб защищаемым объектам [3].

**Методология.** При работе использовались методы системного анализа, теории вероятности, теории принятия решений, методы оптимизации, методы математического и имитационного моделирования.

**Основная часть.** Задавшись целью анализа систем безопасности, целесообразно в общих чертах представить себе, какими особенностями обладает ТСБ как составная часть системы комплексной безопасности (СКБ). Отметим следующие ее особенности [4]:

1. *Конфликтность интересов.* Принципиальное отличие КСБ от других человеко-машинных систем заключается в наличии кон-

фликта интересов в системе «охрана-нарушитель».

2. *Априорная неопределенность исходных данных для проектирования системы.* В первую очередь это касается перечня угроз, модели нарушителя, а также сценариев развития конфликтной ситуации. СКБ — слабоформализованная система.

3. *Случайный характер временных параметров,* в том числе случайность времени движения охраны и нарушителя, времени преодоления физических барьеров, момента срабатываний средств обнаружения и пр.

4. *Трудоёмкость организации эксперимента.* Лучшим способом анализа эффективности СКБ является организация учений, однако этот способ связан с привлечением значительных материальных и людских ресурсов и в силу этого не получил широкого распространения. «Поведение» СКБ целесообразно изучать с помощью математического моделирования. Для построения модели необходимо выявить структуру системы, цели функционирования СКБ, критерии эффективности, а также разработать инструмент их оценки. Модель - инструмент исследования СКБ [5].

Эффективность систем оценивается с помощью показателей эффективности. При этом в отношении сложных человеко-машинных систем предпочтительнее использование термина «показатель эффективности функционирования», который характеризует степень соответствия оцениваемой системы своему назначению [6].

Показатели эффективности функционирования могут носить количественный или качественный характер. Во многих случаях оценок бинарного типа (соответствует / не соответствует требованиям) вполне достаточно, чтобы ответить на вопрос, насколько защищен объект.

Однако, количественные методы более приемлемы. Могут применяться вероятностные показатели эффективности, такие как безопасность информации [7], вероятность выполнения задачи системой, вероятность преодоления защитных барьеров за время  $t$  и т.д. [8]. Показатели эффективности могут носить стоимостной характер: стоимость создания, внедрения, поддержки СКБ; затраты на восстановление нормальной работы после реализации угрозы и т.д.

Система безопасности представляет собой сбалансированную совокупность элементов обнаружения нарушителя, задержки продвижения нарушителя по пути следования, а также элементов реагирования сил охраны на действия нарушителя.

Оценив приведенные характеристики тем или иным способом, можно вынести суждение об эффективности СКБ в целом.

Рассмотрим следующие методы анализа:

- детерминистический подход;
- логико-вероятностное моделирование;
- имитационное моделирование [9].

#### Детерминистический подход

Указанный подход связан с заданием и последующей проверкой требований, содержащихся в нормативно-технической документации, техническом задании на проектирование, в рабочем проекте оборудования объекта средствами безопасности. Проводится категорирование объектов охраны в зависимости от их важности/потенциальной опасности, возможно-

го и/или допустимого социально-экономического ущерба. Для объектов каждой категории устанавливаются дифференцированные требования по организации охраны и инженерно-технической укреплённости конструктивных элементов объекта. При этом уровень защищённости должен соответствовать значимости объекта, выражаемой через его категорию, в этом состоит основной принцип проектирования эффективной ТСБ. Состояние ТСБ оценивается экспертным путем. Экспертная оценка - средство переработки слабоструктурированных данных, при котором используются суждения экспертов для подготовки обоснованных решений.

#### Логико-вероятностные методы

Эти методы позволяют получить количественную оценку риска как меры опасности. Они давно применяются в отечественной практике для анализа надежности и безопасности сложных технических систем. В основе их лежат два понятия: *степень риска* и *уровень за-*

*щищенности*. Степень риска  $K_{\text{риск}}(y)$  - вероятность невыполнения СКБ своей целевой функции. Обратная величина характеризует уровень защищённости:

$$K_{\text{защ}}(y) = 1 - K_{\text{риск}}(y) \quad (1)$$

Оценка защищённости - процедура оценки показателей  $K_{\text{риск}}$ ,  $K_{\text{защ}}$  для людей и имущества на охраняемом объекте. Составляется сценарий развития опасности (граф вида «дерево»), представляющий собой логико-вероятностную модель функционирования СКБ. Далее с помощью логико-вероятностных преобразований находится значение вероятностной функции  $P$ , при которой значение функции опасности равно 1 (это означает наступление опасного события), и определяется степень риска, присутствующего в системе:  $K_{\text{риск}}(y)$ . Трудность здесь заключается в обеспечении достоверности исходных данных. Различают объективные и субъективные вероятности. Объективными являются характеристики технических средств охраны, полученные по результатам натурных испытаний. Качественно иную (субъективную) природу имеют результаты анализа уязвимости, отражающие интуитивные представления о возможности и характере реализации угрозы.

#### Имитационное моделирование

Вероятностный подход к анализу базируется на предположениях о случайности и независимости временных параметров в системе «охрана-нарушитель». Эффективность здесь понимается как вероятность пресечения несанкционированных действий нарушителя:

$$P_{\text{прес}} = P_{\text{обн}} \cdot P_{\text{нейтр}} \quad (2)$$

где:  $P_{\text{обн}}$  - вероятность обнаружения нарушителя;

$P_{\text{нейтр}}$  - вероятность нейтрализации нарушителя.

Как оценить эти вероятности? Один из методов — имитационное моделирование. Каждая конфликтная ситуация в СКБ просчитывается много раз, по результатам набирается статистика захватов нарушителя. Эффективность СКБ оценивается статистически как отношение числа захватов к общему числу испытаний. Количество опытов определяется исходя из того, что при заданной доверительной вероятности необходимо обеспечить требуемую точность оценки.

#### Достоинства и недостатки методов

Достоинством детерминистического подхода является то, что в руки проектировщика даются четкие и ясные критерии того, как оборудован объект техническими средствами охраны. Основная проблема — способ получения интегрального показателя. Наиболее распространена «линейная свертка» вида:

$$z_c = \sum_j k_j \cdot y_j \quad (3)$$

Необходимо помнить, что операция осреднения имеет смысл, если частные показатели однотипны, то есть имеют одинаковую «физическую природу». Если это не так, такой интегральный показатель не имеет физического смысла.

Достоинством имитационного моделирования является физически обоснованный критерий эффективности (вероятность). Недостаток - трудность его интерпретации и нормирования. Пусть в результате анализа получено значение  $P_{\text{прес}} = 0.9$ . Неясно, много это или мало, достаточен уровень защиты объекта или нет?

В результате использования логико-вероятностных методов для анализа эффективности СКБ тоже получается число  $K_{\text{риск}}(y)$ . Но смысл здесь не в цифре, а в том, что логико-вероятностное моделирование позволяет построить модель безопасного функционирования СКБ, определить «уязвимые места» системы и оценить «вклад» каждого из них, ранжируя их по степени опасности. В качестве недостатков здесь можно отметить трудоемкость логических преобразований при анализе сложных сценариев (переход от функции опасного состояния к вероятностной функции), а также разнородность исходных данных (объективных, которые можно достоверно оценить; субъективных, отражающих «ожидания угрозы»).

**Вывод.** Следует отметить, что с целью избавления от упомянутых недостатков каждого из приведенных методов, необходимо разработать метод оценки эффективности, который по возможности должен комбинировать приведенные.

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

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шаптала В.Г., Радоуцкий В.Ю., Шаптала В.В. Системы информационной поддержки принятия управленческих решений при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций органами управления ВУЗа // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2011. №3. С. 91-93.
2. ГОСТ Р 50922-96. Защита информации. Основные термины и определения. М.: Госстандарт России, 1996. 12 с.
3. Концепция безопасности коммерческого банка. <http://spk.ru/security/>
4. Шаптала В.Г., Радоуцкий В.Ю., Шульженко В.Н. Концепция обеспечения безопасности высших учебных заведений // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2009. №3м. С. 127-129.
5. Радоуцкий В.Ю., Шаптала В.Г., Методологические основы моделирования систем обеспечения комплексной безопасности ВУЗов // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2008. №3м. С. 64-66.
6. Завгородний В. И. Комплексная защита информации в компьютерных системах: уч. пос. М.: Логос. 2001. 264 с.
7. Руководящий документ Гостехкомиссии России (утв. Решением Гостехкомиссии России от 30.03.1992 г.). Средства вычислительной техники. Защита от несанкционированного доступа к информации. Показатели защищенности от несанкционированного доступа к информации. М.: Военное издательство, 1992. 12с.
8. Lokhmatov M.V. Evaluation of intelligent building security system effectiveness // Proceedings of the Workshop on Computer Science and Information Technologies (CSIT'2005), Vol. 3, Ufa: Ufa State Aviation Technical University, 2005. 228-232 pp.
9. Панин О. А. Анализ эффективности интегрированных систем безопасности: принципы, критерии, методы // Системы безопасности. 2006. №2. С.60 - 62.

Загороднюк Л. Х., канд. техн. наук, проф.,  
Окулева Г. Л., канд. техн. наук, доц.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

**АНАЛИЗ КАЧЕСТВА СМЕШЕНИЯ СУХИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ СМЕСЕЙ В РАЗЛИЧНЫХ СМЕСИТЕЛЬНЫХ АППАРАТАХ СТАТИСТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ\***

LHZ47@mail.ru

На основании ранее проведенных исследований по смешению ингредиентов сухих теплоизоляционных смесей в экспериментальных установках получены результаты рассева на стандартных ситах. Проведен анализ качества смешения сухих строительных смесей в различных смесительных агрегатах: пневматическом и спирально-лопастном смесителях. Выполнены статические расчеты полученных экспериментальных результатов с использованием стандартного пакета статических функций пакета Excel. Статические исследования, проводимые при достаточно высоком уровне доверия (P=0,95), подтвердили гипотезу об эффективности использования спирально-лопастного смесителя, обеспечивающего гарантированное качество смешения, с высокой степенью однородности при максимальной сохранности требуемых размеров зерен легких пористых заполнителей, не нарушая их массового гранулометрического соотношения.

**Ключевые слова:** смешение компонентов сухих строительных смесей в различных смесительных агрегатах, анализ качества статистическим методом, коэффициент вариации.

**Введение.** На стадии подготовки и приготовления сухих строительных смесей необходимо создать наиболее эффективные условия для механических воздействий на сырьевые компоненты при получении наилучших условий для их самоорганизации, равномерного распределения комплексных добавок, активизации вяжущих и наполнителей. Смешение отдозированных материалов является наиболее важной технологической операцией большинства технологий. Особая значимость этого процесса относится к сухим строительным смесям. При перемешивании сырьевые составляющие смеси должны равномерно распределиться по всему микро- и макрообъему сухой композиции, что обеспечит высокую однородность и качество сухой смеси и при последующем затворении водой высокие технологические и эксплуатационные свойства затвердевших растворов. В традиционных технологиях приготовления бетонов эффективность смешения оценивается с помощью коэффициента неоднородности. Важным условием при перемешивании ингредиентов теплоизоляционных сухих смесей является обеспечение максимальной сохранности требуемых размеров зерен заполнителей, не нарушая их массового гранулометрического соотношения.

**Методика.** Методом статистического анализа проведено сравнение результатов качества смешения ингредиентов сухих теплоизоляционных смесей. Статические расчеты полученных экспериментальных результатов проводились с использованием стандартного пакета статических функций пакета Excel.

**Основная часть.** Смешение отдозированных сырьевых компонентов сухих строительных теплоизоляционных смесей одинакового состава осуществлялось в различных смесительных агрегатах: в пневматическом и спирально-лопастном смесителях.

Результаты рассева сухих теплоизоляционных смесей после смешения в пневматическом и спирально-лопастном смесителях приведены в табл. 1.

Проведем сравнительный анализ полученных результатов для остатков на различных ситах: 1,2; 0,63; 0,315; 0,125 с числом опытов - 51 (n=51) пневматического и спирально-лопастного смесителей (табл.1).

Результаты сравнительного анализа полученных результатов для остатков на сите 1,2 для пневматического и спирально – лопастного смесителей приведены в табл. 2.

Исследования на однородность используемых результатов проверялись по критерию Фишера:

$$F_{набл} = \frac{S_б^2}{S_н^2} = \frac{0,076063}{0,069942} = 1,087511 \quad (1)$$

Критическое значение критерия находили при условии коэффициента значимости  $\alpha=0,05$  и числе степеней свободы 50:  $F_{кр}=1,61$ . По критерию Фишера остатки на сите 1,2 можно считать однородными. Для доказательства равенства средних значений обеих выборок находим усредненную дисперсию по формуле:

$$s = \frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{n_1+n_2-2} \quad (2)$$

Таблица 1

Результаты рассева сухой строительной смеси после смешения							Спирально – лопастной смеситель						
Пневматический смеситель							Спирально – лопастной смеситель						
№	Остатки на ситах, % по массе				Прход через сито 0,25, % по массе	Сумма	№	Остатки на ситах, % по массе				Прход через сито 0,25, % по массе	Сумма
	1,2	0,63	0,315	0,125				1,2	0,63	0,315	0,125		
1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
1	0,6	2,5	12	48	36,9	100	1	1	14	26	39	20	100
2	0,7	2,7	11	49	36,6	100	2	1	15	27	41	16	100
3	0,7	2,9	13	47	36,4	100	3	1	15	26	42	16	100
4	0,7	2,9	10	49	37,4	100	4	1,5	14,7	13	35	35,8	100
5	0,6	3,0	9	48	39,4	100	5	1	14	12	33	40	100
6	0,5	3,1	9	50	37,4	100	6	0,8	13,9	15	31	39,3	100
7	0,4	3,5	19	40	37,1	100	7	0,6	15,1	28	28	27,7	100
8	0,3	3,4	18	41	37,3	100	8	0,5	14,5	30	30	25	100
9	0,2	3,6	17	42	37,2	100	9	0,4	13,9	31	32	22,7	100
10	0,6	5,1	19	43	32,3	100	10	1	19,1	31	36	12,9	100
11	0,7	5,0	17	44	33,3	100	11	1	20	29	35	15	100
12	0,6	4,9	19	40	34,9	100	12	0,9	21,1	28	33	17	100
13	0,4	4,1	16	44	35,5	100	13	1	19	27	31	22	100
14	0,6	4,3	14	43	38,1	100	14	1	18	26	30	25	100
15	0,7	4,5	15	42	37,8	100	15	0,9	17	25	29	27,1	100
16	0,5	3,1	17	48	31,4	100	16	0,8	14,16	24	42	19,04	100
17	0,5	3,3	16	50	30,2	100	17	1	13,15	25	40	15	100
18	0,4	3,4	14	51	31,2	100	18	1,1	13,0	26	42	17,9	100
19	0,3	4	7	40	48,7	100	19	0,7	17	17	24	41,3	100
20	0,3	4	9	39	47,7	100	20	1	15	15	26	43	100
21	0,2	3	10	42	44,6	100	21	1,2	12	14	27	45,8	100
22	0,5	3,6	12	31	52,9	100	22	1,1	17	18	31	32,9	100
23	0,4	3,7	15	29	51,9	100	23	1	16	20	33	30	100
24	0,3	3,9	14	32	49,8	100	24	0,8	14	21	32	32,2	100
25	0,9	3,4	14	35	46,7	100	25	1,2	14,3	18	34	32,5	100
26	1,0	3,5	17	33	45,5	100	26	1,5	13,5	20	35	30	100
27	0,7	3,7	19	32	44,6	100	27	1,6	12,8	22	36	27,6	100
28	0,8	3	10	40	43,2	100	28	1,2	15	13	29	41,8	100
29	0,9	3,3	9	43	43,8	100	29	1	14	15	30	40	100
30	0,7	2,9	13	39	44,4	100	30	0,8	13	16	33	37,2	100
31	0,8	3,3	13	29	53,9	100	31	1,1	12	16	41	29,9	100
32	0,9	3,7	11	30,1	54,3	100	32	1	14	15	40	30	100
33	1,1	4,1	9	32	53,8	100	33	0,8	15	13	42	29,2	100
34	0,8	3	19	22	55,2	100	34	1,4	18	31	34	15,6	100
35	0,7	5	17	26	51,3	100	35	1	20	29	35	15	100
36	0,6	4	18	24	53,4	100	36	0,9	21	28	36	14,1	100
37	0,7	3,9	12	39	44,4	100	37	0,7	19	25	32	23,3	100
38	0,9	4	14	41	40,1	100	38	1	18	26	30	25	100
39	0,8	4,2	11	42	42,0	100	39	1,2	15	27	28	28,8	100
40	1,4	3,7	26	31	37,9	100	40	1,3	16,9	33	24	24,8	100
41	1,5	3,9	24	29	41,6	100	41	1,5	18,5	30	25	25	100
42	1,6	4,2	21	29	44,2	100	42	1,7	19,1	29	27	23,2	100
43	0,9	3	15	36	46,1	100	43	1,1	13	17	25	43,9	100
44	0,7	5	13	37	44,3	100	44	1	15	15	26	43	100
45	0,6	4	12	38	45,4	100	45	0,8	16	14	28	41,2	100
46	0,8	5	18	24	48,2	100	46	0,7	16	22	27	34,3	100
47	0,7	4	17	25	53,3	100	47	1	14	25	25	35	100
48	0,9	3	16	26	54,1	100	48	1,2	13	28	21	36,8	100
49	0,4	3,2	11	35	50,4	100	49	0,8	13,9	32	29	24,3	100
50	0,3	3,4	13	34	49,3	100	50	0,5	14,5	30	30	25	100
51	0,3	3,5	15	33	48,2	100	51	0,4	15,1	27	32	25,5	100

Значимость расхождения средних результатов оценивали по  $t$ - критерию:

$$t_n = \frac{|X_1 - X_2|}{S} \sqrt{\frac{n_1 \cdot n_2}{n_1 + n_2}} = 23,66905 \quad (3)$$

где:  $n_1, n_2$  – объемы выборок,  $\bar{S}$  подсчитано для числа степеней свободы  $n_1 + n_2 - 2$ .

Табличное значение  $t$ - критерия при уровне значимости  $\alpha=0,05$  и общем числе степеней свободы  $(n_1 + n_2 - 2)$  составляет:  $t_{кр}=2,04$ . Т.к.  $t_n > t_{кр}$ , то различие между средними величинами носит систематический характер. Среднее зна-

чение остатков при смешении в спирально-лопастном смесителе значительно больше. Оба распределения можно считать близкими к нормальному распределению, но уровень значимости смешения в спирально-лопастном смесителе более высокий ( $\alpha_1=0,05$  и  $\alpha_2=0,01$ ).

При приблизительно одинаковом доверительном интервале ( $\Delta_x$ ), сам доверительный интервал для среднего значения смещается в большую сторону в процентах по массе.

Таблица 2

**Сравнительный анализ полученных результатов для остатков на сите 1,2 для пневматического и спирально – лопастного смесителей**

Показатели	Пневматический смеситель	Спирально лопастной смеситель	Замечания
1. Диапазон остатков	0,2 – 1,6	0,4 – 1,6	$x_{max} - x_{min}$
2. Среднее выборочное $x$	0,703922	1,052941	$x = \frac{1}{n} \sum x_i$
3. Выборочная дисперсия	0,076063	0,069942	$S^2 = \frac{1}{n-1} \sum (x_i - x)^2$
4. Среднее квадратическое отклонение	0,275799	0,264466	$s = \sqrt{S^2}$
5. Стандартная ошибка	0,038619	0,037033	$S_x = \sqrt{\frac{S^2}{n}}$
6. Коэффициент вариации	0,391798	0,251169	$v = \frac{S \cdot 100\%}{x}$
7. Доверительный интервал для среднего	0,626297 – 0,781546	0,978506 – 1,127377	
8. Доверительный интервал для дисперсии	0,056343 – 0,109475	0,051809 – 0,380636	
9. Доверительный интервал для среднего квадратического отклонения	0,237367 – 0,33087	0,227616 – 0,616957	

Аналогичные сравнения результатов можно провести и по остаткам на ситах: 0,63; 0,315; 0,125. Сравнительный анализ полученных ре-

зультатов для остатков на сите 0,63 для пневматического и спирально – лопастного смесителей приведен в табл. 3.

Таблица 3

**Сравнительный анализ полученных результатов для остатков на сите 0,63 для пневматического и спирально – лопастного смесителей**

Показатели	Пневматический смеситель	Спирально лопастной смеситель	Замечания
1. Диапазон остатков	2,5 – 5,1	12 – 21	Существенная разница
2. Среднее выборочное $x$	3,720588	15,86275	
3. Выборочная дисперсия	0,366782	5,843906	
4. Среднее квадратическое отклонение	0,6056225	2,417417	
5. Стандартная ошибка	0,084805	0,338506	
6. Коэффициент вариации	0,162777	0,152396	
7. Доверительный интервал для среднего	3,669228 – 3,771948	15,18235 – 6,54314	
8. Доверительный интервал для дисперсии	0,27169 – 0,527896	4,328819 – 8,410919	
9. Доверительный интервал для среднего квадратического отклонения	0,521239 – 0,726564	2,080582 – 2,900158	

По критерию Фишера эти результаты неоднородны:  $F_n = \frac{5,843906}{0,366782} = 15,933$  и

$F_{кр}(0,05;50) = 1,61$ . Значение  $t$  – критерия для

доказательства равенства средних посчитали по формуле:

$$t_n = \frac{|X_1 - X_2|}{\sqrt{\frac{S_1^2 + S_2^2}{n_1 + n_2}}} = 34,794537$$

при  $t_{кр(0,05;50)} = 2,01$  (4)

Различия средних носит существенный характер. Оба распределения похожи на нормальное: ( $\alpha_1 = 0,05; \alpha_2 = 0,01$ ). Доверительные интервалы для смешения сухих теплоизоляционных

смесей в пневматическом и спирально-лопастном смесителях существенно различны, отличаются более, чем на порядок.

Сравнительный анализ полученных результатов для остатков на сите 0,315 для пневматического и спирально – лопастного смесителей приведен в табл. 4.

Таблица 4

**Сравнительный анализ полученных результатов для остатков на сите 0,315 для пневматического и спирально – лопастного смесителей**

Показатели	Пневматический смеситель	Спирально лопастной смеситель	Замечания
1. Диапазон остатков	7 – 26	12 – 33	
2. Среднее выборочное $x$	14,87255	23,07843	Существенная разница
3. Выборочная дисперсия	14,78278	39,3762	
4. Среднее квадратическое отклонение	3,844838	6,275046	
5. Стандартная ошибка	0,538385	0,878682	
6. Коэффициент вариации	0,258519	0,271901	
7. Доверительный интервал для среднего	13,7904 – 15,9547	21,31228 – 24,84458	Значительное расхождение
8. Доверительный интервал для дисперсии	10,9502 – 21,2763	29,16756 – 56,67271	
9. Доверительный интервал для среднего квадратического отклонения	3,309109 – 4,612624	5,4007 – 7,528128	

По критерию Фишера результаты неоднородны ( $F_n = 2,663654 > F_{кр}$ ) и по  $t$  критерию (Стьюдента) различия носят систематический характер ( $t_n = 7,9629712 > t_{кр}$ ).

Остатки на сите 0,315 при использовании пневматического смесителя подчиняются нормальному закону. Остатки, полученные при смешении в спирально-лопастном смесителе, не

подчиняется нормальному закону. Доверительные интервалы для средних величин существенно отличаются.

Сравнительный анализ полученных результатов для остатков на сите 0,125 для пневматического и спирально – лопастного смесителей приведен в табл. 5.

Таблица 5

**Сравнительный анализ полученных результатов для остатков на сите 0,125 для пневматического и спирально – лопастного смесителей**

Показатели	Пневматический смеситель	Спирально лопастной смеситель
1. Диапазон остатков	22 – 52	21 – 42
2. Среднее выборочное $x$	38,05882	32,54
3. Выборочная дисперсия	60,29066	26,00365
4. Среднее квадратическое отклонение	7,764706	5,099378
5. Стандартная ошибка	1,087276	0,714056
6. Коэффициент вариации	0,204019	0,158096
7. Доверительный интервал для среднего	35,8734 – 40,24425	30,81965 – 33,690
8. Доверительный интервал для дисперсии	44,65915 – 86,77412	19,26196 – 37,4261
9. Доверительный интервал для среднего квадратического отклонения	6,682795 – 9,312263	4,388845 – 6,117687

Сравнительный анализ полученных результатов для остатков по проходу через сито 0,125 для пневматического и спирально – лопастного смесителей приведен в табл. 6.

По критерию Фишера выборки неоднородны ( $F_n = 2,318546 > F_{кр}$ ) и различия средних но-

сят систематический характер ( $t_n = 4,46186 > t_{кр}$ ). Распределение остатков, полученных при смешении в спирально-лопастном смесителе подчиняется нормальному закону.

Таким образом, при смешении сухих теплоизоляционных смесей в спирально-лопастном

смесителе средние значения остатков на ситах 1,2; 0,63; 0,315 имеют значительно большие значения, т.е. смешение не приводит к переизмельчению материала, что негативно отражается на физико-механических и технико-эксплуатационных свойствах конечного материала. На последнем сите 0,125 средние значения при смешении сухих теплоизоляционных смесей

в спирально-лопастном смесителе ниже, чем при смешении в пневматическом смесителе. Средние значения мелкой фракции имеют существенную разницу: 80,74509 для пневматического смесителя и 64,63804 для спирально-лопастного смесителя, т.е. переизмельчения в процессе смешения не наблюдается.

Таблица 6

**Сравнительный анализ полученных результатов для остатков по проходу через сито 0,125 для пневматического и спирально – лопастного смесителей**

Показатели	Пневматический смеситель	Спирально лопастной смеситель
1. Диапазон остатков	30 – 55	13 – 45
2. Среднее выборочное $\bar{x}$	42,686	29,098
3. Выборочная дисперсия	44,13687	84,01
4. Среднее квадратическое отклонение	6,6436	9,1657
5. Стандартная ошибка	0,93	1,28
6. Коэффициент вариации	0,1556	0,3149
7. Доверительный интервал для среднего	40,8164 - 44,556	26,5184 - 31,6778
8. Доверительный интервал для дисперсии	32,6998 – 63,525	62,230 - 120,92
9. Доверительный интервал для среднего квадратического отклонения	5,7179 – 7,970	7,89 – 10,97

Графическая интерпретация кривых общего распределения остатков на ситах для пневматического и спирально-лопастного смесителей, приведенных на рис. 1, свидетельствуют об эффективности использования спирально-лопастного смесителя, обеспечивающего сохранение фракционного состава смеси, не

допуская дополнительного измельчения материала.

Можно оценить интервалы изменения остатков на тех ситах, для которых распределения подчиняются нормальному закону, именно для смешения в спирально-лопастном смесителе:  $\bar{x} - 3s \leq x \leq \bar{x} + 3s$

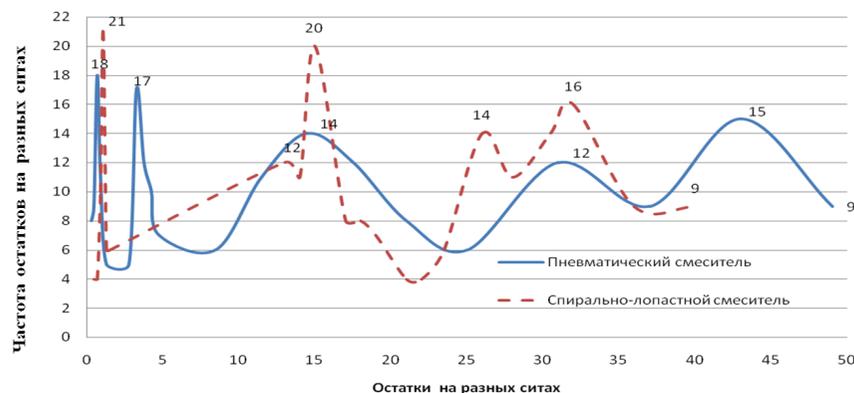


Рис. 1. Общее распределение остатков на ситах в различных смесителях

а) сито 1,2:  $0,259543 \leq x \leq 1,846339$

б) сито 0,63:  $8,610499 \leq x \leq 23,115$

в) сито 0,125:  $16,95677 \leq x \leq 47,553$

Следует заметить, что остатки на ситах 0,63 и 0,125 покрывают диапазон остатков без учета остатков на сите 0,315 с вероятностью  $P=0,997$ .

Все расчеты имеют небольшой коэффициент вариации:  $V = \frac{S}{\bar{x}} \cdot 100\%$ , что свидетельствует об однородности выборок по изучаемому признаку.

**Выводы.** Таким образом, статические исследования, проводимые при достаточно высоком уровне доверия ( $P=0,95$ ), подтверждают гипотезу о более высоком качестве работы спирально-лопастного смесителя. Использование спирально-лопастного смесителя для смешения сырьевых компонентов с различными плотностями целесообразно, он полностью удовлетворяет технологическим требованиям смесительного агрегата для смешения компонентов с низкой плотностью и рекомендуется для приготовления сухих теплоизоляционных смесей, обеспечивает высокое качество смешения и сохранение гранулометрического состава смесей, не допуская их дополнительного измельчения.

\*Статья подготовлена по результатам выполнения г/б НИР №1978 от 31.01.2014г. в рамках базовой части государственного задания Министерства образования и науки РФ.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Орехова Т.Н. Определение производительности сухих строительных смесей с учетом

анализа устройств смесительных агрегатов // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2011. №3. С. 65-68.

2. Загороднюк Л.Х., Орехова Т.Н., Шкарин А.В. Пневматические смесители для приготовления сухих строительных смесей // Материалы и технологии XXI века: сборник статей X Международной научно-технической конференции. Пенза: Приволжский дом знаний. 2012. С. 102-105.

3. Загороднюк Л.Х., Орехова Т.Н., Шкарин А.В. К вопросу оценки качества смешения сухих строительных смесей // Материалы и технологии XXI века: сборник статей X Международной научно-технической конференции. Пенза: Приволжский дом знаний. 2012. С. 51-54.

4. Воронов В.П., Несмеянов Н.П., Горшков П.С. Спирально-лопастной противоточный смеситель для производства сухих строительных смесей // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2012. №1. С. 66-69.

# ПРОБЛЕМЫ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ

Егоров Д. Е., канд. пед. наук, доц.,  
Радоуцкий В. Ю., канд. техн. наук, проф.,  
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова  
Кутергин Н. Б., канд. пед. наук, доц.,  
Белгородский юридический институт МВД России

## СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ В ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНОГО ПРОФИЛЯ В ТЕХНИЧЕСКИХ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ\*

vs1606@mail.ru

В статье представлены результаты исследования эффективности практических занятий проводимых в условиях полигона со студентами обучающимися по направлению подготовки: «Защита в чрезвычайных ситуациях» и «Пожарная безопасность.» Цель исследования заключается в анализе эффективности практических занятий, организованных совместно со специалистами аварийно-спасательного профиля и пожарной безопасности. В результате исследований коллектив авторов пришел к выводу о высокой эффективности проводимых занятий совместно со специалистами Главного управления МЧС России по Белгородской области.

**Ключевые слова:** аварийно-спасательные работы, макеты, полигоны, респонденты, эксперимент, психологическая подготовка, инструмент.

**Введение.** Повышение эффективности учебных занятий представляло интерес во все времена. В данном направлении представлены работы многих специалистов различных областей наук, в том числе и в области педагогики, таких как: Крамской С.И. (2012) [1], Егоров Д.Е. (2011) [2], Северин Н.Н. (2011) [3] и др.

В связи с ростом числа и утяжелением последствий чрезвычайных ситуаций в России, потребность в квалифицированных специалистах аварийно-спасательных служб неуклонно растет. По статистическим данным приведенным на сайтах МЧС России, около 40 % личного состава подразделений аварийно-спасательных служб не укомплектовано профессиональными спасателями и пожарными.

Специфические условия служб аварийно-спасательного профиля, характеризующихся высоким уровнем ответственности, ограничением времени на принятие решения, побуждают постоянно поддерживать и повышать уровень своих профессиональных знаний, умений и навыков [4].

Предъявляются высокие требования к уровню всех видов подготовки (физической, психологической, тактической и т.д.) специалистов, что нашло свое отражение в работах различных авторов.

**Методология.** В процессе работы был использован системный подход, охватывающий статистические методы исследования, методы социологического опроса, моделирования условий различных чрезвычайных ситуаций, планирования эксперимента.

**Основная часть.** На сегодняшний день особенностью изменений в учебном процессе вуза является широкое внедрение современных информационных технологий и инновационных методов, учебных тренингов и систем проверки эффективности профессиональной подготовки специалистов аварийно-спасательных служб, что повышает эффективность учебного процесса и повышает оздоровительную составляющую [5].

В процессе подготовки дипломированных специалистов аварийно-спасательного профиля задачу формирования необходимого объема знаний и умений решает кафедра «Защиты в чрезвычайных ситуациях» Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова, где постоянно проводится анализ существующих, а также поиск и разработка новых методик подготовки будущих специалистов. Анализ эффективности методик, используемых при подготовке будущих специалистов аварийно-спасательного профиля осуществляется по результатам сдачи контрольных нормативов, экзаменов и зачетов. Так же проводится опрос студентов с целью выявления наиболее эффективных форм и методов обучения с точки зрения студентов.

В опросе приняла участие студенты 5 курса, опрашивались юноши и девушки. В ходе опроса студентов обучающихся по направлению «Защита в чрезвычайных ситуациях» выяснилось желание студентов использовать современные средства телекоммуникаций во время проведения аварийно-спасательных работ наблюдать за

работой спасателей. Данное желание объяснялось необходимостью узнать систему управления ведения аварийно-спасательными и другими неотложными работами, способами ведения аварийно-спасательных работ, специфики применения аварийно-спасательного инструмента в условиях чрезвычайной ситуации, выявить негативные факторы, влияющие как на специалистов ведущих аварийно-спасательные работы, так и на самих пострадавших в чрезвычайной ситуации.

Так же респонденты выявили желание чаще использовать в учебном процессе различные средства подготовки, имитационные (макеты техники, аварийно-спасательный инструментарий и т.д.) в том числе и на полосе препятствий.

В данном случае формируются умения и навыки работы с инструментом, познается специфика будущей деятельности, актуализируется выбор будущей профессии, формируется психологическая устойчивость, формируется интерес к предстоящей профессиональной деятельности [6]. Так, как выполнение сотрудниками аварийно-спасательных служб своих функциональных обязанностей с недостаточно сформированными профессиональными компетенциями, снижает эффективность самой служебной деятельности, не профессиональными действиями приводит к

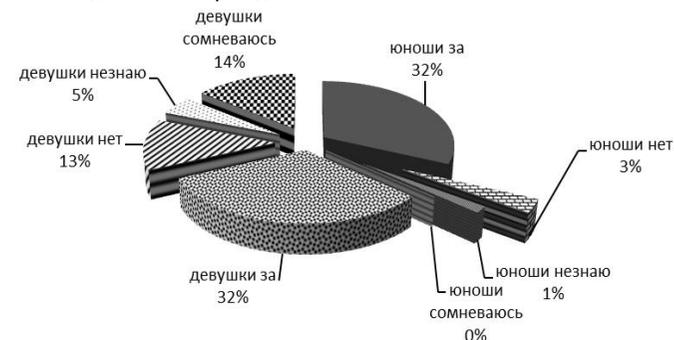


Рис. 1. Распределение ответов респондентов о желании заниматься в условиях полигона

Решение проблем подготовки, без достаточной обобщенной подготовки практически не возможно. Во время проведения учебных аварийно-спасательных работ, студенты часто допускают ошибки, из-за недостаточно сформированной базы практических умений и навыков. Ошибки, допускаются студентами как при определении последовательности или технологии выполнения работ, так и при выборе инструментария и умения эффективно использовать инструментарий при выполнении работ. При совершенствовании навыков и умений один из эффективных способов исправления ошибок, а также экономии времени, это исправление без остановки за-

ухудшению самой чрезвычайной ситуации, так же приводит к преждевременной потере здоровья, к раннему увольнению не только по состоянию здоровья, но и по профессиональной несостоятельности. Что обуславливает не только высокую текучесть кадров, но и снижает уровень боеготовности личного состава аварийно-спасательных формирований.

Так же подготовку будущих спасателей следует вести с акцентом на практическую деятельность, проводя учебный процесс в условиях учебного полигона, используя различный инструмент (немеханизированный, механизированный, гидравлический, с электроприводом) и другое различное оборудование используемое при проведении различных аварийно-спасательных и других неотложных работ, разборе имитаций завалов, дорожно-транспортного происшествия, крушения железнодорожного транспорта и т.д. Распределение ответов респондентов представлены на рис. 1.

При реализации учебного процесса в стенах вуза, т.е. на занятиях, для отработки учебного вопроса необходимо создание различной тактической обстановки что предъявляет требования к уровню подготовленности как преподавателей, так и студентов.

Для определения эффективности практических занятий в условиях полигона были созданы две группы, первая группа экспериментальная, занимающаяся на практических занятиях в условиях полигона, вторая группа – контрольная, занимающаяся на практических занятиях в условиях аудиторий.

В обеих группах решались одни задачи:

- обучение приемам и способам ведения аварийно-спасательных работ;
- формирование знаний и умений применения аварийно-спасательного инструмента;
- изучение системы управления ведения аварийно-спасательными работами.

В состав групп входили юноши и девушки.

В экспериментальной группе студенты показали достоверный рост результативности в сдаче контрольных нормативов, и значительное снижение числа ошибок при выполнении контрольных нормативов по пожарно-строевой подготовке. Тогда как, в контрольной группе достоверных изменений не отмечалось, однако зарегистрировано незначительное снижение числа ошибок студентами.

На этапе обучения одним из наиболее эффективных методов исправления ошибок — это показ с последующим воспроизводством действия или алгоритма последовательности операций обучаемыми. Далее по мере формирования и совершенствования навыка желательно проводить работу над исправлением ошибок без остановки занимающихся, т.е. указать на ошибки и дать возможные варианты решения создавшейся ситуации, что способствует творчеству студентов, поиску наиболее эффективного решения сложившейся ситуации.

Тактическая ситуация при реализации задач занятия создается в с обстановкой, которая необходима студентам для сознательного усвоения изучаемой последовательности выполнения работ, приемов и действий и условий выполнения обозначенных приемов и действий. При данной организации занятия необходимо использовать здания, подвалы, макеты техники и завалов. Для формирования необходимых умений и навыков, а также воспитания психофизических качеств необходимо проведение занятий на полосе препятствий (разрушенный мост, и здание, траншеи, ямы и т.д.) и использовать условия задымления, горения, проводится в темное время суток и т.д., т.е. необходимы условия максимально приближенные к условиям предстоящей служебной деятельности, соответственно для моделирования данных условий необходимо: моделирование условий различных пожаров, создание различных полос препятствий и макетов техники, разрушенных домов и т.д. Для специалистов, обучающихся по направлению пожарная безопасность практические занятия необходимо проводить на пожарных полигонах и огневых полосах психологической подготовки пожарных. Психологическая подготовка студентов на пожарных полигонах и огневых полосах психологической подготовки пожарных проводится в

условиях, максимально приближенных к реальным, возникающих при тушении пожаров.

Занятия со студентами в условиях полигона рекомендуется проводить в боевой одежде и снаряжении. При организации и проведении занятий рекомендуется учитывать требования Рекомендаций по методике проведения занятий на огневой полосе психологической подготовки пожарных и ее оборудованию, разработанных государственной противопожарной службой МЧС России.

Полоса представляет собой макеты подвалов и строительных конструкций. На занятиях создается обстановка, приближенная к условиям чрезвычайной ситуации или пожара.

Однако во время проведения занятий выяснилось, что не все студенты готовы к занятиям на полосе психологической подготовки (рис. 2). Лишь 60% юношей выполнили задания, девушки от выполнения заданий отказались.

Готовность студентов к занятиям на полосе психологической подготовки определялось по нескольким факторам. Первым фактором являлся страх перед различными препятствиями. Вторым является несформированность умений преодоления препятствий. В начале эксперимента распределение ответов респондентов как в контрольной, так и экспериментальной группах были одинаковы.

Далее в экспериментальной группе все студенты проявили готовность к занятиям на полосе психологической подготовки, тогда как 15% студентов не были готовы к занятиям на данной полосе. Причем не готовы были девушки. Причины неготовности остались прежними.

Для обучения проведению аварийно-спасательных работ при разрушении здания необходим макет многоэтажного жилого дома, разрушенная лестница и элементы разрушенного здания, изготовленные из бетонных плит. Необходимо создание и оборудование площадки для занятий с различными видами инструмента (гидравлическим, пневматическим, механизированным и немеханизированным).

Во время проведения аварийно-спасательных работ в горах необходима альпинистская подготовка, для формирования которой необходимо создание скалодрома. Подобные занятия необходимы для того, чтобы у студентов формировалась эмоционально-волевая устойчивость к риску и опасностям, а также самообладание, решительность, смелость, выносливость и другие качества, необходимые специалистам аварийно-спасательного профиля. Так же занятия на скалодроме формируют умения преодоления различных высот.

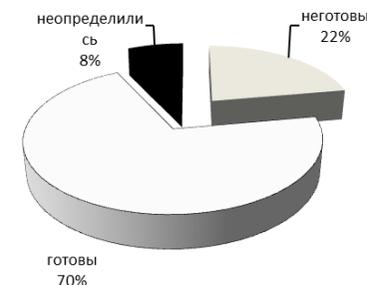


Рис. 2. Готовность студентов к занятиям на полосе психологической подготовки

Во время занятий студентам запрещается самостоятельно менять расположение зацепов на скалодроме. К занятиям на скалодроме возможно приступать только при обеспечении необходимыми видами страховки. Проведение занятий на скалодроме разрешается только с использованием полностью исправного специального снаряжения (страховочного устройства, обвязки, веревки, карабинов, оттяжек), отвечающего необходимым требованиям безопасности. Преподаватель обязан следить за выполнением норм безопасности не допустить использование на скалодроме непригодного для осуществления страховки снаряжения, представляющего потенциальную опасность как для самого студента, так и для окружающих.

**Выводы.** В результате исследования коллектив авторов пришел к следующим выводам:

- для наиболее эффективного формирования и закрепления необходимого уровня знаний и умений необходимо построение практических занятий в условиях полигона оснащенного макетами техники, завалов, разрушенных зданий;
- с целью воспитания психологической устойчивости студентов необходимо включать в полосу препятствий и полосу психологической подготовки;
- полоса психологической подготовки студентов, размеры снаряжений и их размещение на ней должны соответствовать требованиям типовой огневой полосы психологической подготовки;
- занятия в условиях полигона способствует выбору профессии, так как студенты связывают аварийно-спасательные работы с неким ореолом романтизма, тогда как спасение пострадавших это тяжелый, порой изнурительный труд, к выполнению которого, не все студенты проявляют способность;
- использование различного инструмента при реализации поставленных задач способствует активизации выработки самостоятельных решений при проведении различного вида работ;

- соблюдение техники безопасности является неукоснительным условием при проведении практических занятий в условиях полигона, скалодрома и на полосе психологической подготовки;

- занятия на полигоне предъявляют и повышают требования к подготовке преподавателя к занятиям;

- при сдаче зачета необходимо включение практических вопросов (где проверяются навыки и знание техники безопасности при работе с различным инструментом, знание узлов и умение их вязать и т.д.);

- не целесообразно проводить одиночные занятия (2 академических часа) в условиях полигона, так как много времени уходит на подготовку к занятиям (получение формы, выдвигание к местам занятий и т.д.), рекомендуется проводить занятия от 4 часов, тогда остается достаточно времени на отработку поставленных задач занятий.

Перечисленные выше условия будут способствовать не только формированию необходимых умений и навыков, но и способствовать становлению будущего специалиста, формировать знания и умения управлять коллективом.

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

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Крамской С.И., Зайцев В.П., Манучарян С.В., Мусиков Г.В., Киндрук М.А., Панарин А.И., Олейник В.Н., Зайцева В.П. Технологии формирования здорового образа жизни студентов : уч. пос. Белгород : БГТУ, 2012. 190 с.
2. Егоров, Д. Е., Радоуцкий В.Ю. Развитие и формирование профессионально значимых качеств спасателей: уч. пос. Белгород: Изд-во БГТУ, 2011. 158 с.
3. Северин Н.Н. Методика применения физических упражнений в составе пожарных расчетов для действий в экстремальных условиях //

Актуальные проблемы физической подготовки силовых структур. 2008. №1. С.61-65.

4. Ковалева Е.Г., Радоуцкий В.Ю., Северин Н.Н. Концептуальные основы, определяющие эффективное функционирование системы профессиональной подготовки сотрудников ГПС МЧС России // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2012. №1. С. 190-194.

5. Северин Н.Н. Педагогическая оценка форм управления процессом профессиональной подготовки сотрудников ГПС МЧС России //

Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2012. №2. С. 215-218.

6. Ковтунович М.Г. Возможности студенческой науки в изучении психофизического состояния спасателей и оказания им психологической помощи // XIII международная научно-практическая конференция по проблемам защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций: тезисы докладов. 2008 С. 81-82.

Ковалева Е. Г., канд. техн. наук,  
Нестерова Н. В., д-р техн. наук, проф.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ РИСКОВ В УЧРЕЖДЕНИЯХ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ\*

vs1606@mail.ru

В статье рассмотрены методики и методы анализа риска, обоснован уровень приемлемого риска в учреждениях высшего профессионального образования. Полученные результаты анализа этих методик и методов могут быть использованы при разработке систем комплексной безопасности высших учебных заведений.

**Ключевые слова:** опасность, риск, система безопасности, чрезвычайная ситуация, математическая модель, мониторинг.

**Введение.** Решение задач обеспечения безопасности студентов, преподавателей, сотрудников и материально технической базы учреждений высшего профессионального образования приобретают в современных условиях особое значение [1]. Это объясняется: привлекательностью образовательных учреждений для террористического нападения, в виду большого ущерба при реализации угроз; особенностью зданий и сооружений, как объектов повышенной ответственности, каждый из которых представляет собой сложную архитектурно-строительную конструкцию с большим количеством инженерных коммуникаций; наличием в зданиях большого количества людей при ограниченных возможностях их эвакуации и спасения при чрезвычайных ситуациях, вероятность появления которых значительно возрастает в связи с современными техногенными и террористическими угрозами [2, 3].

Для функционирования системы безопасности образовательных учреждений высшего профессионального образования важное значение имеет постоянный мониторинг состояния угроз и защищенности образовательных учреждений, единые подходы и механизмы управления рисками возникновения чрезвычайных и кризисных ситуаций [4].

Заблаговременная оценка безопасности и повышение устойчивости функционирования образовательных учреждений высшего профессионального образования могут быть достигнуты на основе разработки методик прогнозирования и оценки последствий чрезвычайных и кризисных ситуаций, методик проведения мониторинга технического состояния зданий, инженерных сетей и средств обеспечения безопасности учреждений высшего профессионального образования [5].

**Методология.** В процессе работы был использован системный подход, охватывающий методы обобщения и анализа факторов риска и методы математического моделирования.

**Основная часть.** Использование анализа риска в системе управления безопасностью образовательного учреждения призвано ответить на принципиальный вопрос о соотношении уровня опасности объекта и уровня приемлемого риска, а также обосновать экономическую эффективность предполагаемых мер по повышению безопасности с учетом математического ожидания экономического и социального ущерба при возникновении чрезвычайных ситуаций различного типа [6]. Говоря о достижении уровня приемлемого риска, как правило, имеют в виду уровень безопасности людей. При этом определение уровня приемлемого риска для образовательного учреждения входит в сам процесс анализа риска. Рассматриваются различные виды риска.

**Потенциальный риск.** Потенциальный риск в рассматриваемой точке  $M(x,y)$  определяется по формуле:

$$R_n = \sum_{i=1}^n P_i(x, y) f_i \quad (1)$$

где  $f_i$  – вероятность (частота) реализации  $i$ -го сценария возникновения чрезвычайной или кризисной ситуации,  $P_i(x,y)$  – вероятность поражения в данной точке,  $n$  – количество сценариев. Суммирование производится также по всем потенциально опасным объектам, создающим поражающие факторы на данной территории.

**Индивидуальный риск.** Индивидуальный риск характеризует частоту или вероятность поражения отдельного человека в результате воздействия всех поражающих факторов аварии и определяется следующим выражением:

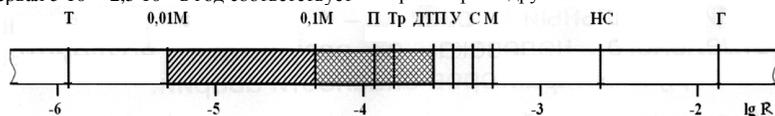
$$R_i = \iint_D R_n(x, y) \cdot \varphi(x, y) dx dy \quad (2)$$

где  $\varphi(x,y)$  – плотность распределения вероятности нахождения человека в точке  $M(x,y)$  области  $D$ , в которой действуют поражающие факторы.

**Приемлемый индивидуальный риск.** Уровень приемлемого индивидуального риска лежит в диапазоне  $5 \cdot 10^{-6}$ – $5 \cdot 10^{-5}$  в год, что соот-

ветствует 1–10% диапазону минимального риска смерти на протяжении всей жизни. При этом вынужденный приемлемый риск (риск, которому подвергаются третьи лица) следует выбирать из меньших значений в этом диапазоне, а добровольный риск может быть приемлемым и для больших значений. Интервал выбора приемлемого риска обозначен на рис. 1 косой штриховкой.

Интервал  $5 \cdot 10^{-5} - 2,5 \cdot 10^{-4}$  в год соответствует



▨ - Диапазон выбора приемлемого риска

▨ - Диапазон выбора контролируемого риска

R – риск, 1/год

M – минимальный риск смерти на протяжении всей жизни, 0,01M – 1% от минимального риска смерти на протяжении всей жизни, 0,1M – 10% от минимального риска смерти на протяжении всей жизни.

Причины гибели:

T – теракты, П – пожары, Тр – производственный травматизм, ДПП – дорожно-транспортные происшествия, У – убийства, С – самоубийства, НС – все несчастные случаи, Г – от всех причин смерти.

Рис. 1. Логарифмическая шкала индивидуального риска

**Количественный риск.** Количественный риск равен ожидаемому количеству пораженных людей  $N$  в результате возможных ЧС за определенный период времени:

$$N = \sum_{i=1}^n \iint_D P_i(x, y) \cdot \Omega(x, y) dx dy \quad (3)$$

Здесь  $\Omega(x, y)$  – плотность распределения персонала и населения в области действия поражающих факторов  $D$ ;  $P_i(x, y)$  – вероятность поражения людей в  $t$ .  $M(x, y)$  при реализации  $i$ -го сценария возникновения ЧС;  $n$  – количество возможных сценариев.

Понятие количественного риска относится не только к человеческим потерям, но и к другим видам ущерба. Например, риск ущерба  $U$  от всех возможных сценариев равен:

$$U = \sum_{i=1}^n f_i V_i \quad (4)$$

где  $f_i$  – вероятность (частота)  $i$ -го сценария;  $V_i$  – ущерб, наносимый ЧС при реализации  $i$ -го сценария.

**Социальный риск.** Социальный риск характеризуется  $F/N$  кривой-графиком зависимости частоты возникновения опасных событий  $F$ , в котором пострадало определенным образом не менее  $N$  человек, от этого числа  $N$ . Социальный

уровню контролируемого риска (рис. 1, ромбическая штриховка). Наибольшее значение риска в этом интервале соответствует риску гибели в дорожно-транспортных происшествиях – по-видимому, максимальному уровню риска, которому согласятся подвергать себя большинство студентов, преподавателей и сотрудников ВУЗов, осознавая опасность с одной стороны и выгоды, а часто и неизбежность использования транспорта с другой.

риск характеризует тяжесть последствий (катастрофичность) реализации опасностей. Зависимость  $F$  от  $N$  имеет убывающий характер (рис. 2).

Вместо количества пострадавших (погибших) людей может рассматриваться любой другой материальный или экономический ущерб.

Значение социального риска  $G$  можно найти интегрированием:

$$G = \int_0^{N_{max}} F(N) dN \quad (5)$$

Традиционный подход к обеспечению безопасности базируется на концепции «абсолютной безопасности». Как показывает практика, такая концепция не адекватна реальным условиям, поэтому начиная с конца 70-х – начала 80-х гг. в исследованиях, связанных с обеспечением безопасности, начался переход от концепции «абсолютной» безопасности к концепции «приемлемого» риска.

Существует уровень риска, который можно считать пренебрежимо малым. Если риск от какого-то объекта не превышает такого уровня, нет смысла принимать дальнейшие меры по повышению безопасности, поскольку это потребует значительных затрат, а люди и окружающая

среда из-за действия иных факторов все равно будут подвергаться почти прежнему риску. С другой стороны, есть уровень максимального приемлемого риска, который нельзя превосходить, каковы бы ни были расходы. Между двумя

этим уровнями лежит область, в которой и нужно уменьшать риск, отыскивая компромисс между социальной выгодой и финансовыми расходами, связанными с повышением безопасности.

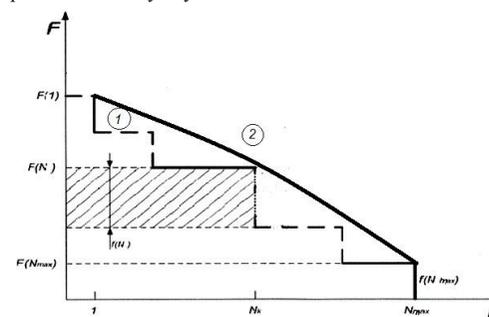


Рис. 2.  $F/N$  диаграмма (1) и кривая приемлемого социального риска (2)

Решение о том, какой уровень риска считать приемлемым, а какой нет, носит не технический, а политический характер и во многом определяется экономическими возможностями страны [7].

Поскольку границы оправданного риска трудно рационально обосновать, при решении расчетных или эксплуатационных технических задач следует использовать сравнение с риском в аналогичных ситуациях. При этом в анализе следует принимать во внимание наиболее неблагоприятный случай. Установленный таким образом крайне неблагоприятный случай угрозы нужно сравнить по частоте и величине с уже ранее имевшими место аналогичными рисками. При этом необходимо учитывать, что на частоту влияют как пространственная, так и временная протяженность рассматриваемых явлений. Кроме того, нужно учитывать продолжительность каждого события и степень стабильности исходных параметров.

Из табл.1 следует, что риск летального исхода существует на уровне  $10^{-7}$  и выше на человека в год. Таким образом, для образовательных учреждений риск на уровне  $10^{-7}$  чел./год может быть принят допустимым при следующих условиях [8]:

- проблема риска проанализирована широко и всесторонне;
- анализ проведен до принятия решений и подтвержден имеющимися данными в определенном временном интервале;
- после наступления неблагоприятного события анализ и заключение о риске, полученные на основании имевшихся данных, не меняются;
- анализ показывает и результаты контроля во всех случаях подтверждают, что угроза не может быть уменьшена ценой оправданных

затрат.

Таблица 1

Вероятность летального исхода	
Условия и вид деятельности	$10^{-7}$ чел./год
Аварии автомашин	2700
Огонь и взрывы	400
Водоемы	280
Обращение с механизмами	100
Воздушное сообщение	75
Электричество	51
Молния	5,5
Общественный транспорт	0,45
Радиоактивное излучение	0,05
Профессиональная деятельность	3–0,2
Бытовые условия и свободное время	0,5
Тяжелые заболевания	3–0,01

Принятую оценку допустимого риска и указанные условия нужно рассматривать как первый шаг к их количественному сравнению. При необходимости в дальнейшем, когда будут статистические данные, эта оценка может быть изменена. Установленную оценку допустимого риска не следует, однако, воспринимать как окончательную, она должна служить лишь основой анализа рисков [9].

Если речь идет исключительно о риске материальных потерь, то может быть применен метод сравнения.

Сравнение данной рискованной ситуации с возникавшими в прошлом аналогичными ситуациями дает для оценки риска более надежные исходные предпосылки, чем субъективные оценки.

**Выводы.** Установление уровня приемлемой безопасности и риска для образовательных учреждений представляет собой сложную задачу. Для ее решения требуется выполнение науч-

ного анализа существующих угроз, экономических, экологических, демографических и других факторов, определяющих развитие системы высшего профессионального образования, а также общества, в целом с учетом множества взаимосвязей и взаимозависимостей.

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

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Радоуцкий В.Ю., Шаптала В.Г. Характеристика внутренних опасностей и угроз образовательных учреждений высшего профессионального образования // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2009. № 3. С. 124-126.
2. Шаптала В.Г., Радоуцкий В.Ю., Добровольский В.С., Овечкин А.Н. Моделирование систем комплексной безопасности высших учебных заведений. монография. Белгород: ООО «Планета – Полиграф», 2009. 130с.
3. Радоуцкий В.Ю., Шаптала В.Г. Предупреждение риска террористических акций в области техносферы // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2009. № 1. С. 141-142.
4. Шаптала В.Г., Радоуцкий В.Ю., Ветрова Ю.В. Мониторинг, прогнозирование, моделиро-

вание и оценка рисков чрезвычайных ситуаций в системе высшего профессионального образования. монография. Белгород: ООО «Евро-Полиграф», 2012. 120с.

5. Радоуцкий В.Ю., Шульженко В.Н., Ветрова Ю.В. Научно-техническое обоснование проектирования систем мониторинга состояния несущих конструкций зданий и сооружений // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2010. № 3. С. 48-50.

6. Шаптала В.В., Ветрова Ю.В., Шаптала В.Г., Радоуцкий В.Ю. Оценка риска чрезвычайных ситуаций природного, техногенного характера и пожаров: уч. пос. Белгород: Изд-во БГТУ, 2011. 103с.

7. Шаптала В.Г., Радоуцкий В.Ю., Ветрова Ю.В. Системы управления рисками чрезвычайных ситуаций. Белгород: ООО «Евро-Полиграф», 2010. 164с.

8. Радоуцкий В.Ю., Шаптала В.Г., Шульженко В.Н., Добровольский В.С., Овечкин А.Н. Комплексная безопасность высших учебных заведений: монография. Петербург: Изд – во «Инфо - да», 2008. 120с.

9. Радоуцкий В.Ю., Шаптала В.Г., Ветрова Ю.В. Управление комплексной безопасностью высших учебных заведений: монография. Белгород: Изд-во БГТУ, 2013. 125с.

Харьковская Е. В., канд. пед. наук, ст. преп.,  
Заманова И. Ф., канд. филолог. наук, доц.,  
Тутаева Г. Н., асс.,  
Лор В. А., магистрант

Белгородский государственный институт искусств и культуры

#### УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ КОМПЕТЕНТНОСТНОГО ПОДХОДА ПО ФОРМИРОВАНИЮ СОЦИАЛЬНО-ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ АДАПТАЦИИ СТУДЕНТОВ ВУЗА

pendyrinea@yandex.ru

*В статье рассматривается социально-профессиональная адаптация студентов вузов как сложный и поэтапный педагогически-организованный процесс вступления в новую социальную и профессиональную сферу, в течение которого осуществляется формирование и развитие профессиональных знаний, умений, навыков, профессионально-личностных качеств, профессионального самосознания и самоопределения. Решение этих проблем во многом зависит от приобретаемых выпускником компетенций, то есть его способности применять знания, и личные качества в соответствии с задачами профессиональной деятельности. И здесь на помощь приходит компетентностный подход как механизм социально-профессиональной адаптации студентов и главное условие подготовки специалиста высокой квалификации, который позволяет более действенно обеспечить формирование профессиональных компетенций будущего бакалавра или магистра.*

**Ключевые слова:** социально-профессиональная адаптация, компетентностный подход, студенты вуза, успешная профессиональная деятельность.

Тотальная модернизация современного высшего образования направлена на профессиональную подготовку будущих специалистов, способных умело адаптироваться в сложившихся социально-экономических условиях. Усиливающиеся темпы инновационного развития российского общества обуславливают потребность в высококвалифицированных специалистах, отличающихся творческой активностью, коммуникабельностью, универсализмом, самостоятельностью, своеобразием мышления, способностью работать в группе, готовностью к инновациям. Современному обществу нужны образованные, нравственные, предприимчивые люди, способные самостоятельно принимать ответственные решения в ситуации выбора, обладающие даром прогнозирования возможных последствий принятых решений, способные к сотрудничеству, отличающиеся мобильностью, динамизмом, конструктивностью. Кроме того важно, чтобы выпускники обладали профессиональной культурой, или культурой профессии, которая является сферой бытия группового профессионального сознания. Профессиональное сознание, «представляя собой особую реальность, имеет место при условии существования субъекта профессиональной деятельности и является сущностным компонентом бытия профессионала» [1].

На современном этапе развития нашего общества как никогда возросла социальная потребность в нестандартно мыслящих творческих личностях. Повышается потребность в творческой активности специалиста и развитием мыш-

лении, в умении проектировать, оценивать, рационализировать. Таким образом, выпускник высшего учебного заведения может эффективно включиться в трудовое пространство только в том случае, если в процессе его профессиональной подготовки были сформированы и развиты основы социально-профессиональной адаптации.

Как отмечает большинство исследователей, социально-профессиональная адаптация студентов представляет собой сложный динамический процесс формирования комплекса отношений к трудовой деятельности, развития профессиональных качеств и намерений. В ходе обучения студент приспосабливается к характеру, условиям, организации учебного процесса, вырабатывает навыки самостоятельной работы. И.В. Гордиенко указывает: «Феномен «социально-профессиональная адаптация» включает в себя множество понятий. Основные из них – социализация, профессионализация и адаптация. Их интегративная сущность обуславливает включение в социально-профессиональную адаптацию социально-деятельностного, профессионального и личностно-психологического компонентов, обуславливающих приспособление студента к новой социально-профессионально-образовательной среде, в которой в ходе овладения необходимыми общекультурными и профессиональными знаниями и умениями одновременно осуществляется процесс становления студента субъектом собственной жизнедеятельности» [2].

Социально-профессиональная адаптация студентов вузов – сложный и поэтапный педагогически-организованный процесс вступления в новую социальную и профессиональную сферу, в течение которого осуществляется формирование и развитие профессиональных знаний, умений, навыков, профессионально-личностных качеств, профессионального самосознания и самоопределения. В результате данного процесса достигается формирование способности к самоконтролю, адекватных связей с окружающим миром как необходимого условия будущей эффективности трудовой деятельности.

Решение этих проблем во многом зависит от приобретаемых выпускником компетенций, то есть его способности применять знания, умения и личные качества в соответствии с задачами профессиональной деятельности. И здесь на помощь приходит компетентностный подход как совокупность общих принципов определения целей образования, отбора содержания образования, организации образовательного процесса и оценки образовательных результатов. К числу таких принципов относятся следующие положения:

- смысл образования заключается в развитии у обучаемых способности самостоятельно решать проблемы в различных сферах и видах деятельности на основе использования социального опыта, элементом которого является и собственный опыт учащихся;
- содержание образования представляет собой дидактически адаптированный социальный опыт решения познавательных, мировоззренческих, нравственных, политических и иных проблем;
- смысл организации образовательного процесса заключается в создании условий для формирования у обучаемых опыта самостоятельного решения познавательных, коммуникативных, организационных, нравственных и иных проблем, составляющих содержание образования;
- оценка образовательных результатов основывается на анализе уровней образованности, достигнутых учащимися на определенном этапе обучения [3].

В ходе модифицирования задач высшего образования, наиболее приоритетной из них становится подготовка специалистов, способных к профессиональной мобильности; ориентировка на знания заменяется на компетентностный подход. Современный рынок труда оценивает не конкретные знания, а профессиональные компетенции работника и его личностно-психологические качества.

Компетентностный подход кроме ориентации на развитие профессиональных знаний,

умений (характерно для академического подхода) предполагает формирование универсальных способностей (комплекса ключевых компетенций), особенно востребованных в условиях современного рыночного хозяйствования. Безусловно, в современном образовательном пространстве, ориентированном на информатизацию, мало простой передачи знаний, умений, навыков, важно уметь применять их на практике, выполнять определенные социально-профессиональные функции, а также находить и использовать различные способы, позволяющие обрабатывать значительные потоки информации. Так как успешным специалистом может быть тот, кто обладает механизмами оперативной обработки, анализа и применения многообразных данных. Добиться такого уровня, по нашему мнению, возможно именно благодаря применению компетентностного подхода в обучении.

При формировании компетентности в образовательном процессе на первое место ставится не информированность студента, а умение решать различного круга задачи. Кроме того, компетентностный подход включает создание условий для усвоения комплекса компетенций, содействующих развитию личности способной адаптироваться в многофакторной социально-политической, экономической, информационно-инновационной среде. «Компетентностная концепция ориентирует на формирование у обучающихся способностей решать практические задачи и является деятельностной, практико-ориентированной. В этой концепции результаты образования оцениваются не по показателям успешности освоения научных знаний, а по степени подготовленности личности к успешной деятельности за пределами системы образования и фиксируются в виде определенного набора компетенций и / или компетентностей» [4].

Приобретение студентами профессиональной компетентности, как правило, возможно, только при самостоятельном нахождении проблем, поиске необходимых знаний в процессе исследования. Компетентностный подход способствует более точному определению логики формирования значимых в профессиональной области знаний, навыков и умений. Компетентностный подход оказывает позитивное влияние на развитие инновационных процессов. Следовательно, значимыми направлениями в профессиональной подготовке студентов высшего учебного заведения выступают:

- самостоятельная работа;
- учебное и научное исследование;
- включенность в инициативную, творческую деятельность.

Реализация компетентностного подхода в обучение рассчитана на разработку интегрированных учебных курсов, расширение в содержании учебных программ по общеобразовательным дисциплинам межпредметной составляющей. Важную роль играют междисциплинарные смысловые связи с сохранением теоретического и практического единства каждой дисциплины, в контексте межпредметной интеграции.

Социально-профессиональная адаптация студентов – процесс внутренней и внешней гармонизации отношений личности будущего специалиста со средой, когда личность активно приспосабливается к нормам, правилам высшего учебного заведения и будущей профессиональной деятельности.

Социально-профессиональная ориентация студентов имеет многофункциональный характер: является оптимальным средством взаимодействия студента с профессиональной средой и способствует профессиональному развитию личности студента, на ее формирование оказывает влияние ряд объективных и субъективных факторов. Объективные факторы: социально-экономические условия, определяющие место личности в системе производственных отношений, характер труда, его стимулирование, условия работы, взаимоотношения в коллективе. Субъективные факторы: качества личности, интерес к содержанию деятельности, чувство удовлетворенности своей деятельностью, цель, мотивы, побуждающие к самораскрытию и самореализации.

По мнению ряда исследователей, социально-профессиональная адаптация зависит от таких обстоятельств как:

- наличие у студентов внутренних предпосылок (соответствующей подготовленности, уровня адаптивности, мотивации профессиональной деятельности);
- достаточное внимание педагогов и самих студентов к процессу социально-профессиональной адаптации;
- реализация процесса социально-профессиональной адаптации с учетом личностно-психологических особенностей студентов;
- специальное психолого-педагогическое сопровождение адаптационного процесса, основанное на оказании необходимой педагогической помощи.

Последовательная деятельность вуза по социально-профессиональной адаптации студентов должна быть направлена:

- на определение уровня адаптированности на основе диагностики трудностей, связанных с началом обучения, снятие психологиче-

ского, эмоционального, физиологического напряжения;

- на создание условий для установления социальных контактов, привыкания к нормам, требованиям вуза, усвоения новых приемов самостоятельной учебной работы;

- на качественное овладение студентами в процессе учебы основами общепрофессиональных и специальных дисциплин;

- на развитие в процессе учебных практик социально-профессионального самоопределения, выработка у студентов ценностных ориентаций, мотивации профессиональной деятельности, профессиональных интересов и профессионально-значимых качеств, знаний, навыков, умений;

- на обеспечение в ходе самостоятельной деятельности в рамках производственной практики формирования индивидуального стиля профессиональной деятельности, усвоение способов мобильного реагирования на социально-профессиональные трансформации;

- на оказание содействия и поддержки в процессе трудоустройства и первоначального этапа профессиональной деятельности.

Процесс социально-профессиональной адаптации студентов вуза в рамках реализации компетентностного подхода должен быть направлен на развитие следующих ключевых компетенций:

- коммуникативность, умение работать в команде;
- способность находить и анализировать разнообразную информацию;
- способность принимать решения, планировать свою деятельность;
- способность к постоянному обучению;
- обладание знаниями и опытом в духовно-нравственных и социокультурных вопросах.

Итак, социально-профессиональная адаптация студентов вуза – доминанта эффективной, высокопродуктивной деятельности современного специалиста, включающая объем необходимых знаний, навыков, умений, синтез опыта и личностных качеств. Процесс формирования социально-профессиональной адаптации студентов в высшем учебном заведении является значимым фактором качественного внедрения в жизнь педагогической цели – воспитания духовно-нравственного, творчески-инициативного, профессионально-компетентного гражданина российского общества. Адаптационный процесс в условиях реализации компетентностного подхода, отображающего представления о профессионализме, деловых качествах, предусматривает сформированность активной жизненной позиции, готовность к самостоятельности, ответ-

ственности, что обеспечивает в современных условиях успешную профессиональную социализацию. Механизм социально-профессиональной адаптации студентов и главным условием подготовки специалиста высокой квалификации является компетентный подход, позволяющий более действенно обеспечить формирование профессиональных компетенций будущего бакалавра или магистра.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Исаева, Н.И. Концептуальная модель профессии психолога в контексте профессиональной культуры // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Гума-

нитарные науки. 2008. № 11 (51). Вып. 1. С. 121-130.

2. Гордиенко И.В. Воспитательная деятельность куратора по формированию социально-профессиональной адаптации студентов среднего специального учебного заведения: дис ... канд. пед. наук. Белгород, 2010. 221 С.

3. Лебедев О.Е. Компетентный подход в образовании // Школьные технологии. 2004. № 5. С.3-5.

4. Добрынина Т.И. Формирование профессиональных компетенций будущих педагогов в процессе обучения иностранному языку // Вестник Томского государственного педагогического университета. 2010. № 1. С. 32-36.

Даньшева С. О., канд. пед. наук, доц.  
Харьковский национальный университет строительства и архитектуры

### ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПОТЕНЦИАЛА ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В СИСТЕМЕ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ МОБИЛЬНОСТИ БУДУЩЕГО ИНЖЕНЕРА

svt525@rambler.ru

*Статья посвящена актуальной проблеме организации педагогического взаимодействия. Авторами анализируются основные подходы к изучению педагогического взаимодействия в современной науке. Отмечается недостаточно эффективное использование данной формы организации обучения в системе образования. Предлагается оригинальная авторская концепция организации педагогического взаимодействия в системе формирования профессиональной мобильности будущего инженера. Описывается опыт продуктивного использования педагогического взаимодействия при формировании профессиональной мобильности в Харьковском национальном университете строительства и архитектуры. Анализируется потенциал реализации педагогического взаимодействия при формировании у студентов компетенций ориентационной основы профессиональной мобильности.*

**Ключевые слова:** профессиональная мобильность, педагогическое взаимодействие, компетентностный подход.

**Введение.** Переход к информационному обществу сопровождается модернизацией всех сфер деятельности, в том числе и системы образования. Поэтому учеными многих развитых стран проектируется современная парадигма образования, ориентированная на подготовку специалиста “нового типа”: конкурентоспособного и профессионально мобильного субъекта деятельности, обладающего способностью к саморазвитию и самоопределению в условиях информационного общества. Поставленная задача актуализирует проблему разработки соответствующих педагогических технологий, но даже самые прогрессивные из них не смогут существенно повысить качество образования, если взаимодействие между участниками учебно-воспитательного процесса слабо выражено. “Как только изменяется социальная позиция индивидов, т.е. они становятся субъектами социального действия, у них возникает дополнительная потребность в познании, необходимая для ориентации в социальной действительности, прогнозирования результатов своих действий и т.д.” [2]

**Методология.** Анализ научной литературы показывает, что проблема взаимодействия преподавателей и студентов продуктивно разрабатывается в педагогике в различных аспектах таких как: педагогическое общение (А. Бодалев, В. Кан-Калик, И. Зимняя, С. Кондратьева); важная характеристика педагогического процесса (В. Сластенин); деятельность, направленная на развитие учащегося (О. Газман, Н. Михайлова, С. Юсфин); совокупность педагогических ситуаций (И. Зязюн, Л. Крамущенко, И. Кривонос); интеракция, т.е. обучение в малых группах, - cooperative learning (Г. Славин); «Обучение в команде» (Д. Джонсон и Г. Джонсон); «Учимся

вместе» (Шл. Шаран); «Групповые исследования» (Эл. Аронсон, Спенсер Каган); организация учебного сотрудничества в коллективных, кооперативных, групповых формах работы (О. Донцов, В. Дьяченко, О. Захаренко, Х. Лийметс, А. Петровский, В. Рубцов, Д. Фельдштейн, Г. Цукерман, С. Якобсон).

Кроме того, в законодательных актах многих стран, в том числе и Украины, личностно ориентированный подход к подготовке будущего специалиста определяется как один из основных принципов организации учебно-воспитательного процесса. Так, “Национальная доктрина розвитку освіти України”, которая определяет систему концептуальных идей и взглядов на стратегию и основные направления развития образования, одним из приоритетных направлений государственной политики обозначает личностную ориентацию образования [1].

Несмотря на значительное число теоретических разработок, анализ реальной практики свидетельствует о ряде противоречий. В частности, действующие в Украине стандарты подготовки будущих инженерно-технических специалистов и образовательно-профессиональные программы, как их составляющая ориентированы на пассивную постановку задач обучения (т.е. анализ и использование готовых разработок, решений и моделей), а формирование готовности к активному и самостоятельному действию в них практически не рассматривается.

Таким образом, несмотря на декларирование необходимости развития субъектности студентов, они по-прежнему остаются объектом учебно-воспитательного процесса в вузе, а проблема субъект-субъектных отношений остается актуальной для современной педагогической

практики, которая требует как дальнейшего теоретико-методологического исследования, так и восприятия ее преподавателями-практиками с целью формирования ими у будущих специалистов “инновационных” характерологических качеств. В частности, развитие личности студента как субъекта деятельности является одной из необходимых предпосылок, определяющих мобильность личности, что в значительной степени демпфирует маргинальное поведение в условиях динамичного рынка труда или же в ситуации неопределенности. Однако анализ научных работ, в которых анализируются проблемы формирования профессиональной мобильности будущего специалиста [5,8], указывает на отсутствие согласованных методик организации взаимодействия между преподавателями и студентами как основы формирования таких конкурентных преимуществ.

Целью статьи является теоретический анализ взаимодействия участников образовательного процесса в высшей школе как психолого-педагогической категории и определение его потенциала при формировании различных типов компетенций, в частности, образующих ориентационную основу профессиональной мобильности будущего инженера.

**Основная часть.** Формирование профессиональной мобильности будущего специалиста – одна из качественно новых задач современной системы образования. В связи с этим возникает необходимость разработки эффективных педагогических условий, дидактической основой которых должна стать новая типология структуры личности в постиндустриальном обществе. В частности, студентов инженерных специальностей сегодня необходимо вооружить широкими базовыми знаниями, привить гибкость и адаптивность, развить независимое мышление, умение конструктивно решать проблемы и стремление к непрерывному самообразованию и к обучению в течение всей жизни, считает президент IGIP Н. Кракер [4].

Исследуя данную проблему, мы в [9] доказали, что с позиции компетентностного подхода ориентационной основой профессиональной мобильности (ООПМ) должна стать система компетенций, не только позволяющих субъекту труда решать профессиональные задачи, но и обеспечивающих потенциал новых профессиональных достижений путем самообразования на основе активности, открытости и креативности. При этом общенаучные и профессиональные компетенции выпускника образуют квалификационную основу будущей профессиональной деятельности, а социально-личностные – определяют готовность к выполнению выпускника-

ми роли субъектов, обеспечивая устойчивый уровень развития личностных, психических и эмоциональных качеств.

Стимулами развития субъектности студента, как утверждают исследователи, являются внутренние механизмы, которые заключаются в самоуправлении, и внешние механизмы, заключающиеся во взаимодействии его с преподавателями. Взаимодействие имеет значительный потенциал влияния на студентов, отмечает академик С. Ривкина: “Опосредованно совместная деятельность как бы расширяет простор реализации всех субъектов образовательного процесса, а также создает дополнительные условия для проявления личности и ее развития” [7]. Кроме того, взаимодействие является одним из основных способов активизации саморазвития и самоактуализации человека, что очень важно при формировании профессионально мобильной личности.

Проведенный в Харьковском национальном университете строительства и архитектуры (ХНУСА) опрос, направленный на определение значимости для студентов взаимодействия с преподавателями (всего было опрошено 174 студента), показал, что для 25,3% из них авторитет преподавателя в процессе обучения является значимым показателем, 16,2% опрошенных отдали предпочтение доброжелательности в общении, 14,7% выделили компетентность, 9,5% предпочли контактность, 8,1% рассчитывают на гуманный подход к обучаемым. Таким образом, 41,2 % опрошенных действительно тяготеют к партнерским отношениям с преподавателями.

Основываясь на теоретических и эмпирических исследованиях, можно сделать вывод, что в условиях современной парадигмы образования, основой которой стал человекоцентристский подход, учебно-воспитательная среда вуза должна конструироваться не только как пространственно-организационная, но и, прежде всего, как личностно-смысловая система, в которой выстраиваются педагогически целесообразные, нравственно-этические взаимодействия между участниками педагогического процесса.

Что касается проблемы формирования профессиональной мобильности будущего инженера, то этот процесс будет эффективнее, если он организуется в такой учебно-воспитательной среде, которая позволяет актуализировать личностный опыт каждого (П. Вацлавик, В.Я. Ляудис, Г.И. Шукина), а основой организации педагогического взаимодействия является ее социально-личностный компонент. Такой вывод мы сделали, исходя из положения Л. Выготского о трехсторонней активности учебно-воспитательного процесса (активный студент,

активный преподаватель, активная среда между ними) [3].

Потенциал использования педагогического взаимодействия в системе формирования профессиональной мобильности состоит в выделении взаимодействий в особую форму образовательно-воспитательных отношений, которые, в отличие от стихийно складывающихся взаимодействий типа “человек-человек”, “студент-преподаватель” и других диад, осознанно формируются под руководством преподавателя и направлены на достижение поставленной цели.

*Под образовательно-воспитательным взаимодействием в системе формирования профессиональной мобильности будущего инженера мы предлагаем понимать специально организованый и педагогически целесообразный процесс взаимодействия и взаимообогащения преподавателей и студентов, который характеризуется определенным содержанием и формами реализации.*

Взаимодействуя, преподаватели и студенты “обмениваются” информацией, практическими действиями, а также соответствующим отношением к формируемым компетенциям, которые обеспечивают ООПМ. Основными формами реализации взаимодействия являются различные виды учебной и квазипрофессиональной деятельности, а также внеаудиторное общение (функционально-ролевое, межличностное).

Предлагаемая концепция позволяет представить педагогическое взаимодействие как некую развивающуюся целостность, характеризующуюся открытостью и гибкостью. Это полностью согласуется с положением о том, что задача формирования профессионально мобильного специалиста может быть реализована только в такой образовательной системе, которая владеет признаками мобильности, т.е. предполагает возможность оперативной перестройки в соответствии с требованиями социальной и индивидуальной практики, отличающимися в современных условиях динамизмом.

Положения этой концепции реализовывались в рамках эксперимента, проводимого на механико-технологическом факультете ХНУСА, при формировании ООПМ у будущих инженеров специальности “Автоматизация и компьютерно-интегрированные технологии”.

Проектируя педагогическое взаимодействие в системе формирования профессиональной мобильности, мы сосредоточили усилия на продуктивном решении системы коммуникативных задач с помощью выбранных методов, средств и форм.

Формирование компетенций ООПМ осуществляется как в процессе обучения, так и в

процессе воспитания, поэтому организация взаимодействия требует интеграции методов, соответствующих этим процессам, т.е. необходимо, чтобы каждый из выбранных методов не только способствовал активизации познавательной деятельности, но также выполнял развивающую функцию, и с их помощью образовывалась благоприятная для взаимодействия образовательно-воспитательная среда.

Из множества активных методов, разработанных в современной педагогике, для решения коммуникативных задач в учебном процессе нами были выбраны: методы проблемного обучения, кейс-методы, деловые и ролевые игры, творческие задания, коммуникативный тренинг, контекстные методы. Среди методов, с помощью которых организовывалась внеаудиторная работа, нами было отдано предпочтение диалогу, убеждению, тематическим дискуссиям.

Средствами продуктивного взаимодействия преподавателя и студентов мы считали: учебные планы специальности, дополненные компетенциями ООПМ; компоненты УМК дисциплины “Профессиональная мобильность как основа будущей карьеры”; контрольные задания; дидактические материалы; мультимедийные программы; аудиовизуальные средства.

Взаимодействие между преподавателем и студентами – это не только особый тип их взаимосвязи, но также особый тип “обмена” между ними, имеющий определенный смысл и требующий знания и умелого использования разнообразных форм организации. При проведении эксперимента мы выбрали формы совместной деятельности и сотрудничества, предложенные В. Ляудис: 1) введение в деятельность; 2) разделенное действие; 3) имитируемое действие; 4) поддержанное действие; 5) саморегулируемое действие; 6) партнерство [4]. Это обеспечило построение взаимодействия в такой последовательности: от максимальной помощи преподавателя в приобретении компетенций ООПМ к постепенному наращиванию собственной активности студентов и к превращению этого процесса в осознанный и самостоятельный.

Для создания ситуации взаимодействия избранные формы взаимодействия реализовывались в следующих режимах работы:

- фронтальный (например, при проведении лекционных или семинарских занятий);
- работа в группах (например, при проведении деловых и ролевых игр или при выполнении индивидуальных заданий);
- работа “в паре” (например, при отработке практических навыков мобильного поведения или при обмене мнениями по обсуждению определенных ситуаций реализации мобильного по-

ведения);

- дублирование (содействие в выявлении лидерских качеств).

**Выводы.** Социометрические исследования, проведенные в ходе эксперимента, показали, что разработанная технология позволяет осуществлять в системе формирования профессиональной мобильности непосредственные и опосредованные взаимодействия, стимулировать участие студентов в совместной деятельности, основанной на принципах сотрудничества и разделения труда. При этом опыт студентов обогащался разнообразными способами и формами взаимодействия, благодаря чему происходил не просто обмен информацией и ценностными ориентациями, а создавался опыт подготовки к динамичному поведению будущего инженера в условиях современного рынка труда. Кроме того, исследования показали, что успешная реализация педагогического взаимодействия во многом зависит не только от тщательной его подготовки, но и от готовности самого преподавателя его осуществлять. В связи с этим, направлением дальнейших исследований в данном проблемном поле, мы видим разработку соответствующего методического сопровождения деятельности преподавателя в системе формирования профессиональной мобильности.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Національна доктрина розвитку освіти України у XXI столітті. К., 2004р.
2. Абульханова-Славская К.А. Деятельность и психология личности. – М., 1980. – 335с.
3. Выготский Л.С. Педагогическая психология. / Под ред. В.В. Давыдова - М.: Педагогика, 1991. –С. 57.

4. Формирование учебной деятельности студентов / Под ред. В.Я.Ляудис. Г.: Изд-во Моск. ун-та, 1989. С.99-131

5. Меркулова Л.П. Формирование профессиональной мобильности специалистов технического профиля средствами иностранного языка: автореф. дис. на соиск. научн. степени доктора пед. наук: 13.00.08 “Теория та методика профессионального образования” /Л.П. Меркулова. Самара, 2008. 40с.

6. Перспективы развития инженерного образования с позиции IGIP: Материалы форума [Международная научная школа «Новые задачи инженерного образования для нефтегазохимического комплекса в условиях членства России в ВТО»], (Казань, 26-30 ноября 2012 г.) / М. Ауэр, Д. Добровская, А. Эдвардс, Э. Ликл // Высшее образование России Научно-педагогический журнал. 2013. № 2.

7. Радионова Н.Ф., Ривкина С.В. Взаимодействие субъектов педагогического процесса как источник его обновления// Человек и образование. 2012. № 2. С. 4-9..

8. Сушенцева Л.Л. Формування професійної мобільності майбутніх кваліфікованих робітників у професійно-технічних навчальних закладах: теорія та практика: монографія / За ред. Н.Г. Ничкало. Інститут професійно-технічної освіти НАПН України. – Кривий Ріг: Видавничий дім, 2011. 439 с.

1. Dansheva S. International Scientific Forum: Sociology, Psychology, Pedagogy, Management: Scientific papers / Ed. Board : V. Yevtukh (Editor-in-chief). - Kyiv : Fenix, 2013. - Issue 14. - 220 p.

Ключникова Н. В., канд. техн. наук, доц.,

Денисова Л. В., канд. хим. наук, доц.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

Генов И., директор

Фонд науки и образования, Бургас, Болгария

## МОДУЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРЕПОДАВАНИЯ ХИМИИ

kafnx@intbel.ru

*В работе рассмотрены проблемы обучения при переходе на двухуровневую систему образования. На кафедре неорганической химии разработана технологическая карта дисциплины «Химия», в которой устанавливается максимальное число баллов равное 100. Баллы начисляются студенту за выполнение обязательных учебных работ, часть из них (до 10%) предусмотрено для оценки таких личностных качеств, как дисциплина, ответственность, инициатива, своевременность выполнения учебных заданий и др. Начисление баллов за личностные качества осуществляется ведущим преподавателем на экзамене, что может значительно повысить итоговую оценку студента по дисциплине. Показано, что модульно-рейтинговая технология позволяет студенту качественно подготовиться к экзамену, влияет на формирование адекватной самооценки студента, стимулирует самостоятельную работу и способствует увеличению самостоятельности в учебе*

**Ключевые слова:** преподавание, высшая школа, модуль, рейтинг, баллы.

В работе рассмотрены проблемы обучения при переходе на двухуровневую систему образования. На кафедре неорганической химии разработана технологическая карта дисциплины «Химия», в которой устанавливается максимальное число баллов равное 100. Баллы начисляются студенту за выполнение обязательных учебных работ, часть из них (до 10%) предусмотрено для оценки таких личностных качеств, как дисциплина, ответственность, инициатива, своевременность выполнения учебных заданий и др. Начисление баллов за личностные качества осуществляется ведущим преподавателем на экзамене, что может значительно повысить итоговую оценку студента по дисциплине. Показано, что модульно-рейтинговая технология позволяет студенту качественно подготовиться к экзамену, влияет на формирование адекватной самооценки студента, стимулирует самостоятельную работу и способствует увеличению самостоятельности в учебе.

**Ключевые слова:** преподавание, высшая школа, модуль, рейтинг, баллы

**Введение.** Переход на двухуровневое образование требует новых образовательных технологий. Новая технология, во-первых, должна активно откликаться на изменения требования рынка труда и в соответствии с этим модернизировать подготовку специалиста. Во-вторых, эта технология должна быть ясной и четкой в содержании и организации учебного процесса. В-третьих, новая технология должна ориентироваться на индивидуальные способности студентов. Реализовать такой подход в высшем образовании позволяет модульно-рейтинговая система обучения.

Модульно-рейтинговая система довольно

широко распространена в мировой практике образования и, в связи с переходом на двухуровневое образование, начала использоваться в высших учебных заведениях нашей страны. Достоинства и недостатки этой технологии изучены достаточно глубоко, о чём свидетельствует значительное количество публикаций по этой тематике [1, 2].

**Основная часть.** В БГТУ им. В.Г. Шухова на кафедре неорганической химии разработана технологическая карта дисциплины «Химия», в которой устанавливается максимальное число баллов равное 100. Баллы начисляются студенту за выполнение обязательных учебных работ, часть из них (до 10%) предусмотрено для оценки таких личностных качеств, как дисциплина, ответственность, инициатива, своевременность выполнения учебных заданий и др. Начисление баллов за личностные качества осуществляется ведущим преподавателем на экзамене, что может значительно повысить итоговую оценку студента по дисциплине.

На кафедре неорганической химии проходят обучение студенты практически всех специальностей, поэтому, в зависимости от трудоёмкости, дисциплина «Химия» содержит 3 - 5 модулей, контрольные мероприятия которых являются обязательными для студента. Распределение контрольных мероприятий построено в течение семестра таким образом, что студент каждую неделю получает баллы за тот или иной вид учебной деятельности. Основными видами контроля знаний, умений и навыков в течение каждого модуля являются лабораторные работы, домашние задания, расчетно-графические задания и компьютерное тестирование. Сумма баллов по всем модулям образует рейтинговую

оценку по дисциплине за семестр.

Оценка в баллах текущей работы студентов учитывает качество выполнения работы и ее своевременность. Основой оценки за освоение модулей дисциплины являются баллы по результатам текущего контроля студентов в семестре, просуммированные по всем видам учебных работ. Итоговой аттестацией по дисциплине «Химия» является экзамен, который проводится после выполнения студентом запланированного объема учебных работ. Минимальное количество баллов, набранных в течение семестра и позволяющих выйти на экзамен, установлено в пределах 48. Так как программа учебной дисциплины «Химия» предусматривает проведение экзамена, на итоговую аттестацию вынесен дополнительный модуль и предусмотрен итоговый контроль, который в данном случае является обязательным мероприятием. Этот контроль проводится во время итоговой семестровой аттестации и на него выделяется 30 баллов из 100. Таким образом, 70 баллов студент может набрать за работу в семестре и 30 баллов по результатам итогового контроля. В результате, при наборе студентом по сумме всех модулей 61 и более баллов выставляется соответствующая оценка. Следует отметить, что по результатам итоговой аттестации студенту не может быть

выставлена итоговая оценка по дисциплине ниже оценки, набранной в течение семестра по модулям.

Студент, получивший за работу в семестре минимальное количество баллов (48-50 баллов) даже при получении максимальной оценки на экзамене (30 баллов), не может претендовать на отличную оценку по курсу. Такой подход является стимулирующим фактором к активной работе студентов в течение всего семестра. Студенты, не сдавшие контрольное мероприятие, продолжают работать над ним в течение срока, установленного кафедрой, до его выполнения.

Кафедрой неорганической химии БГТУ им. В.Г. Шухова разработана система оценочных средств для проведения текущего контроля, которая учитывает качество и своевременность выполнения всех видов учебной деятельности (табл. 1). В качестве примера модульно-рейтинговой оценки знаний приведены критерии оценки учебной деятельности по дисциплине «Химия» для специальности 130400.65 – «Горное дело» с трудоемкостью 180 часов (табл. 1). В начале семестра студенты знакомятся с системой оценок и формой поощрения в виде баллов за личностные качества, что способствует рациональной организации учебного процесса и четкому контролю успеваемости.

Таблица 1

Оценки по модулям дисциплины «Химия» для специальности 130400.65

п/п модуля	Форма контроля	ЛР	ДЗ	КР	РГЗ	Л	Всего
1		1-3	1			1	5
2		1-3	1	1-3		1	8
3		1-3	2	1-3		3	14
4		1-3	3	2-6		6	18
5		1-3	3	2-6	3-6	6	25
Экзамен	13-30						30
Всего	30						100

Лабораторный практикум для специальности «Горное дело» (5 зачетных единиц, 180 часов) 4 лабораторных работ. Защита лабораторных работ проходит письменно и включает 5 вопросов. Максимальная оценка за каждую из лабораторных работ составляет 5 баллов:

5 – лабораторная работа выполнена и защищена в соответствии с графиком; полные и правильные ответы на все вопросы, задаваемые на защите лабораторной работы, выполнено и зачтено домашнее задание;

4 – лабораторная работа выполнена и защищена в соответствии с графиком; хорошее качество предварительно подготовленного для выполнения лабораторной работы материала, правильные ответы на 4 вопроса защиты лабораторной работы, выполнено и зачтено домашнее задание; 3 – лабораторная работа выполнена и защищена с нарушением графика; качество предваритель-

но подготовленного для выполнения лабораторной работы материала и итогового отчёта после её выполнения удовлетворительные; правильные ответы на 3 вопроса защиты лабораторной работы, выполнено и зачтено домашнее задание; 2 – лабораторная работа выполнена со значительным нарушением графика; предварительно подготовленный для выполнения лабораторной работы материал и итоговый отчёт после её выполнения не являются полными, со значительными неточностями; неполные, ответы со значительными ошибками на вопросы защиты лабораторной работы;

0 – лабораторная работа не выполнена и не защищена, отсутствует домашнее задание. Особенностью лабораторного практикума на кафедре неорганической химии является отсутствие теоретического введения к работам. Подготовка к допуску и защите работы предполагает, таким

образом, обязательную домашнюю проработку литературы, указанной в конце работы. С целью повышения эффективности усвоения знаний преподавателями кафедры разработаны домашние задания по общей и неорганической химии, перед каждым заданием приведены краткая теория и разбор задач, в конце лабораторных работ – типовые билеты по изучаемой теме. Каждое задание содержит 30 вариантов, что позволяет обеспечить работу по индивидуальной программе каждого из студентов группы. Такая возможность способствует развитию у студентов самостоятельности и творческого подхода к изучению теории и овладению практическими навыками в решении задач. Выполнение домашнего задания является подготовкой к допуску и защите лабораторной работы и предполагает, таким образом, обязательную самостоятельную проработку учебной литературы и лекционного материала [3].

Зачет каждого модуля проходит в виде онлайн тестирования. Тестовое задание содержит 20 вопросов по темам, входящим в данный модуль. При этом тестовые задания содержат 7 вопросов, предусматривающих одновременно несколько правильных утверждений в качестве ответа на них, и 13 простых вопросов с выбором из двух вариантов ответа. Система онлайн тестирования полностью автоматизирована и прозрачна. Привлекательность такой компьютеризированной методики состоит в том, что студент сразу после окончания тестирования видит набранные баллы.

В случае если студент набрал пограничное количество баллов, которое близко к более высокому диапазону, ведущий преподаватель учитывает личностные качества студента (дисциплина, ответственность, своевременность выполнения учебных занятий) и добавляет к набранному баллам от одного до десяти баллов, что приводит к более высокой оценке. Студент, не набравший 48 баллов в течение семестра, не допускается к экзамену, должен сдать задолженности: отработать лабораторные работы,

сдать домашние задания и РГЗ, пройти он-лайн тестирование.

Студент, сдавший все контрольные мероприятия, получает итоговую оценку по дисциплине за семестр в соответствии со шкалой (табл. 2):

Таблица 2

Рейтинговая шкала оценки учебной деятельности студента

Рейтинг	Оценка на экзамене
85-100	отлично
71-84	хорошо
61-70	удовлетворительно
0-60	неудовлетворительно

Для каждой учебной группы создан электронный он-лайн журнал, в котором ведущий преподаватель выставляет набранные баллы студентам по итогам контроля каждого вида учебной деятельности. В любое время студент может зайти в личный кабинет на сервере университета и увидеть, сколько баллов из возможных он набрал к данному моменту.

**Выводы.** Таким образом, можно утверждать, что модульно-рейтинговая система влияет на формирование адекватной самооценки студента, стимулирует самостоятельную работу и способствует увеличению самостоятельности в учебе.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Полат Е.С. Новые педагогические и информационные технологии в системе образования. М.: Академия, 2009. 270 с.
2. Крокер Л., Алгина Дж. Введение в классическую и современную теорию тестов. М.: Логос, 2010. 663 с.
3. Ключникова Н.В., Денисова Л.В. Новые подходы в обучении при переходе на двухуровневую систему образования в высшей школе // Сборник научных трудов Sworld по материалам международной научно-практической конференции. 2012. Т. 11. № 2. С. 76–80.

# ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

Калениченко О.Н., д-р филол. наук, проф.  
Белгородский государственный институт искусств и культуры

## К ПРОБЛЕМЕ СОЦИАЛЬНО-КУЛЬТУРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ПИСАТЕЛЕЙ, РАБОТАЮЩИХ В ЖАНРЕ ФЭНТЕЗИ

onkalenich@mail.ru

*В статье рассматривается отечественное фэнтези (произведения В. Головачева, Е. Дворецкой, М. и С. Дяченко, С. Лукьяненко, Ю. Никитина, Г.Л. Олди) как продукт социально-культурной деятельности авторов, обратившихся к этому жанру. Благодаря такому ракурсу анализа в статье выявляются функции воспроизводства и трансляции традиций культуры и духовных ценностей, заложенных русскими писателями еще в XIX веке и сохранившихся в российском обществе до наших дней, а также функции образовательные, способствующие сохранению преемственности поколений.*

**Ключевые слова:** социально-культурная деятельность, традиции культуры, духовные ценности.

Общественные преобразования, начавшиеся в конце 1980-х – начале 1990-х годов, открыли «железный» занавес, и в Россию мощным потоком хлынула книго- и кинопродукция, сюжеты и герои которой были непривычны для сознания советского читателя и потрясали его воображение новизной и чистой развлекательностью, т.е. отсутствием идеологического начала. На волне огромной популярности этого ширпотреба в 90-е годы XX века появляются первые отечественные детективные и любовные романы, боевики и фэнтезийные произведения, в которых положительные и отрицательные герои вбирают в себя черты наиболее ярких представителей западной массовой продукции. Кроме этого, снятие жесткой цензуры и диктата марксистско-ленинской идеологии во время перестройки позволило писателям и читателям углубиться в эзотерические науки, мифологию, фольклор и культуру других стран и народов, а также открыть для себя «задержанную» отечественную литературу. Все это способствовало серьезному преобразованию отечественной литературы, связанному с расцветом постмодернизма: появлению новой проблематики, выделению элитарной и массовой литературы, экспериментированию с формой и т.д.

Вместе с тем русская литература всегда отличалась от американской и западноевропейской своей философичностью, а русские писатели с честью выполняли свою социально-культурную миссию, так как стремились не только развлекать читателя, но, прежде всего, его учить и воспитывать. Однако из всей массо-

вой и беллетристической современной литературы эту традицию смогло сохранить лишь отечественное фэнтези, выполняющее в настоящее время не только функции воспроизводства и трансляции традиций и духовных ценностей, но и функции образовательные.

Попытаемся доказать свою точку зрения.

И в городском, и в славянском фэнтези отечественные писатели поднимают сложные онтологические вопросы, касающиеся природы человека, его выбора и самоопределения, а также вечного спора Добра и Зла, но уже в окраске постмодернизма.

Вот, например, как после одного из заданий размышляет Городецкий в «Ночном дозоре» С. Лукьяненко: «Завтра его найдут. Хорошего, славного, всеми любимого юношу. Зверски убитого. Сколько зла я принес сейчас в мир? Сколько слез, ожесточения, слепой ненависти? Какая цепочка потянется в будущее? А сколько зла я убил? Сколько людей проживут дольше и лучше? Сколько слез не прольется, сколько злобы не накопится, сколько ненависти не родится? Может быть, я перешагнул сейчас тот барьер, который переходить нельзя. Может быть, понял следующую грань, которую необходимо преступить. Я опустил пистолет в кобуру и вышел из сумрака» [1, с. 236].

В этом внутреннем монологе героя слышатся, несомненно, имплицитные аллюзии к идеям Л.Н. Толстого о том, что человек в одно и то же время может быть и хорошим и плохим, а также к идеям автора «Войны и мира» о том, что человек ответствен за свои поступки, так как, с

одной стороны, он свободен в своем выборе делать то или другое, но через какое-то очень короткое время его выбор становится достоянием истории, а следовательно, человеку необходимо тщательно взвешивать все «за» и «против» при принятии окончательного решения, как поступать дальше. Вместе с тем в размышлениях героя Лукьяненко получают отражение философские идеи, зазвучавшие уже в XX веке – должен ли человек активно вмешиваться в жизнь, или он может проходить по своему пути как сторонний наблюдатель? Имеет ли человек право насилие в борьбе за свою жизнь и за свои принципы?

В новеллистической повести «Мир наизнанку» М. и С. Дяченко поднимают вопрос о том, что каждый человек сам выбирает для себя, кем ему быть в жизни – информационным фантомом (проклятием, тенью, воплотившейся вещью, статистом, главным или второстепенным персонажем сериала) или человеком.

Попав в трудную ситуацию, Лиза, героиня повести, пытается понять, что значит быть человеком. Одни герои объясняют ей, что быть человеком – это «во-первых, быть гуманным, чувствовать ответственность за мир, опекать животных... Во-вторых, гордиться человеческим званием и не ронять его перед лицом опасностей, неудач, мировых катаклизмов...» [2, с. 54]. Другие – что «персонажи живут по вертикали... От события к событию, от перипетии к перипетии. Вещи живут по горизонтали – только тем, что есть сейчас, они уязвимы во всем, что творится вокруг, был ли это, ремонт ли, болезнь или любовь – они увязают как в битуме. Тени вообще не живут... <...> И только человек ... способен жить сразу во многих измерениях. Только человек способен радоваться солнечному свету сейчас – и встрече с другом завтра» [2, с. 62].

Оказавшись в критической ситуации среди фагоцитов, очищающих мир от фантомов, Лиза ведет себя как настоящий человек, «на ходу перекраивая действие, превращая палачей в экзурсантов, реальность в имитацию», и этим не только спасает себе жизнь, но и открывает ее новую страницу.

Герои произведений славянского фэнтези также размышляют о своих поступках, чувствах, мыслях и желаниях, анализируют поведение и мысли других героев или задумываются над вопросами справедливости, мироустройства и т.д.

О духовно-нравственном начале в человеке рассуждает герой из «Огненного волка» Е. Дворецкой: «Да, – подтвердил Огнеяр. – Все Сильные Звери оборотни. Оборотни, рожденные зверями. Даже если такой человечью шкуру наде-

нет, то дух в нем останется звериный. А бывают другие. Рожденные людьми. Такие и в звериной шкуре человеческий разум и человеческую душу сохраняют. Иной раз и с голоду дохнут, а сохраняют. Дороже всего – человеческая душа» [3].

В романах М. Семеновы («Волкодав») и О. Григорьевой («Берсерк») сюжеты, несомненно, переключаются – и Волкодав, и Дара мечтают о мести обидчикам своих родов, но если в «Волкодаве» с этого начинается развитие событий, то в «Берсерке» – завязкой сюжетной линии Дары.

Естественно, что убив Людоода, Волкодав оказывается перед вопросами – надо ли жить дальше? Зачем жить, если мечь уже осуществлена? Только забота о Тилорне и Ниилит помогают ему вновь обрести смысл жизни.

Дара же, найдя своего обидчика, понимает, что нельзя действовать по закону «око за око, зуб за зуб», когда есть новая религия, основанная на милосердии и всепрощении.

Проблема нравственного выбора героев красной нитью проходит через многие романы Г.Л. Олди – «Герой должен быть один», «Миссия очищает диск», «Маг в законе», «Черный Баламут», «Нам здесь жить» и др.

Размышляя над проблемой природы человека, его возможностей и нравственного выбора, авторы в своих произведениях, переносящих читателя и в прошлое и в будущее человеческой цивилизации, естественно, касаются вопросов войны и экстремизма. Так, против войны ради войны будет выступать Алкид, будущий Геракл, герой романа Олди «Герой должен быть один», когда Арей-Эниалии предложит юноше стать возничим бога войны. Откровенно пацифистские настроения характерны для Одиссея, героя романа Олди «Одиссей, сын Лаэрта». Только жесткие обстоятельства (Одиссей оказывается перед выбором – лишиться сына или отправиться на войну), по Олди, вынуждают его согласиться отплыть в Троию. Однако герой твердо заявляет: «Я, Одиссей Лаэртид, не стану бить себя кулаком в грудь и кричать, что готов положить душу за други своя, что заслону собой любого, лишь бы он жил, и с радостью отойду в Аидову мглистую область, утешаясь прощальными кличками товарищей. Лучше я сам провожу их на погребальный костер, горе выйдет в мое сердце, но не разорвет его. Я собираюсь жить. Я собираюсь выжить. Я собираюсь вернуться» [4, с. 515].

Многие писатели, создатели фэнтези, стремятся познакомить читателя с лучшими произведениями мировой культуры. Так, многочисленные герои «Хроник Реликта» В. Головачева, живущие далеко в будущем, в горе или в радо-

сти, отдыхая или напряженно решая сложнейшие проблемы общегалактического значения, легко вспоминают четверостишия из стихотворений русских и зарубежных поэтов (А. Пушкина, А. Ахматовой, А. Блока, К. Бальмонта, И. Северянина, Ф. Сологуба, Г. Аполлинера, Х. Борхеса, Л. Вовенарга, П. Ронсара, Омара Хайяма и др.): «А женское чутье бывает? – подумал Грант, не отвечая. – Тина... Что тебе говорит сейчас твое чутье? Плохо мне, Тина... Почему я подумал о тебе? Помнишь, у Рубена Дарио:

Я долго перед мраморной Каменной  
Стоял один, уныньем обуянный.

Вдруг крыльев шорох – и, по связи странной,

Мне о тебе подумалось мгновенно» [5, с. 30].

Головачевские герои часто точно цитируют наизусть высказывания писателей или отрывки из их произведений (М. Горького, М. Салтыкова-Щедрина, В. Шекспира, Г. Мелвилла, Р. Стивенсона, Г. Маркеса, О. Хаксли, Г. Уэллса, Менандра, Э. Гофмана, Ф. Ларошфуко, А. Азимова и др.), им знакомы афоризмы философов, историков, биологов, психологов (Т. Гексли, Б. Паскаля, Р. Эмерсона, А. Шопенгауэра, Макиавелли, В. Франкла, Цицерона, Дж. Сантаяны, Р. Бертрана и др.).

Благодаря обилию цитат, разбросанных на страницах романов, входящих в «Хроники Реликта», Головачев, несомненно, подчеркивает не только эрудицию героев, но и свои интеллектуальные интересы и предпочтения. Отметим еще один момент. Чаще всего писатель сам дает ссылки на авторов, а иногда и на названия их произведений и научных трудов, что, безусловно, облегчает читателю, при желании, поиск того или иного цитируемого произведения. Таким образом, можно сказать, что цитаты в «Хрониках...» Головачева выполняют еще и просвещенческую функцию.

Создатели фантазийных произведений достаточно часто обращаются к различным историческим эпохам нашего государства для выявления быта и культуры родной страны.

Авторы славянского фэнтези стремятся показать некоторые обычаи родоплеменных отношений в эпоху Древней Руси – жен надо брать из других родов, за смерть убитого надо мстить обидчику, по убитому надо справлять тризну, от нечисти помогает осиновый кол и т.д. Быт славян писателями чаще всего описывается с помощью архаизмов и историзмов, характеризующих городские и бытовые постройки (детинец,

истобка), статус в обществе (детские, кмети), одежду и обувь (срачица, поршни) и др., поэтому практически все романы сопровождаются пространными глоссариями.

Дворецкая, стремясь более полно воссоздать культуру древних славян, достаточно часто вводит в свои романы тексты заговоров, колыбельных, свадебных, похоронных и календарно-обрядовых народных песен: Не забывает она и о гусях, на которых играют ее герои и сопровождают себе при исполнении старинных песен. На гусях и рожках / свирелях играют герои романов Ю. Никитина «Княжий пир» и «Трое из леса».

Кроме этого, большое место в «Огненном волке» и в «Трое из леса» занимает песня. Причем авторы стремятся первичной по отношению к другим образовательным системам, задействованным в данном процессе, и поэтому ее эффективность определяет успешность всего дальнейшего процесса профессиональной подготовки иностранных учащихся в вузах РФ.

Итак, как видим, в произведениях отечественных создателей фэнтези очевидно просматривается два плана: план, ориентированный на развлечение читателя, что достигается благодаря приключенческому сюжету, яркой борьбе Добра и Зла, и план философский, отчетливо пронизанный духовно-нравственными проблемами, заставляющий читателя активно воспринимать жизненные переживания героев и вместе с ними решать непростые проблемы бытия человека в мире. Таким образом, можно констатировать, что социально-культурная деятельность лучших авторов отечественного фэнтези воплощается в конкретных предметных результатах – их высокохудожественных произведениях.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лукьяненко С.В. Ночной Дозор: фантастический роман. М.: АСТ: АСТ МОСКВА: Транзиткнига, 2006. 381 с.
2. Дяченко-Ширшова М.Ю. Мир наизнанку: избранные произведения. М.: Эксмо, 2009. 416 с.
3. Дворецкая Е. Огненный волк [Электронный ресурс]. Систем. требования: <http://libtxt.ru/> (дата обращения: 5.12.2013).
4. Олди Г.Л. Ахейский цикл: фантастические романы. М: Изд-во Эксмо, 2004. 1088 с.
5. Головачев В.В. Хроники Реликта. Т. 1: фантастическая эпопея. М.: Изд-во Эксмо, 2003. 800 с.

Андреева С. М., канд. пед. наук, доц.,  
Мальшева Н. А. ст. преп., аспирант  
Белгородский государственный институт искусств и культуры

#### ИННОВАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

[andreevasm@bk.ru](mailto:andreevasm@bk.ru)

В статье рассматривается инновационный подход к организации образовательного процесса, этапы использования инноваций в образовательном процессе; выделены основные критерии, на основе которых может строиться классификация инноваций.

**Ключевые слова:** инновация, образовательная деятельность, критерии

Одним из важнейших направлений в развитии системы подготовки специалистов для зарубежных стран является их довузовская подготовка. Эта система является первичной по отношению к другим образовательным системам, задействованным в данном процессе, и поэтому ее эффективность определяет успешность всего дальнейшего процесса профессиональной подготовки иностранных учащихся в вузах РФ.

В настоящее время одна из центральных задач деятельности Правительства Российской Федерации в области модернизации системы образования состоит в создании условий повышения конкурентоспособности российских вузов, повышения качества подготовки специалистов, неотъемлемым условием которой является перевод всей системы образования на инновационный путь развития. Это вызвано теми изменениями, которые происходят в образовательных структурах, в отношениях между странами, в отношениях личность – общество, в различных социальных институтах, в том числе и в образовании, во всех сферах жизнедеятельности современного общества (социально-экономической, политической, социокультурной и др.).

Отечественное образование как подсистема глобальной образовательной системы, должно учитывать все происходящие изменения, модернизируя свою структуру и содержание деятельности. Более того, образование не только должно следовать за изменениями в обществе, но и влиять на его развитие. И в этом смысле, все происходящие изменения в организации образовательного процесса, его содержании являются не только следствием, но и особым фактором дальнейшего общественного развития.

Следовательно, необходимы качественные изменения в организации развития и такой образовательной системы, как довузовская подготовка иностранных граждан: в содержательных видах деятельности и в реализуемых общих и специальных функциях, технологиях, методах и средствах, обеспечивающих эффективное развитие инновационного образовательного процесса, в развитии кадрового потенциала, материально-

технического обеспечения, в формировании субъект-субъектных отношений между участниками образовательного процесса и т.д.

В последние годы появилось много интересных работ, посвященных проблемам организации инновационного функционирования и развития образовательного пространства вуза (М.М. Поташник, В.С. Лазарев, Т.М. Давыденко, П.И. Третьяков, И.Б. Игнатова, Т.И. Шамова, А.И. Моисеев, А.И. Сурыгин и др.). В этом процессе большую роль играют *современные подходы*, которые в современной педагогической науке рассматриваются как единицы методологической ориентации исследовательской и практической стратегии. При этом выделяются такие подходы, как:

- *структурно-функциональный подход*, позволяющий рассматривать функционирование и управление образовательным процессом через призму реализуемых видов деятельности и других элементов (В.Г. Афанасьев, И.В. Блауберг, И.А. Ильина, Е.Н. Князев, И.Р. Пригожин и др.);

- *системный подход* позволяет в развернутом виде показывать деятельность различных структурных подразделений как элементов этой системы. Данный подход дает возможность учесть все необходимые взаимосвязи и взаимодействия в образовательной системе (В.Г. Бурдаков, П.Е. Решетников, И.Б. Игнатова, Т.М. Давыденко, В.И. Коваленко и др.);

- *синергетический подход* позволяет классифицировать системы самой разнообразной природы по ясным признакам, сформировать общие критерии и т.д. (М.В. Богуславский, Л.Я. Зорина, Г.Г. Малинецкий, Н.В. Поддубный и др.);

- *культурологический подход* предполагает трактовку усвоения информационной культуры как процесс личностного открытия (И.Ф. Исаев, В.Н. Ирхин, Ф.Н. Собынин, В.С. Каган, С.И. Курганский, А.С. Коргин, Н.Р. Туравец и др.);

- *субъектно-деятельностный подход* означает ориентацию на личность как цель, субъект, результат и главный критерий. Он ориентирован на саморазвитие творческого потен-

циала личности в процессе деятельности, создания для этого необходимых условий (Г.И. Аксенова, В.А. Сластенин, И.Б. Игнатова, Е.Н. Шиянов и др.);

- акмеологический подход рассматривает профессионализм как основное условие субъективной реализации индивида. Данный подход предполагает учет специфики обучения взрослых, зрелых людей (А.А. Бодалев, Н.Н. Деркач, И.В. Кузьмина, П.Е. Решетников и др.).

Кроме того, учеными выделяются и такие подходы как: антропоцентрический, рефлексивный, мотивационный, исследовательский, оптимизационный и др.

Наибольшее значение в новых условиях модернизации системы высшего профессионального образования приобретает *инновационный подход*, стимулирующий не только развитие системы, но и предполагающий качественные изменения в составляющих ее компонентах: содержательных видах деятельности и реализующих общих и специальных различиях, технологиях и методах, в развитии кадрового потенциала участников совместной деятельности и др. Вследствие этого образовательное учреждение как система способно достигать более высоких, чем ранее, результатов своей деятельности. Инновационный подход предполагает изменение в целях, условиях, содержании, средствах, методах и формах деятельности, которые характеризуются новизной, обеспечивают повышение эффективности тех или иных процессов и их частей в длительном временном континууме, оправдывают затраты всех видов ресурсов в сравнении с полученными результатами.

Инновация – это наиболее эффективный путь обновления образовательной системы. Создание инновационного образовательного пространства предполагает повышение продуктивности образовательного процесса и более качественной подготовки учащихся к практической реализации знаний, умений и навыков, своего творческого потенциала и способностей. Вместе с тем, в современной научной мысли не существует единой точки зрения на определение такой категории, как «инновация», что предполагает существование различных подходов к нововведениям в организации образовательного процесса.

В соответствии с проблематикой нашего исследования необходимо остановиться на определении таких понятий как «инновация», «инновационный процесс», «инновационная деятельность». Если обратиться к первоисточникам, из которых позаимствовано понятие «инновация», то можно увидеть, что оно является категорией, прежде всего, социальной, экономиче-

ской и даже личностной. Впервые понятие «инновация» было введено в научный оборот в начале XX века австрийским ученым И. Шумпетером, который определил инновацию как претворение в жизнь новой комбинации факторов, позволяющих удовлетворить новые потребности [13].

В педагогике инновации стали предметом специальных научных исследований в 20-х – 30-х гг. XX в.

Слово «инновация» происходит от латинского «*innovatio*» - нововведение. В научной литературе термин «инновация» определяется как создание, распространение, внедрение и использование нового практического средства, метода, технологии, концепции и т.д.

Анализ научно-педагогической литературы показал, что понятие «инновация» трактуется неоднозначно.

Так, В.И. Андреев понимает под инновацией то новое, оригинальное, что вводится в образовательный процесс [1].

А.Я. Найн трактует инновацию как принципиально новое образование, новую идею, существенно меняющую сложившуюся технологию обучения, организацию и управление образовательным процессом [8, с.10-15].

М.М. Поташник, А.Ф. Балакирев и др. считают, что инновация в педагогическом процессе – это процесс освоения принципиально нового, впервые создаваемого или сделанного, появившегося недавно, т.е. инновация обладает объективной новизной [7, с.44-53].

Инновацию часто рассматривают как результат творческого труда, деятельности, направленной на разработку, создание и распространение новых идей, организационных форм, технологий, в том числе и образовательных. (П.И. Третьяков, А.И. Моисеев, В.С. Лазарев и др.).

Некоторые исследователи определяют инновацию как процесс качественного изменения, введения новых технологий. (К. Ангеловский, Г.А. Бордовский, В.А. Извозчиков и др.) В ряде исследований подчеркивается, что инновации оказываются достаточно простыми, основанными скорее на накоплении незначительных улучшений, чем на едином, крупном научно-техническом открытии (С. Бегинас, М.В. Степанов и др.) В этот процесс часто вовлекаются идеи, которые буквально «витают в воздухе» но не применялись целенаправленно.

Таким образом, в одном случае под инновацией понимают непосредственно сам процесс деятельности, рассматривая ее, например, как условия обеспечивающие смену технологий, или использования совокупности технологий. В

другом случае предполагают, что инновация чаще всего возникает как форма разрешения противоречия между растущими потребностями и ограниченными возможностями. Это обусловлено, с одной стороны, ростом потребностей общества, что заставляет человека искать новые способы, новые формы их удовлетворения, совершенствовать старые; а, с другой стороны, постоянно изменяющиеся условия жизнеспособности общества, что вызывают необходимость адаптироваться к этим изменениям. На наш взгляд, первый из подходов определяет не инновацию как таковую, а *инновационный процесс*.

Наиболее точное определение понятия «инновация», по нашему мнению, дано и в проекте Федерального закона «Об инновационной деятельности и государственной инновационной политике»: инновация – конечный результат творческого труда, получивший реализацию в виде новой или усовершенствованной продукции, либо нового или усовершенствованного технологического процесса. При этом подчеркивается, что инновации – это такие актуально значимые и системно самоорганизующиеся нововведения, возникающие на основе многообразия инициатив, которые становятся перспективными для эволюции образования и позитивно влияют на его развитие [12].

Что касается сущности инновации, то здесь имеются различные точки зрения отечественных и зарубежных ученых. Но в какой бы форме не выражалась сущность инновации, прежде всего, основными чертами этого понятия являются изменения (кардинальные или частичные), новизна и применимость.

Инновация является существенным элементом развития образования и выражается в тенденциях накопления и изменения разнообразных инициатив и нововведений в образовательном пространстве, которые в совокупности приводят к более или менее глобальным изменениям в сфере образования, трансформации его содержания и качества (Ю.В. Колесников, П.Н. Новиков) Э.Брансуика, М.В. Кларин, Г.З.Файзулина выделяют три возможных вида педагогических новшеств: 1) в качестве новшеств выступают полностью новые и ранее неизвестные образовательные идеи и действия; 2) самое большое количество новшеств представляют собой адаптированные, расширенные или переоформленные идеи и действия, которые приобретают особую актуальность в определенной среде и в определенный период времени; 3) педагогические новшества возникают в новой ситуации, в измененных условиях, когда новые условия гарантируют успех определенных положительных идей [5, с.36-39].

Анализ научной литературы позволяет нам выделить основные критерии, на основе которых может строиться классификация инноваций:

- сфера, в которой осуществляется инновация;
- способ возникновения инновационного процесса;
- широта и глубина инновационных мероприятий.

*Первый критерий* дает возможность выделить следующие инновации в образовании: а) в организации образовательного процесса, б) в содержании образования, в) в педагогической технологии, г) в системе управления им.

*Второй критерий* позволяет разделить инновации на а) систематические, (плановые, заранее задуманные), б) стихийные (спонтанные, случайные).

*Третий критерий* предполагает массовые, крупные, глобальные, радикальные, фундаментальные, стратегические, глубокие, а также частичные, малые и мелкие инновационные мероприятия.

Инновации, как мы отмечали ранее, рассматриваются как целенаправленный процесс создания, распространения и использования нововведений, что ведет к определенным качественным изменениям системы, организации различных проектов, способов обеспечения ее эффективности, стабильности, жизнеспособности.

Ю.В. Яковец выделил четыре вида инноваций, рассматривая их в контексте циклического развития: 1) крупнейшие базисные инновации, реализующие крупнейшие научные результаты, становящиеся основой революционных преобразований, формирования новых направлений и т.д.; 2) крупные инновации, формирующие новые подходы в рамках данного направления; 3) средние инновации, основанные на создании новых моделей и модификаций в рамках определенной технологии; 4) меньшие инновации, улучшающие отдельные параметры [14, с.42-43].

При этом в отечественных и зарубежных источниках, подчеркивается, что инновация начинается тогда, когда сущность нового в основном продумана — сформулирована инновационная идея, а завершается тогда, когда новое становится привычным, рутинизируется. Тогда инновации в организации какого-либо процесса (в нашем случае – образовании) означают:

- 1) создание благоприятных условий для возникновения инновационных идей;
- 2) выбор перспективных-с высоким не только научно-образовательным, но и коммерческим потенциалом инноваций;

3) обеспечение практического воплощения инновационного при организации нового образовательного пространства;

4) распределение функций при организации нового образовательного процесса;

5) с применением новой организационно-педагогической технологии, нового инструментария, нового содержания, новых методов и способов;

6) с использованием новых ресурсов или разработкой новых источников ресурсов;

7) с совершенствованием форм и методов организации образовательного процесса, его развития и функционирования.

Инновационный процесс рассматривается в научной литературе как деятельность обеспечивающая смену технологий или их совокупность (М.М. Поташник, А.Ф. Балакирев др.). Инновационный процесс связан с переходом в качественно иное состояние, с ревизией устаревших норм и положений, ролей, а зачастую и с их пересмотром. Инновационный процесс обладает определенной устойчивостью благодаря наличию механизмов самопроизводства. Различные выборы этих механизмов и их сочетания обуславливают многообразие инновационных процессов, индивидуальный облик каждого из них.

Авторы системной концепции нововведений все многообразие инновационных процессов (И.И. Лапин, А.И. Пригожин, Б.В. Сазонов, В.С. Толстой) относят их к двум наиболее значимым формам:

1) простое воспроизводство нововведений, характеризующееся тем, что новшество создается лишь в той организации, в которой его производство было впервые освоено. Цикл создания новшества включает следующие стадии: формирование предпосылок нововведения – потребности в нем, научное открытие, создание новшества среди пользователей или потребление новшества;

2) расширенное воспроизводство новшества, характеризующееся тем, что процесс изготовления новшества распространяется на многие организации, в этом цикле между созданием новшества и его распространением между пользователями добавляется стадия распространения методов производства новшества и форм его использования; широкое производство новшества, обеспечивающее насыщение потребности в данном новшестве.

Характеристика инновационного процесса включает три аспекта: а) раскрытие содержания инновационного образовательного цикла; б) четкое представление об инновациях по их предметному содержанию; в) выявление особенностей инновационной деятельности в обра-

зовательном пространстве, направленных на создание новшества [3, с. 5-13].

Структурно инновационный процесс, обобщающий результаты инновационной деятельности, имеет последовательно сменяющиеся этапы (М.С. Бургина, А.М. Мухамадьярова и др.):

- *Этап рождения идеи* или возникновения концепции новшества; условно его называют этапом открытия, которое является результатом, как правило, фундаментальных и прикладных научных исследований.

- *Этап изобретения*, т.е. создания новшества, воплощенного в какой-либо объект, материальный или духовный продукт-образец.

- *Этап нововведения*, на котором находит практическое применение полученное новшество, его доработка; завершается этот этап получением устойчивого эффекта новшества.

Затем начинается самостоятельное существование инновации, ее использования в том или ином процессе.

На этапе использования инноваций, в частности в образовательном процессе, можно выделить три подэтапа:

- *распространение* инноваций, то есть его широкого внедрения, диффузии инновации в новые сферы образовательной деятельности.

- *господство инновации* в той или иной области, когда собственно новшество перестает быть таковым, теряя свою новизну. Завершается этот этап появлением новой эффективной замены.

- *сокращение масштабов* применения инноваций, связанный с заменой новым продуктом – следующей инновацией.

По мнению А.Г. Круглякова конкретный инновационный процесс не обязательно должен включать все рассмотренные этапы и подэтапы в их строгой последовательности и неразрывности [6]. Приведенная выше линейная структура последовательно сменяющих друг друга временных этапов инновационного процесса представляет собой упрощенную схему реального его развертывания. Указанные этапы могут иметь различную продолжительность.

Н.Ю. Посталюк определяет инновационный процесс как совокупность процедур и средств, с помощью которых научная идея преобразуется в социально значимый результат, в том числе и образовательная инновация. Иначе говоря, инновация понимается как результат, а инновационный процесс как взаимодействие трех этапов: научное открытие → разработка в прикладном аспекте → реализация, то есть процесс доведения научной идеи до стадии практического использования и реализации, связанных с этим

изменений в образовательной среде [10].

Инновационный процесс в вузе, таким образом, представляет собой деятельность, направленную на получение нового знания, превращения его в новый продукт, услугу или технологию, на выдвигание их на рынок, а также на подготовку специалистов для выполнения этих функций. В контексте образовательной деятельности инновация предполагает введение нового в организацию образовательного процесса, в содержание, методы, и формы обучения и воспитания. Как в любом процессе, в инновационном процессе выделяются объект и субъект. Объект инновационного процесса – предметы, средства, технологии и т.д. Субъект – человек, группа людей, общество. Следовательно, инновационный процесс – это динамичный процесс качественных изменений объектов в их развитии активным, творческим субъектом. Инновационный процесс «вытекает» из действующих процессов, которые с ним связаны и одновременно их разрушает.

Анализ научно-педагогической литературы по инновационным процессам показал, что провести границу между инновациями и тривиальными изменениями очень непросто, поэтому чаще всего изменения в организации образовательного процесса рассматриваются как одно из направлений организации инновации. Не стоит также ставить знак равенства между позитивными результатами научно-технической деятельности и инновациями.

Динамика инновационного процесса в высших учебных заведениях предопределяет специфический подход к организации учебной, научной и воспитательной, деятельности и стимулированию профессорско-преподавательского состава.

Таким образом, инновационный подход к организации образовательного процесса эффективен в том случае, когда он соответствует логике реального процесса развития, то есть если принятие решений по изменениям в структуре организации образовательного процесса адекватно решаемой задаче; если первое лицо, принимающее решения об изменениях, обладает способностями видеть ситуацию, спрогнозировать развитие событий, принять необходимые меры и т.д.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Андреев В.И. Ресурсный подход к активизации инновационной деятельности и само-

развитию личности в условиях высшего педагогического образования // Образование саморазвитие. 2011. №1. С.3-7.

2. Балакирев А.Ф. Проблема новации и инновации в педагогическом процессе // Актуальные проблемы педагогики в подготовке преподавателя и повышения его квалификации. Иваново: Изд-во Ивановского гос. ун-та, 1998. С.54-61.

3. Добрынина, О.А. Проектный подход в управлении инновационным процессом // Научно-методическое сопровождение инновационных процессов в образовании. М., 2002. С.5-13.

4. Игнатова И.Б., Шевченко А.В. Современные тенденции развития подготовки национальных кадров для зарубежных стран в российских вузах // Сборник «Язык как фактор интеграции образовательных систем и культур». Выпуск 5. Белгород 2010.

5. Кларин, М.В. Инновации в обучении: метафоры и модели. Анализ зарубежного опыта. М.: Высшая школа, 1997. 178 с.

6. Кругляков А.Г. Системный анализ научно-технических нововведений. М: Наука, 1991. 120 с.

7. Михайлова, Е.М. Концептуальные подходы системного управления инновационно-образовательными процессами в региональном вузе // Ученые записки ТРОВАЭ России. Т.4., вып.2. М., 2002. С.44-53.

8. Найн А.А. Педагогические инновации и научный эксперимент. // Педагогика. 1996. № 5. С. 10-15.

9. Третьяков, П. И. Управление общеобразовательной школой в крупном городе. М.: Педагогика, 1991. 167 с.

10. Посталюк Н.Ю. Эффективная модель профобразования // Профессиональное образование. 2005. № 5. С. 13.

11. Поташник М.М. Две позиции в отношении результатов образования. // Народное образование. 1999. № 9. С. 137-139.

12. Филиппов, В.М. Инновационная деятельность в сфере образования и науки – приоритетное направление политики Министерства образования Российской Федерации / [Электронный ресурс] // Инновации. 2003. №1. Режим доступа: <http://www.mag.innov.ru>

13. Шумпетер Й. Теория экономического развития. М: Прогресс, 1982. С. 158-159.

14. Яковец Ю.В. Эпохальные инновации XXI века. М.: Бизнес-пресс, 2004.

Верник А. Г., аспирант  
Челябинский государственный университет

## ОБЩЕСТВЕННОЕ ТЕЛЕВИДЕНИЕ РОССИИ КАК ПРИМЕР НЕЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНТЕРНЕТ-АУДИТОРИИ (ВКЛЮЧАЯ АНАЛИЗ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КАНАЛА НА ВИДЕОХОСТИНГЕ YOUTUBE)

agvernik@gmail.com

*Журналистика должна быть независимой и предоставлять объективную информацию. Воздействие бизнес-элит на СМИ привели к желанию общества создавать независимые продукты – так возникло общественно-правовое вещание. В России подобное вещание появилось дважды: в виде ОРТ в 90-х гг. и в виде Общественного телевидения России (ОТР) в 2012 году. В ходе исследования установлено, что ОТР проигрывает современным телеканалам – «Дождь», Russia Today – в популярности на интернет-площадках (в частности, YouTube). Для подтверждения этого тезиса вычислены показатели среднего количества ежедневно загружаемых выпусков и среднего количества просмотров одного выпуска и проведен сравнительный анализ YouTube-каналов популярных телеканалов. Автор описывает историю ОТР до настоящего времени и констатирует, что без изменения позиции руководства канала относительно назначения собственного продукта, а также без формирования собственной аудитории в Интернете у телеканала нет будущего.*

**Ключевые слова:** телеканал, общественное вещание, ОТР, Дождь, Russia Today, YouTube, выпуски, просмотры.

В последнее время все чаще общество вспоминает об истинном предназначении журналистики – рассказывать о том, что происходит в мире. При этом материалы должны быть непредвзятыми, а сами журналисты – максимально объективными. В рамках подобных взглядов на журналистику появилось общественно-правовое вещание, которое не принадлежит ни государству, ни частным лицам или компаниям, а находится в общественной собственности, то есть принадлежит своим зрителям [1].

Несмотря на утопичную, по мнению многих, идею полной независимости, в мире подобное телевидение существует и в некоторых странах играет основную роль в информировании граждан. В Великобритании это BBC, в Германии – ARD. В ряде стран Европы также существует общественное телевидение (СТ1 и СТ2 в Чехии, ZDF в Германии), но оно не составляет конкуренцию крупным игрокам рынка. Общественное телевидение сегодня существует более чем в 50 странах мира. Оно различается формой собственности, способом финансирования, содержанием программ и объемом аудитории [2].

Общественное телевидение в России появилось впервые еще в 90-ых годах XX века. Канал «ОРТ» (Общественное российское телевидение), возглавляемый Владиславом Листьевым, планировал перейти на общественную модель вещания. Генеральный директор канала 20 февраля 1995 года ввел мораторий на рекламу сроком один месяц. К сожалению, Листьев закончить реформу ОРТ не успел: в марте 1995

года известный журналист был убит [3]. Позже от идеи общественного телевидения отказались, а в 2002 году «ОРТ» переименовали в «Первый канал» [4], полностью отказавшись от общественного участия в управлении этим СМИ.

В апреле 2012 года, спустя 17 лет после первой попытки запуска общественного телеканала в России, премьер-министр России Дмитрий Медведев подписал указ о создании Общественного телевидения России [5]. Президент сразу же заявил, что на первом этапе телеканал будет финансироваться государством, а впоследствии бизнес-модель будет скорректирована в пользу сторонних источников финансирования [6]. Руководителем нового СМИ после долгих дискуссий был назначен Анатолий Лысенко, президент Международной академии телевидения и радио [7].

Известные отечественные журналисты выступили с критикой запуска канала. Владимир Соловьев в интервью газете «Известия» сказал, что идея канала не сформулирована, поэтому «показать нечего», а целевая аудитория канала ему «непонятна» [8]. Павел Шеремет, работавший в 90-ых годах на ОРТ вместе с Листьевым, предположил: «Второе издание Общественного телевидения имеет все шансы завершиться фарсом» [9]. Владимир Познер воздержался от критики, но заметил, что планируемый к запуску канал общественным телевидением по сути не является [10]. Проведенный в конце 2011 года Всероссийским центром изучения общественного мнения опрос «Готовы Вы лично поддержать новый общественный телеканал фи-

нансово, или нет?» показал, что больше половины опрошенных (59%) отказались от оказания финансовой помощи формируемому СМИ [11].

19 мая 2013 года Общественное телевидение России (ОТР) начало вещание. В этот же день Алексей Лысенко призвал не судить о телеканале по первому дню вещания, так как полноценную работу ОТР планировало начать в сентябре [12]. Но уже 23 июля 2013 года, то есть еще до начала полноценного вещания, Лысенко рассказал, что бюджет телеканала пуст [13]. Позже каналу был выделен кредит, который помог продержаться еще полгода [14]. В начале 2014 года финансовое состояние канала не улучшилось, и Лысенко заявил: «сегодня строить федеральный канал на те суммы, которые выделены – анекдотично» [15]. По словам генерального директора, в ближайшее время СМИ может уволить до половины собственных сотрудников, оптимизируя финансовые затраты. Кроме того, канал так и не сумел найти сторонние источники финансирования, а правительство на слушаниях отказало ОТР в предоставлении новых средств [16].

Стоит отметить, что за полгода своего существования ОТР не стало значительным источником новостей. Канал появился в федеральном пакете цифровых общероссийских обязательных общедоступных телеканалов и радиоканалов цифрового телевидения «Первый мультиплекс», но смотреть его могут лишь те, чей телевизор оборудован способом принимать теле-сигнал в формате DVB-T2, а это лишь малая часть присутствующих на рынке устройств.

Одна из причин низкой популярности ОТР, по мнению автора, – низкая популярность телеканала в интернет-пространстве. Для анализа деятельности телеканала был взят YouTube-канал ОТР, располагающийся по адресу: <https://www.youtube.com/user/OTVrussia>. Этот канал автором статьи был соотнесен со статистикой двух других СМИ, которые сегодня считаются лидерами в своей отрасли: «Дождь» и Russia Today (<http://www.youtube.com/user/trvairnu/> и <http://www.youtube.com/user/RussiaToday> соответственно). Для анализа популярности телеканала ОТР в Интернете был взят за основу YouTube-канал потому, что именно этот сервис является наиболее используемым видеохостингом в Интернете и телеканалы всего мира используют его для популяризации собственных выпусков.

Для того, чтобы подтвердить тезис о низкой популярности ОТР в Интернете, были вычислены следующие показатели для каждого из анализируемых телеканалов (ОТР, «Дождь» и Russia Today): среднее количество ежедневных

выпусков, выкладываемых на YouTube-канал (КЕВ – количество ежедневных выпусков), среднее количество просмотров одного выпуска (КПВ – количество просмотров выпуска), а также подсчитать соотношение показателей у рассматриваемых каналов.

Показатель КЕВ будет вычисляться по формуле

$$\text{КЕВ} = \frac{\text{ОКВ}}{\text{КА}} \quad (1)$$

ОКВ – общее количество выпусков, выложенных на YouTube-канале анализируемого телеканала, КА – количество дней, прошедших с даты публикации первого видео на канале. Для каждого из анализируемых телеканалов возьмем общую дату публикации первого видео – ей будет соответствовать 31 октября 2012 [17]. Это самая поздняя дата публикации первого видео из всех трех YouTube-каналов. Таким образом, показатель КА будет одинаков для всех и составит 452 (расчеты производятся 26 января 2014) – именно столько дней прошло с 31.10.2012 до 26.01.2014 года.

Подсчитаем показатель ОКВ для каждого из анализируемых телеканалов. Для ОТР этот показатель равен 876, для «Дождя» – 684, для Russia Today – 1046. Данные были получены с помощью ручного подсчета контента YouTube-каналов анализируемых телеканалов по состоянию на 26.01.2014 года.

Далее произведем расчет показателя КЕВ по указанной выше формуле. Полученные данные: КЕВ ОТР равен 1,9, КЕВ «Дождя» равен 1,5, КЕВ Russia Today равен 2,3.

На первый взгляд может показаться, что если ОТР выкладывает собственные видео чаще «Дождя» (показатель КЕВ у ОТР выше), то показатель КПВ YouTube-канала ОТР должен быть выше. Проверим это утверждение.

Показатель КПВ будет вычисляться по формуле

$$\text{КПВ} = \frac{\text{ОКП}}{\text{КВ}} \quad (2)$$

ОКП – общее количество просмотров выпусков, КВ – количество выпусков, выбранных для анализа. Для каждого из анализируемых телеканалов возьмем показатель КВ равным 680 – это количество выпусков, выложенных до 31.10.2012 на YouTube-канале «Дождь». У YouTube-каналов ОТР и Russia Today количество выпусков, выложенных до 31.10.2012, выше, поэтому будет взят минимальный показатель.

Подсчитаем показатель ОКП для каждого из анализируемых телеканалов. Для ОТР этот показатель равен 328 464, для «Дождя» – 4 905 938, для Russia Today – 14 131 640. Данные были

получены с помощью ручного подсчета количества просмотров контента YouTube-каналов анализируемых телеканалов по состоянию на 26.01.2014 года.

Произведем расчет показателя КПВ по указанной выше формуле. Полученные данные: КПВ ОТР равен 483, КПВ «Дождя» равен 7 214, КПВ Russia Today равен 20 781.

Как мы видим, среднее количество просмотров выпусков (показатель КПВ) ОТР на YouTube проигрывает выпускам «Дождя» в 15 раз, а выпускам Russia Today – в 43 раза.

Полученные данные подтверждают тезис автора о низкой популярности ОТР в Интернете. Несмотря на более высокое количество выпусков против YouTube-канала СМТ «Дождь» (1,9 против 1,5), среднее количество просмотров выпуска ОТР проигрывает показателю телеканала «Дождь» в 15 раз. Можно смело утверждать, что подобные показатели не способствуют увеличению аудитории ОТР. Показатель КПВ напрямую влияет на рост аудитории телеканала: чем больше аудитория, тем больше среднее количество просмотров одного выпуска. Полученные показатели говорят о том, что коллектив ОТР работает на количество, но не на качество. На YouTube-канале ОТР больше выпусков, чем у «Дождя», но при этом общее количество их просмотров – ниже.

Низкая популярность в Интернете сегодня может привести к отрицательным результатам в оффлайн-эфире. Первыми это поняли телеканалы «Дождь» и Russia Today. В то время как первый решил монетизировать онлайн-вещание [18] (как правило, на такой шаг идут после получения стабильной аудитории), второй заявил об установлении рекорда среди всех СМТ на YouTube – 1 млрд просмотров всех выпусков [19].

После появления новости о грядущих увольнениях половины коллектива ОТР, российский телеведущий Владимир Познер дал интервью «Русской службе новостей», в котором заявил о невозможности спасения ОТР и заявил, что закрытие канала станет наиболее благоприятным исходом из сложившейся ситуации. Познер также отметил, что назначение Лысенко с самого начала было противоречивым решением: «Нынешний гендиректор выступал категорически против его создания. Он говорил, что не нужно в России никакое общественное телевидение. Я удивился, узнав, что назначили именно его» [20].

ОТР еще может стать успешным. Главное, что следует изменить – позицию руководства канала относительно назначения собственного продукта. В одном из первых интервью, связан-

ных с ОТР, Анатолий Лысенко заявил: «На нашем телеканале не будет слова «рейтинг»: зрителя надо перевоспитывать» [21]. Перевоспитание зрителя – задача очень масштабная, и не под силу телеканалу, у которого отсутствует постоянный источник финансирования. Важная составляющая рейтинга в его современном понимании – успешность в онлайн-пространстве, но руководство канала подобной цели перед собой не ставило. Возможно, не последнюю роль в подобном состоянии дел сыграло государственное финансирование, которое должно было продолжаться в течение неограниченного периода времени. К сожалению, ставка на формирование имиджа страны за рубежом [22] и создание нового информационного агентства «Россия сегодня» [23] привела к отказу от дальнейшего масштабного выделения денег на производство контента телеканалом ОТР. Без изменения стратегии в онлайн-пространстве у канала нет будущего.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Общественно-правовое вещание [Электронный ресурс]. URL: [http://ru.wikipedia.org/wiki/Общественно-правовое\\_вещание](http://ru.wikipedia.org/wiki/Общественно-правовое_вещание) (дата обращения: 20.01.2014).
2. Курская А. Общественное ТВ в мире: как это работает [Электронный ресурс]. URL: <http://ria.ru/analytics/20120417/628500133.html> (дата обращения: 20.01.2014).
3. Убийство Владислава Листьева [Электронный ресурс]. URL: [http://ru.wikipedia.org/wiki/Убийство\\_Владислава\\_Листьева](http://ru.wikipedia.org/wiki/Убийство_Владислава_Листьева) (дата обращения: 20.01.2014).
4. Первый канал (Россия) [Электронный ресурс]. URL: [http://ru.wikipedia.org/wiki/Первый\\_канал\\_\(Россия\)](http://ru.wikipedia.org/wiki/Первый_канал_(Россия)) (дата обращения: 20.01.2014).
5. Общественное ТВ заработает в России с 1 января 2013 года - Медведев [Электронный ресурс]. URL: <http://ria.ru/media/20120417/628401390.html> (дата обращения: 20.01.2014).
6. Общественное ТВ на первом этапе будет финансироваться государством [Электронный ресурс]. URL: <http://ria.ru/media/20120417/628410854.html> (дата обращения: 20.01.2014).
7. Деменик С. Гендиректором Общественного телевидения назначен Анатолий Лысенко [Электронный ресурс]. URL: <http://www.rbcdaily.ru/society/562949984350908> (дата обращения: 20.01.2014).
8. Позина А. Владимир Соловьев не понимает, кому нужно Общественное телевидение России [Электронный ресурс]. URL:

<http://izvestia.ru/news/535715> (дата обращения: 20.01.2014).

9. Второе издание Общественного телевидения имеет все шансы завершиться фарсом [Электронный ресурс]. URL: <http://www.kommersant.ru/doc/2192728> (дата обращения: 20.01.2014).

10. Мослакова В. Общественное мнение о будущем общественного телевидения лишено оптимизма [Электронный ресурс]. URL: <http://www.newizv.ru/politics/2013-05-29/183130-otr-nachinaet-i.html> (дата обращения: 20.01.2014).

11. Готовы ли россияне финансово поддержать новый общественный канал [Электронный ресурс]. URL: [http://ria.ru/go\\_info/20120202/554689090.html](http://ria.ru/go_info/20120202/554689090.html) (дата обращения: 20.01.2014).

12. Общественное ТВ России начало вещание [Электронный ресурс]. URL: <http://ria.ru/society/20130519/938154621.html> (дата обращения: 20.01.2014).

13. Общественное телевидение России потратило все деньги [Электронный ресурс]. URL: [http://www.bbc.co.uk/russian/russia/2013/07/130723\\_russian\\_public\\_tv\\_broke.shtml](http://www.bbc.co.uk/russian/russia/2013/07/130723_russian_public_tv_broke.shtml) (дата обращения: 20.01.2014).

14. Внешэкономбанк выделит Общественному телевидению России 250 млн руб [Электронный ресурс]. URL: <http://ria.ru/media/20130918/964075840.html> (дата обращения: 20.01.2014).

15. Общественное телевидение заявляет о финансовых проблемах и ждет помощи [Электронный ресурс]. URL: <http://ria.ru/society/20140121/990380449.html> (дата обращения: 20.01.2014).

16. Общественное телевидение России сократят наполовину [Электронный ресурс]. URL:

[http://www.bbc.co.uk/russian/russia/2014/01/140121\\_public\\_tv\\_cuts.shtml](http://www.bbc.co.uk/russian/russia/2014/01/140121_public_tv_cuts.shtml) (дата обращения: 20.01.2014).

17. Вести Недели об Общественном ТВ [Электронный ресурс]. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=V5m-SobpNoQ> (дата обращения: 20.01.2014).

18. Китаева К. Телеканал «Дождь» вводит плату за доступ к своему вещанию в Интернете [Электронный ресурс]. URL: <http://www.rbcdaily.ru/media/562949988949873> (дата обращения: 20.01.2014).

19. Канал Russia Today бьет в Интернете мировые рекорды посещаемости [Электронный ресурс]. URL: <http://www.ntv.ru/video/565664/> (дата обращения: 20.01.2014).

20. Гончарова Н., Меркури И. Познер: Нынешний гендиректор ОТР говорил, что не нужно в России никакое общественное телевидение. Я удивился, узнав, что назначили именно его [Электронный ресурс]. URL: <http://rusnovosti.ru/guests/interviews/42618/300581/> (дата обращения: 20.01.2014).

21. Альперина С. Не будет слова «рейтинг» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.rg.ru/2012/10/18/otv-site.html> (дата обращения: 20.01.2014).

22. Путин запретил Минфину урезать финансирование ВГТРК, «Российской газете» и Russia Today [Электронный ресурс]. URL: [http://www.gazeta.ru/business/news/2012/10/29/n\\_2593217.shtml](http://www.gazeta.ru/business/news/2012/10/29/n_2593217.shtml) (дата обращения: 20.01.2014).

23. Путин ликвидировал РИА Новости [Электронный ресурс]. URL: <http://lenta.ru/news/2013/12/09/ria/> (дата обращения: 20.01.2014).

Зинатуллина Г. Х., канд. филол. наук, доц.

Казанский Национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева

## РОЛЬ АНТРОПОНИМОВ В СТРУКТУРЕ ХУДОЖЕСТВЕННОГО ТЕКСТА

www.gulshatzin@bk.ru

Статья затрагивает проблему предназначения, особенностей функционирования в художественном тексте антропонимов. В ходе исследования было выявлено, что литературные антропонимы являются одним из важнейших внутренних лингвистических средств текстообразования и «ключом» в интерпретации художественных текстов.

**Ключевые слова:** система, художественный текст, интерпретация, литературные антропонимы, анализ, функции, текстообразующее средство.

**Введение.** Анализ антропонимической системы художественных произведений позволяет констатировать факт, что при исследовании функций литературных антропонимов, прежде всего, необходимо учитывать все многообразие сложнейших взаимосвязей и отношений. По словам В.В.Виноградова, при написании художественного произведения основная цель писателя – «склонить читателя в сторону того или иного понимания, той или иной оценки разных сторон воспроизводимой действительности, воздействовать на читателя и направлять его чувства и симпатии в соответствии с идейной концепцией писателя» [1, с. 39]. Поэтому при трактовке основной идеи, цели создания произведения невозможно обойти стороной проблему предназначения, особенностей функционирования в тексте антропонимов. Антропонимическую модель художественного текста формирует именно авторское мироощущение. Однако при этом необходимо учесть, что эта модель приобретает реалистичный характер только в том случае, «если ориентирована на общезыковые коннотативные возможности имен, во всем их разнообразии, в определенную эпоху и в определенной среде» [2, с.12].

**Методология.** Вопрос функционирования антропонимов в тексте был и остается вопросом актуальным и неоднозначным. Это связано с тем, что каждый исследователь по-своему интерпретирует функциональную сторону антропонимической системы произведений. Поэтому необходимо отталкиваться от общих свойств, характерных для всех элементов (в данном случае – поэтонимов) художественного произведения. Ведь уже существующие модели функциональности антропонимов строятся на разных принципах и при их сопоставлении невозможно ограничиться лишь перечислением списка выделяемых функций.

В данной статье антропонимы рассматриваются нами как одно из важнейших внутренних лингвистических средств текстообразования. На наш взгляд, литературный антропоним – функционально-семантический знак, обладаю-

щий смысло- и текстообразующими свойствами. Главное его «предназначение» в тексте произведения – индивидуализация и характеристика единичных объектов художественного пространства.

**Основная часть.** Как известно, текст – это произведение речетворческого характера, сообщение, существующее в виде последовательности вербальных знаков. Для него характерна формально-семантическая структура, базирующаяся на формальной связности, содержательной целостности элементов. Художественный же текст – эстетическое средство опосредованной коммуникации. Его целью является изобразительно-выразительное раскрытие темы. А оно предстает в единстве формы и содержания, состоит из языковых единиц, выполняющих коммуникативную функцию [3, с. 31]. Таким образом, процесс чтения (прочтения) текста представляет собой реконструкцию, интерпретацию имеющейся в нем информации. А интерпретация текста сквозь лингвистическую составляющую, которую мы затрагиваем в нашем исследовании, является творческим воссозданием художественной действительности различными вербальными средствами.

В рамках данной статьи мы постараемся выявить лингвопрагматические возможности литературных антропонимов. Антропонимы будут рассматриваться как наиважнейшие средства наполнения информативного пространства художественного текста.

Рассмотрим отношения художественного пространства текста и его элементов. Как уже отмечалось выше, текст – это система, целостность, поэтому каждый его элемент выполняет структурообразующую (текстообразующую) функцию. Бесспорно, что каждый элемент характеризуется своей степенью значимости с функциональной точки зрения. Установление их системности «предполагает выявление и описание парадигматических и синтагматических отношений, в которые вступает как каждый значимый элемент текста, так и объединения функционально равнозначных элементов» [4, с. 145].

Однако в процессе чтения текста в сознании читателя происходит переосмысление, новая интерпретация смыслов. Поэтому каждый элемент текста может дополняться новыми красками. В данный процесс непосредственно вовлекаются и поэтонимы, как незаменимые текстообразующие составляющие художественного пространства текста. В результате, в сознании читателя происходит накопление прагматических компонентов значения поэтонимов, в частности – антропонимов. Именно антропонимы способны восприимчиво и интерпретации, а порой и идеи произведения в целом. Поэтому литературные антропонимы принимают статус важного информативного, смыслообразующего элемента художественного произведения. Под текстообразующей функцией имен собственных понимается «способность онимов быть связующим, конструктивным элементом содержательного-смыслового пространства и формальной организации текста» [5, с. 8].

Суммируя все вышесказанное, можно констатировать, что антропонимы – важные текстообразующие элементы. Основные текстовые категории (цельность, связность, завершенность) формируются на базе многогранного взаимодействия антропонимов и других элементов художественного произведения.

Перед непосредственным анализом текстов, хотелось бы еще раз подчеркнуть, что ономастическая система, созданная автором произведения, по отношению к реальной ономастической системе того или иного языка является вторичной и фрагментарной. В данном случае мы имеем возможность наблюдать взаимодействие и взаимовлияние двух систем – литературного языка и индивидуального-авторского языка писателя (а имена собственные являются одним из элементов данной системы). Именно поэтому изучение особенностей функционирования антропонимов в художественном пространстве необходимо вести и исходя из реальной ономастической системы татарского языка, и учитывая индивидуальные особенности словоупотребления, художественного мастерства писателей.

Благодаря тому, что онимы способны нести в себе большой объем «закодированной» (место действия, историческая эпоха, социальный статус литературных героев и др.) информации, они представляют собой наиважнейший смыслообразующий элемент художественно-информативного пространства текстов. Именно этот пласт способствует адекватному восприятию и интерпретации идеи произведения. В большинстве случаев литературные антропонимы выступают «в качестве узловых точек автор-

ской стратегии и ориентиров для стратегии читателя – являются ключевыми знаками, важными для семантического пространства текста» [5, с. 136].

Учитывая все вышеуказанные моменты, проанализируем текст рассказа Ф. Хусни “Берана балалары” (“Дети одной матери”). В произведении, состоящем из шести глав, раскрывается внутренний мир, особенности мировоззрения двух близких людей – брата и сестры. Автору удалось показать, что, несмотря на близкую родственную связь (этот факт отображается и в названии рассказа), характер, жизненные позиции, моральные устои героев сильно отличаются. Если Халида жертвует своим женским счастьем, молодостью ради благополучия матери и младшего брата, то для ее брата Пуфгата не существует никаких моральных преград на пути достижения личных интересов, его беспокоит лишь собственное благополучие.

В ономастическом пространстве текста используются 4 антропонима в 116 употреблении. В произведении три главных героя – мать и ее дети. Один антропоним – Харис (отец семейства) – введен в текст лишь в качестве упоминания. Несмотря на то, что в рассказе три героя, автор уделяет особое внимание раскрытию образа Халиды. Все события в тексте описываются через призму именно ее чувств. Для раскрытия идеи произведения также важен образ матери (Масрупа). Как видно из сюжета рассказа, именно она оказывается “виновницей” несчастной судьбы своей дочери и именно благодаря ее особому воспитанию Рифгат вырастает карьеристом, не имеющих никаких духовных привязанностей. Образ эгоистичного, самовлюбленного Рифгата в полной мере раскрывается только на фоне образа сестры. Именно этими обстоятельствами объясняется следующая закономерность в употреблении литературных антропонимов: именование сестры встречается 65 раз, матери – 26, а брата – 24.

Можно утверждать, что автором активно используется метод многократного повтора антропонимов, т.е. литературные антропонимы в художественном пространстве играют роль “текстовой скрепы” (термин И.Б.Вороновой). Это, в свою очередь, позволяет говорить о том, что в рамках произведения литературные антропонимы служат средством формальной и содержательной связности текста. С точки зрения морфологической парадигмы имени Халида, можно отметить следующее. В тексте наиболее часто используется форма именительного (основного) падежа этого антропонима – из 65 употреблений 47 приходится на форму именительного падежа: “Халида энисенең тел төбен,

элбэттэ, аңлады...” (Конечно же, Халида поняла, что хотела сказать ее мать...) [6, с. 112]. Дорсен генэ айткэндэ, Халида үзе дә Рифгатъне энисеннэн ким яратмый...” (Честно говоря, Халида и сама любит Рифгата не меньше матери...) [6, с. 113] и мн.др. Кроме того, в тексте зафиксировано употребление формы винительного падежа данного имени (объект высказывания): “...Рифгатъ апасы Халидаэне “агитатор” итеп тә файдаланырга булды” (...Рифгат решил использовать сестру Халиду и в качестве «агитатора») [6, с. 115]. “Эмма Халидаэне, ... кинэ алыштырып куйдылармыни!” (Но Халиду, словно вдруг подменили!) [6, 118]. Также нами было зафиксировано употребление этого антропонима в форме притяжательного и направительного падежа, а функционирование антропонима в форме исходного и местно-временного падежей отмечено не было: “Элбэттэ, туфли Халидаэнең аягына якын да килмәдә” (Конечно же, туфли были совсем не по размеру Халиды) [6, с. 122]. “Олысы Халидаэә жәиде, кечесе Рифгатъкә өч яшь иде” (Старшей Халиде было семь, а младшему Рифгату три года) [6, с. 110].

Однако, кроме явления многократного повтора антропонимов в художественном пространстве, необходимо отметить и активное использование антропонимов в качестве так называемого «акцента». Очень часто поэтонимы используются в качестве важного средства при интерпретации текста, раскрытии идеи произведения. Поэтонимы могут быть представлены в заглавиях. В исследуемом материале такими примерами могут служить рассказы А.Еники “Майбәдәр карчыкның туган көне” («День рождения старушки Майбадар»), “Фәридун белән Фирая” (“Фаридун и Фирая”), “Шуһап абзыйның таныш кызы” (“Знакомая Шуһап абзый”). Кроме того, писателями активно используется прием, когда антропонимы как бы формируют рамки произведения, т.е. один и тот же антропоним начинает и заканчивает повествование. Такой прием использован в повести М.Амира “Безнең авыл кешесе” (“Человек нашего села”). Произведение начинается с внутреннего монолога Миргали и также заканчивается его диалогом со своим оппонентом Бикташевым, когда он вынужден был признать свое поражение: “Мин ялгыштым. Мужикны эт белән тиңләп ялгыштым”... Бу сүзләрни Миргали айтте” (Я ошибся. Ошибался, когда думал, что мужик похож на собаку. ...

Эти слова говорил Миргали) [7, с. 173]. “Миргали, аска иелгән башын калкытып, Бикташевка карады һәм үкенечле, өметсез тавыш белән жәвап бирде: “Төрмәдә очрашмакчы идем мин синең белән” (Миргали, подняв опущенную голову, посмотрел на Бикташева и проговорил жалким, безнадежным голосом: «Я хотел встретиться с тобой в тюрьме») [7, с. 212].

**Выводы.** Все вышесказанное позволяет сделать следующие выводы. Антропонимический пласт литературного текста представляет собой важный смыслообразующий компонент семантической структуры произведения в целом. Многократное употребление имен литературных персонажей «способствует подавлению диффузности сюжета и осуществлению когезии и когерентности (содержательной спаянности – Г.З.) текста» [5, с. 137]. Кроме того, литературные антропонимы зачастую являются своеобразным ключом в интерпретации художественных текстов. Они выступают в качестве наиважнейшего текстообразующего средства, являясь одним из звеньев формальной связности художественного пространства.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Виноградов В.В. О языке художественной литературы. М.: Гослитиздат, 1959. 645 с.
2. Михайлов В. Н. О специфике литературной ономастики // Вопросы стилистики. Стилистика художественной речи. Саратов, 1988. С. 3–19.
3. Чернухина И.Я. Принципы организации художественного прозаического текста: Автореф. дис. ... д.ф.н. М., 1983. 30 с.
4. Воробьева О.П. К вопросу о внутритекстовой парадигматике адресативов // Парагматические отношения в синхронии и диахронии. Екатеринбург: Изд-во Уральского госуниверситета, 1992. С.145-158.
5. Воронова И.Б. Текстообразующая функция литературных имен собственных: на материале эпических произведений XIX-XX вв.: Дис. ... канд. филол. н. Волгоград, 2000. 226 с.
6. Ф.Хәсни. Сайланма әсәрләр. Казан: Татарстан Республикасы “Хәтер” нәшрияты (ТаРИХ), 2002. 447 б.
7. Әмир М.М. Безнең авыл кешесе: повестлар. Казан: Татар.кит.нәшр., 2007. 511 б.

Фатнева Е. А., канд. геогр. наук, доц.  
Белгородский университет кооперации, экономики и права

### МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ТУРИСТСКО-РЕКРЕАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА\*

fatnevaea@mail.ru

В современном мире туризм и рекреация являются одной из наиболее важных социальных задач. В связи с этим изучение методологических аспектов оценки эффективности использования туристско-рекреационных ресурсов приобретает особую актуальность. В статье представлены результаты исследования особенностей методологии оценки туристско-рекреационного потенциала территорий. В ходе исследования установлено, что в настоящее время наиболее хорошо разработаны покомпонентные подходы к оценке природных и историко-культурных ресурсов. Но они не позволяют рассматривать туристско-рекреационный потенциал региона как целостное образование, находящееся во взаимодействии с окружающей природной и социокультурной средой и всесторонне оценивать его состояние. Более целесообразным является системный подход, направленный на изучение внутренних и внешних связей туризма. Интегральная оценка туристско-рекреационного потенциала позволяет всесторонне изучить природно-рекреационные, культурно-исторические и социально-экономические ресурсы.

**Ключевые слова:** рекреационная география, туристско-рекреационный потенциал, рекреационные ресурсы, туристские ресурсы.

В последние десятилетия понятие «туризм» и «рекреация» существенно изменились. Дать точное определение туризму довольно трудно, так как это сложное социально-экономическое явление. В настоящее время у специалистов в области туризма существуют разные подходы, как к определению туризма, так и к концепциям его развития. При этом большинство ученых считают, что базой для туризма является туристско-рекреационный потенциал территории.

Выявление туристско-рекреационного потенциала осуществляется довольно легко с помощью кадастровых списков культурно-исторических памятников, памятников природы, особо охраняемых природных территорий, но для оценки имеющегося туристско-рекреационного потенциала этих сведений недостаточно. Оценка основывается на уникальности имеющихся туристских объектов, различиях в их доступности и физическом состоянии, на размещении туристских объектов. Сопоставление подходов к оценке туристско-рекреационного потенциала позволило бы не только выявлять и оценивать туристско-рекреационный потенциал, но и прогнозировать различные варианты его использования.

Цель работы заключалась в анализе существующих подходов к оценке туристско-рекреационного потенциала регионов. Достижение поставленной цели возможно с помощью следующих задач:

- изучить имеющийся опыт, теоретические основы и методы оценки туристско-рекреационного потенциала территории;
- выбрать показатели, наиболее полно характеризующие туристско-рекреационный по-

тентциал территории, для дальнейшего использования применительно к территории Белгородской области.

Термин туристско-рекреационный потенциал появился в научной среде сравнительно недавно. Поэтому до сих пор отмечается некоторая его «размытость». Существует две трактовки этого термина. Объективная трактовка связана с объектом, потенциал которого характеризуется, субъективная трактовка связана с конкретной задачей, для которой используется туристско-рекреационный потенциал.

С учетом анализа работ Т.В. Николаенко, В.А. Дроздова, И.В. Зорина, В.А. Квартальнова, Л.Г. Лукьяновой, А.С. Кускова под туристско-рекреационным потенциалом мы будем понимать совокупность природных, природно-антропогенных и антропогенных ресурсов территории, которые используются в настоящее время или могут быть использованы в индустрии туризма с учетом направлений их развития для удовлетворения изменяющихся потребностей туристов [1, 2].

Центральным понятием туристско-рекреационного потенциала являются туристские ресурсы, так как им принадлежит решающая роль в развитии туризма, так как они в большей степени являются основной причиной участия людей в туристских поездках. Большинство ученых подразделяют туристские ресурсы на природные, культурно-исторические и социально-экономические. Нам наиболее близок подход Н.П. Крачило, который делит туристско-рекреационные ресурсы на три группы: 1) природные: климат, рельеф, водные ресурсы, в том числе минеральные источники, лечебные грязи,

флора и фауна, особо охраняемые природные территории, живописные ландшафты, уникальные природные объекты; 2) культурно-исторические: памятники истории и архитектуры, театры, музеи, выставки, этнографические особенности, фольклор, центры прикладного искусства; 3) социально-экономические: экономико-географическое положение, транспортная доступность территории, уровень развития транспортной инфраструктуры, уровень экономического развития территории, территориальная организация туристских центров, уровень сервиса в туризме, трудовые ресурсы в индустрии туризма [3].

Методологической основой большинства современных исследований выступают подходы к оценке рекреационных ресурсов, представленные в работах Н.М. Забелина, В.Б. Нефедовой, В.П. Чижовой [4]. При оценивании рекреационных ресурсов используется система количественных и качественных показателей Н.С. Мироненко, Ю.А. Веденина, а также методика экспертных оценок Л.И. Мухиной [5, 6].

В настоящее время в географии туризма существует три основных типа оценки туристско-рекреационного потенциала: медико-биологическая, психолого-эстетическая и технологическая.

Медико-биологическая оценка выявляет воздействие климатических ресурсов на организм человека. Наиболее разработаны подходы к оценке комфортности погодноклиматических условий местности.

Психолого-эстетическая оценка туристских ресурсов основана на представлении о том, что эстетическое восприятие природного ландшафта или его компонентов вызывает определенные эмоции. В отличие от медико-биологической оценки этот тип оценки отличается довольно сложной методикой, основанной на представлениях ландшафтных архитекторов. При этом неоспорим тот факт, что эстетическое восприятие индивидуально и выражает принадлежность человека к определенной культуре.

Технологическая оценка включает вопросы технологии использования природных и культурно-исторических ресурсов для рекреации и туризма. Одним из аспектов оценки является выявление пригодности ресурсов для организации различных видов туризма. Другим – возможность инженерно-строительного освоения территории для создания рекреационных учреждений.

В настоящее время для оценки природно-ресурсного потенциала используют качественную и бальную формы оценок. Качественная оценка позволяет обосновать оценочные при-

знаки после анализа происхождения и структуры территориальных комплексов. Бальная оценка дает возможность сопоставления оценочных признаков. При исследовании компонентов природно-рекреационного потенциала используют трех- и пятибалльные системы оценки, так как они позволяют получить комплексную характеристику территории, включающую ландшафтные, биоклиматические и экологические оценки.

Разрабатываются также экономические методы оценки природных ресурсов, такие, как метод рентных оценок и оценка по затратам освоения. Однако, их довольно сложно применять к природным рекреационным ресурсам, так эти ресурсы не оцениваются по конечной продукции.

Культурно-исторические рекреационные ресурсы представлены различными сочетаниями объектов материальной и духовной культуры: памятниками истории и архитектуры, народными промыслами и ремеслами, музеями, театрами.

Культурно-исторический потенциал охватывает всю социокультурную среду с традициями и обычаями, особенностями быта и хозяйства. В состав культурных комплексов также входят и природные компоненты: городские парки и скверы, зеленые насаждения на улицах и во дворах; сельский окультуренный ландшафт – приусадебные участки; рукотворные ландшафтные парки и сады в старинных усадьбах и монастырях.

Наиболее распространенными формами включения культурно-исторических ресурсов в систему рекреационного туристского обслуживания являются организация музеев и составление экскурсионно-исторических маршрутов.

В соответствии с подходом, высказанным Е.Ю. Колбовским, необходимо выявить каркасные элементы культурно-исторического наследия и оценить их потенциально-функциональную роль в сфере развития региональной туристско-рекреационной системы [7].

Оценка культурных объектов для рекреационных целей производится распределением их по месту в мировой и отечественной культуре. Кроме перечня достопримечательностей необходимо оценить технические возможности осмотра и время, которое для этого потребуется.

Важными характеристиками культурных комплексов, также как и для природных, являются устойчивость к рекреационным нагрузкам и соответствие ценностным критериям, сформировавшимся у населения.

Кроме подходов к оценке природной и культурно-исторической составляющих, на наш

взгляд необходимо подробное рассмотрение социально-экономических факторов, которые являются базовой основой развития туризма на той или иной территории.

К экономико-географическим факторам относятся: выгодность экономико-географического положения относительно туристских рынков; уровень социально-экономического развития принимающей страны, влияющий на уровень цен на ресурсы, услуги средств размещения, общественного питания, транспорта, экскурсионные услуги; наличие квалифицированных кадров в индустрии туризма.

Экономическая основа туризма очень важна, так как именно она определяет качество отдыха. Рост доходов населения приводит к увеличению туристских потоков. Хорошо развитая экономика дает возможность инвестировать средства в индустрию гостеприимства, совершенствовать туристскую инфраструктуру, повышать качество туристского сервиса.

Исходя из особенностей имеющихся туристских ресурсов и исследований маркетологов, определяются оптимальные варианты размещения территориальных туристских комплексов; выявляются базовые туристские предприятия; оценивается рекреационная емкость этих территорий и подсчитывается объем капитальных вложений, требующихся для их создания и развития.

Проведя анализ существующих подходов к оценке туристско-рекреационного потенциала, мы считаем, что для комплексной оценки природно-рекреационных, культурно-исторических и социально-экономических ресурсов территории целесообразно использовать следующие показатели:

1. Для оценки природно-рекреационного потенциала: показатели туристско-рекреационного потенциала рельефа, показатели рекреационного оценивания климатического компонента, показатели туристско-рекреационной ценности водных ресурсов, показатели туристско-рекреационного потенциала растительного покрова и животного мира, показатели эстетического потенциала ландшафта, наличие и площадь охотничьих и рыболовных угодий, наличие и площадь природных парков, заказников, заповедников, памятников природы, дендрологических парков и ботанических садов.

2. Для оценки культурно-исторического потенциала: наличие объектов культурно-исторического наследия, внесенных в Список объектов Всемирного наследия ЮНЕСКО; количество музеев, музеев-заповедников, домов-музеев разного статуса (государственных, му-

ниципальных, ведомственных, частных); количество объектов показа, где проводятся экскурсии; количество объектов этнокультуры; количество традиционных народных промыслов, представленных как объекты туристского показа и используемых для проведения культурных мероприятий; количество научно-производственных объектов в регионе, которые являются объектами туристского показа; количество проведенных культурно-массовых, культурно-исторических, спортивных и зрелищных мероприятий международного, регионального и местного уровня; количество ежегодно проводимых туристских слетов (соревнований) международного, регионального и местного уровня; количество мероприятий делового характера международного, регионального и местного уровня.

3. Для оценки социально-экономического потенциала: показатели туристско-рекреационной привлекательности базы размещения, показатели туристско-рекреационной привлекательности санаторно-курортной сферы и отдыха, показатели туристско-рекреационной привлекательности транспортной индустрии, показатели туристско-рекреационной привлекательности сферы общественного питания, показатели турагентской и туроператорской деятельности, показатели туристско-рекреационной привлекательности услуг экскурсоводов и гидов, показатели активности региональных органов регулирования туризма [8].

В заключении необходимо отметить, что оценка туристско-рекреационного потенциала позволяет выявлять перспективы и ограничения развития туризма, анализировать условия развития туризма на территории или в регионе, разрабатывать меры по рекреационному освоению территорий. Достоверная оценка туристских ресурсов это основа для развития туризма как одного из ведущих секторов современной экономики.

\* Работа выполнена в рамках поддержанного РГНФ научного проекта № 14-12-31001.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Зорин И.В., Каверина Т.П., Квартальнов В.А. Туризм как вид деятельности. М.: Изд. Финансы и статистика. 2005. 288 с.
- Кусков А.С., Голубева В.Л., Одинцова Т.Н. Рекреационная география. М.: Изд. Флинта. 2005. 496 с.
- Крачило Н.П. География туризма. Киев: Изд. Вища школа. 1987. 208 с.
- Нефедова В.Б., Смирнова Е.Д., Швидченко Л.Г. Методы рекреационной оценки тер-

риторий // Вестник Московского университета. Серия География. 1973. № 5. С. 176-180.

5. Мироненко Н.С., Эльдаров Э.М. Гуманитарные аспекты исследования рекреационных систем // Вестник Московского университета. Серия География. 1998. №1. С. 22-27.

6. Преображенский В.С., Веденин Ю.А., Зорин И.В., Мухина Л.И. Территориальная рекреационная система как объект изучения географических наук // Изв. АН СССР. Серия География. 1974. №2. С. 34-42.

7. Колбовский Е.Ю. Туристско-рекреационный потенциал и его региональная оценка (на примере Верхневолжья) // Проблемы развития туризма и рекреации. СПб.: Изд. Академии туризма. 1998. С. 78-113.

8. Фатнева Е.А. Социально-экономическая значимость туристско-рекреационного потенциала в развитии Белгородской области // Вестник Белгородского университета кооперации, экономики и права. 2014. №1(49). С. 267-271.

Ярмош Т. С., ст. преп.,  
Михина О. В., студент

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

## СОЦИОКУЛЬТУРНЫЕ ПРИНЦИПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЖИЛОЙ СРЕДЫ

t.yarmosh@yandex.ru

*Приступая к архитектурному проектированию городского пространства необходимо прежде всего начинать с социокультурного проектирования, которое опирается на принципы формирования жизненного пространства человека как единого социокультурного комплекса и которые должны служить ориентирами для архитекторов и строителей при проектировании и застройке жилых массивов современных городов. Предметом исследования является жилищная среда города, воздействие её на человека. В статье выделены и описаны социокультурные принципы проектирования жилой среды: валеологичности, системности, эстетичности, комфортности, доступности, традиционности, информативности, полифункциональности, идентичности, интегративности.*

**Ключевые слова:** жилищная среда, среда обитания, признаки, модель, территориальность, границы, идентификация, комфортность, валеологичность.

**Введение.** Жилая среда является сложной, непрерывно развивающейся системой, имеющей непосредственную связь с физическим и социальным пространством города. Данный факт обуславливает необходимость рассматривать жилое пространство не просто как часть города, а как среду существования, формируемую многими факторами. [2]

Анализируя современное состояние качества жилой среды, нужно отметить такие серьезные проблемы как рост населения, беспорядочную урбанизацию [4], социальную дестабилизацию, – и все это неразрывно связано с экологическими проблемами, стихийным уничтожением природных ресурсов, флоры, фауны. Такой дисбаланс порождает психо-физические проблемы, социальную дискриминацию. Таким образом, состояние общества и окружающей среды непосредственно отражается и на архитектуре, и на среде обитания человека [8].

Принципы проектирования и организации жилой среды должны быть основаны и в последнее время основываются на признании **фактора человека** в качестве основного в организации городской среды. Учет его потребностей в комфортности окружения означает отказ от существующих ортодоксальных моделей пространственной организации городской среды, в которых количественными параметрами «озеленения» идеального «бумажного» пространства подменяется действительная оптимизация жизненной среды человека. [11].

Без учета интересов человека, как потребителя, без понятий о его пребывании в любом конкретном объекте городской жилой среды не может осуществиться цивилизованного обустройства его жизненного пространства. Поэтому понимание потребностей человека, его отношения к окружающей среде и возможностей влияния на принятие решений по её обустройству требует самого внимательного рассмотре-

ния.

Человек комфортно ощущает себя в окружающем пространстве, если оно сомасштабно и идентично ему. Среда становится «сферой» доступного и мотивированного человеком лишь при грамотном структурировании пространства и «оснащении» его теми элементами, которые необходимы для реализации его функции и соответствует представлениям потенциальных потребителей [8].

Анализ целей и социальных потребностей, проведенный А.Г. Большаковым «...позволил выделить **7 мотиваций** социального воспроизводства. К ним относятся: здоровье, богатство, общность, красота, индивидуализация, информация, духовность. Каждая мотивация реализуется в виде тенденции преобразования территории» [1]. Все эти мотивации отражают прежде всего как интересы человека, так и степень его выживаемости в преобразованной городской ландшафтной среде, в создании комфортной среды жизнедеятельности, сохранении исторических и культурных памятников, а также в формировании среды с характерными, узнаваемыми территориями.

Таким образом, говоря об архитектурном проектировании городского пространства необходимо прежде всего начать с социокультурного проектирования. Социокультурное проектирование – это специфическая технология, представляющая собой конструктивную, творческую деятельность, сущность которой заключается в анализе проблем и выявлении причин их возникновения, выработке целей и задач, характеризующих желаемое состояние объекта (или сферы проектной деятельности), разработке путей и средств достижения поставленных целей.

**Социокультурное проектирование и организации жилой среды основывается на ряде принципов:**

*Принцип валеологичности* (здоровая среда). В каждой стране существует множество взаимосвязанных факторов, влияющих на возможность создания здоровых, комфортных для проживания населения городов и населённых пунктов, не зависимо от того, реконструкция ли это, или новостройка. Учитывая эти факторы, комплексное использование положений социальных и экологических основ архитектурного проектирования на практике следует осуществлять на основе долгосрочной **программы экологического проектирования и строительства**, включающей в себя основные направления проектирования жилой среды:

1. Экологизация генерального плана города. Программа интенсивного полифункционального использования территорий, когда городская земля используется более интенсивно для множества функций и в разное время дня (например – стоянка для автомобилей, склад и т. д.)

2. Экологичная реконструкция существующих зданий (например, озеленение поверхностей зданий и сооружений, грунтозаполненные конструкции)

3. Экологичная реконструкция и рефункционализация существующих предприятий и всей городской инфраструктуры (транспорта, энергетики и др.)

4. Экологичная реконструкция существующих инженерных сооружений (автодорог, железных дорог, мостов, путепроводов и др.)

5. Природосберегающее строительство, сохранение и восстановление ландшафтов в городе при застройке.

6. Проектирование и строительство энерго-сберегающих и энергоактивных зданий. Полифункциональные здания.

7. Создание здоровой и красивой архитектурно-ландшафтной среды, воспитывающей любовь жителей к городу.

8. Проектирование и строительство ресурсосберегающих зданий, экологичное решение проблемы отходов.

9. Проектирование и строительство био-зитивных (экологических) инженерных сооружений. Полифункциональные инженерные сооружения [15].

*Принцип доступности*. На сегодняшний день в России почти треть населения составляют люди, нуждающиеся в специфических условиях, так называемые “физически ослабленные лица” или “лица с ограниченными возможностями здоровья”- те, кто испытывает затруднения при самообслуживании и передвижении: инвалиды, больные-хронички и травмированные, престарелые, беременные, взрослые с маленькими деть-

ми на руках или в колясках. Фактически каждый человек в определенные периоды своей жизни может оказаться в таком положении [9]. Эта категория людей ощущают себя некомфортно в городском пространстве. Пространство не приспособлено не только для их нужд, но даже обычному человеку затруднительно ориентироваться в современном городе. Такую проблему обычно решают локальными методами, которые в полной мере не обеспечивают полноценного комфорта.

Цель современного проектировщика - создать среду жизнедеятельности человека, обладающую экологической полноценностью, обеспечивающую условия для решения комплекса биосоциальных и функционально-технологических задач, то есть создание безбарьерной или доступной архитектурной среды с наиболее безопасными условиями проживания всех без исключения категорий граждан. Функционально-технологическая организация среды является программой для определения последовательности функциональных и технологических процессов, протекающих в ней; определения расчетного состава функциональных зон; выделения коммуникационных зон; установления характера связи между отдельными функциональными зонами; определения номенклатуры оборудования и мебели[9]. Всё это производится с учетом антропометрических особенностей физически ослабленных лиц, позволяющий проследить отношения в системе "человек - деятельность - жизненный процесс - пространство".

Современная архитектурная среда таким образом должна повлиять на общественное сознание и сломать не только архитектурные барьеры, но и нравственные. Организация совместного проживания и жизнедеятельности здоровых людей и людей с ограниченными физическими возможностями будет способствовать снятию психологических барьеров, помощи в более быстрой и легкой адаптации инвалидов, к духовному и физическому оздоровлению всего общества. Жизнь в таком обществе станет доступной и комфортной для каждого человека.

*Принцип комфортности*. Развитие жилищного строительства является приоритетным для современного общества. Качество жилища и жилой среды во многом обуславливают физическое и психологическое здоровье человека, поэтому неотъемлемой частью современного комфортного и экологического благополучного жилища является окружающая среда.

Открытое пространство жилой среды должно иметь в своем составе типы зон в зависимости от характера их использования. От четкости определения данных зон и их архитектур-

но-планировочной организации в жилой среде зависит комфортность данной среды для жильцов. Максимальная степень комфортности возможна при выделении отдельной пространственной зоны с конкретным набором связей и границ по отношению к соседним зонам для каждого отдельного функционального процесса, как малой социальной группы – семьи, так и более крупных социальных групп – сообщество жильцов двора, жилой группы, квартала и т.д. [7]

Обеспечение приватности жилища от окружающей застройки решается за счет дифференциации пространства на 4 зоны: *приватная*, или *интимная зона*; *полуприватная*, или *полунинтимная зона*; *полуобщественная зона*; *общественная зона*.

Данный принцип разделения пространства на 4 зоны, с характерными для каждой размерами и связями позволит значительно повысить комфорт проживания в жилище, будет улучшать социальный климат в жилых группах, снизит количество социальных конфликтов в виду обеспечения части функциональных процессов жильцов отдельными открытыми пространствами [7].

*Принцип традиционности*. Облик городов и условия жизни в них меняются слишком быстро, на глазах одного поколения. Резко возросли темпы строительства, и новая застройка становится антиподом исторически сложившейся, которая вынуждена уступать ей место. В результате у людей возникает тревожное ощущение утраты связей с прошлыми достижениями культуры, разрыва нити преемственности поколений. При этом, естественно, повышается ценность памятников архитектуры как материализованных временных ориентиров в культурологическом пространстве. [10]

Проблема сохранения, устойчивого существования каждой культуры, всегда является для нее приоритетной. Здесь непременно встает проблема отношения к традициям и чтобы сохранить масштаб и пространство исторической части города, заложенной предками, следует регулировать современную застройку историко-архитектурным планом города. Необходимо понимать, что стеклянные многоэтажные постройки в резонанс со старинными зданиями. Подобному соседству, к сожалению, в современном градостроительстве находится немало примеров, один из которых - соседство на Михайловской площади в Киеве гостинично-развлекательного центра, отделанного современным стеклянным фасадом с памятниками архитектуры 18 века.

*Принцип информативности*. Информатив-

ность среды предполагает ее разнообразие как некоторую совокупность различий. Если недостаточная информативность архитектурной среды порождает отрицательные эмоции, то наполненность информацией делает ее источником многообразных эмоций и положительного эмоционального состояния, связанного с удовлетворением фундаментальной познавательной потребности. Смысловое и визуальное разнообразие архитектурной среды является, таким образом, объективной основой развитого контакта человека с внешним миром.

Если смысловое разнообразие среды определяется процессами деятельности и особенностями поведения людей, то ее визуальное разнообразие – активными различиями самих элементов окружения. Представление о смысле и визуальном разнообразии архитектурной среды как основе ее эмоциональности позволяет объяснить некоторые особенности воздействия современного города. [16]

В настоящее время во многих городах России огромные ресурсы вкладываются в улучшение городской среды, путем насыщения открытых городских пространств различными средовыми объектами и элементами ландшафтного дизайна. Помимо этих перечисленных фрагментов средообразующих систем существует необходимость интегрирования отдельных информационных носителей в ткань мегаполиса. Одна из самых существенных функций информационных носителей – это формирование сценария поведения человека. Данные средовые объекты призваны организовать деятельность человека в пространстве и времени, а это в свою очередь накладывает значительные ограничения и требования при проектировании самих информационных носителей и их размещении в открытой городской среде. [3]

*Принцип полифункциональности*. Все без исключения процессы человеческой жизнедеятельности, для которых создаётся искусственная среда их осуществления, по виду и количеству могут быть сведены в четыре системно взаимозаменяемые группы:

- процессы, связанные с производством вещного мира («техносферы»), а также производство энергии и информации, т. е. всё то, что объединяется понятием «производство первого рода»;

- процессы, направленные на обслуживание населения, - «производство второго рода»;
- рекреационные процессы, связанные с укреплением, восстановлением здоровья людей, их работоспособности и долголетия в целом;

- коммуникационные процессы, обеспечивающие взаимосвязь и взаимообмен веществом,

энергией и информацией между предыдущими тремя группами процессов. [12]

В жилище всегда наблюдалась взаимосвязь множества различных процессов и функций. Следовательно, поли – или многофункциональность (место проживания, работы, отдыха, сна и пр.) – это один из важнейших принципов организации жилой среды. Трансформировался и развивался данный принцип вместе с эволюцией общества, обуславливая различные приоритетные формы и функции жилища в различные исторические эпохи.

Включение в структуру многоэтажного жилого комплекса различных элементов обслуживания является потребностью современного человека. Вследствие этого структура многоэтажных жилых комплексов имеет ярко выраженную, продуманную концепцию – помимо обязательных придомовых площадок и парковок в структуре комплекса размещаются различные учреждения обслуживания, удовлетворяющие потребности будущих жильцов, например, жилые-торговые, общественно-жилое, торгово-культурное, офисно-развлекательное и т.д.

В настоящее время определено направление организации сети общественного обслуживания, одним из основных элементов которого являются многофункциональные общественно-торговые центры, сосредоточенные в местах концентрации основных людских потоков и местах приложения труда, а также дополнительные комплексы приближенного обслуживания. [6]

**Принцип системности.** Городскую жилую среду необходимо рассматривать как систему, состоящую из множества элементов, которая не ограничивается стенами здания и включающую в себя: квартиру, приквартирную и придомовую территорию, микрорайон, жилой район со всеми учреждениями обслуживания, городские общественные и реабилитационные пространства. При этом прежде всего рассматривается тесная взаимосвязь внутрижилищной и городской среды, которая определяется такой системой: человек – жилая ячейка – здание; микрорайон – жилой район города; единый комплекс – жилой (бытовой) среды

Это не означает, что совокупность общественных зданий не может представлять собой систему, но подобные системы (объектов торговли, отдыха, спорта, здравоохранения и т.п.) в структуре города строятся не на взаимосвязи архитектурной композиции, а на функциональной общности. [14]

**Принцип эстетичности.** Организация современной среды обитания человека, – будь то микромир жилища, офиса, торгового центра,

санатория или городская среда, промышленная зона, – основывается и сегодня во многом на фундаментальных эстетических принципах, отчасти переосмысленных в свете современных достижений науки, технологии и авангардно-модернистских находок в сфере художественного выражения. Понятия красоты, прекрасного отнюдь не исчезли из лексикона крупнейших дизайнеров и архитекторов. [5]

Главная задача эстетизации городской среды заключается в целенаправленном введении пространственного, визуального разнообразия с тем, чтобы преодолеть монотонность застройки, используя современные технологии и разнообразие отделочных материалов. При переосмыслении городского пространства важно выделять и эстетически подчеркивать функциональные зоны, которые закрепляют устойчивый образ города, являются значимым фактором его внутреннего упорядочения. Образцами такого выделения служат не только городские площади, административные, деловые, культурные центры, но и собственно жильё. Необходимо грамотно благоустраивать жилую и общественную зоны, сохраняя существующий красивый ландшафт и проектировать новые зоны отдыха и досуга (скверы, парки, дворы и т.д.). Многие из них сложились исторически и продолжают сохраняться в качестве особых городских сред. Сегодня людям необходимы другие, более мелкие ориентиры, которые, с одной стороны, становились бы знаками различных функциональных частей города, а с другой, – фиксировали бы границы сомасштабных человеку сред.

**Принцип идентичности.** Идентичность городского пространства роется не только в традиционных архитектурных формах, но в геометрических и сомасштабных человеку конфигурациях пространства, в аспектах взаимодействия горожан с этим пространством.

Примером такого подхода к созданию пространства современного города может служить город Масдар в Эмиратах, здесь архитекторы опираются на исторические постройки в части материала, цветовых характеристик, декора и конфигураций, призванных бороться с негативным влиянием пустыни, а технологическая начинка его «городских интерьеров» создает необходимый комфорт, невозможный при чисто традиционном подходе, не подкрепленном новыми технологиями.

Немаловажным условием является наличие больших проектов освоения пространства, развитая структура общественного транспорта, баланс зеленых и открытых территорий, а также природных «горизонтов». Город с разнообразным пейзажем, имеющий камерные и открытые

пространства, даже в неблагоприятных климатических условиях сможет сохранить уникальный и присущий ему «дух места», что, например, демонстрирует Хельсинки, ставший в 2012 г. «столицей мирового дизайна».

Современная городская жилая среда, сохраняющая черты своей культурной идентичности и совмещающий их с передовыми технологиями организации жизни, имеет наибольшие шансы стать привлекательным местом для жизни человека и выиграть в конкурентной борьбе за лучший контингент горожан [13].

**Принцип интегративности.** Современность характеризуется ускоренным темпом развития научно-технического прогресса, глобализацией и связанной с ней всемирной экономической, политической и социально-культурной универсальностью и интеграцией. Здание, как архитектурный объект, становится не только местом реализации потребностей общества, но и предметом имиджа, объектом коммуникации. Веяния моды, динамика изменения взглядов общества, развитие технологий делают актуальным развитие архитектурного пространства как саморегулирующейся системы. Системы, способной молниеносно отвечать меняющимся запросам общества и технического прогресса, какими представляются интегральные пространства в архитектуре.

Интегральное пространство невозможно без опоры на «стратегию устойчивого развития», а также обладает качествами: устойчивости, коммуникативности, многофункциональности, адаптивности, уникальности. [16]

**Вывод.** Таким образом при проектировании городской жилой среды необходимо прежде всего начинать с социокультурного проектирования, опирающегося на такие принципы формирования жизненного пространства человека как единого социокультурного комплекса, которые выделены и описаны в статье: валеологичности, системности, эстетичности, комфортности, доступности, традиционности, информативности, полифункциональности, идентичности и интегративности.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Большаков А.Г. Градостроительная организация ландшафта как фактор устойчивого развития территории. Иркутск, 2003. 46с.
2. Вильданова Л. В. Адапт-структура. новые формы организации жилого пространства. Казань, Архитектон: известия вузов, № 30-приложение июль 2010 г. С. 35-40
3. Волкова С.А. Городская среда. Составляющие предметно-пространственной информа-

тивной городской среды. Современные проблемы науки и образования, 2009. №6. (приложение "Архитектура"). С. 6

4. Глазачев, В. Л. Урбанистика. М.: Европа, 2008. 220 с.

5. Глухова Т.С. Архитектура как вид эстетической деятельности и особый способ проектного мышления.[Электронный ресурс] - Режим доступа: [http://www.taby27.ru/studentam\\_aspirantam/magistrant\\_arch/gluxova-t.s.-arxitektura-kak-vid-esteticheskoy-deyatelnosti-i-osobyj-sposob-proektnogo-myshleniya.html](http://www.taby27.ru/studentam_aspirantam/magistrant_arch/gluxova-t.s.-arxitektura-kak-vid-esteticheskoy-deyatelnosti-i-osobyj-sposob-proektnogo-myshleniya.html)

6. Забельшанский Г.Б., Минервин Г.Б., Раппапорт А.Г., Сомов Г.Ю. Эмоциональное воздействие архитектурной среды и ее организация. Архитектура и эмоциональный мир человека. М. Стройиздат, 1985. 207 с.

7. Заварзин Г.М. Принцип открытости при формировании жилища эконом-класса. Архитектон: известия вузов, 2011, № 36. С. 56 - 64

8. Казанцев, В.И., Светульников, М.Г. Социология города: учебное пособие. Ульяновск: УлГТУ, 2004. 140с

9. Мусина К. И. Проблемы сохранения исторической застройки центра г. Казани. [http://kpfu.ru/staff\\_files/F2042036188/Probl\\_sohr\\_istor\\_zapstr\\_statya.pdf](http://kpfu.ru/staff_files/F2042036188/Probl_sohr_istor_zapstr_statya.pdf)

10. Нефёдов В.А. Городской ландшафтный дизайн. Санкт-Петербург.: Любавич, 2012. 318с.

11. Перькова М.В., Лаврик Г.И. Принцип функциональной целостности и его значение в вариантном проектировании и при оптимизации градостроительных систем. Вопросы планировки и застройки городов: Сб. статей под ред. Ю.В.Круглова. Пенза, 2012 г., 360 с.

12. Пучков М. В. глобализация и идентичность в архитектуре современных городов. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://www.km.ru/referats/334697-globalizatsiya-i-identichnost-v-arkhitekture-sovremennykh-gorodov>.

13. Семенова Т. С. Композиционно-художественные принципы формирования новых жилых комплексов в исторической среде крупного города (на примере центра Москвы). Том 1 : ил РГБ ОД 61-85-18/56, 1985 г. 153 с.

14. Скоблица Ю.А. Эволюция проектирования многоэтажных российских жилых комплексов с обслуживанием. Архитектон: известия вузов, 2011. № 36. С.65-74

15. Тетиор А.Н. Социальные и экологические основы архитектурного проектирования. М.: Изд-во центр «Академия», 2009. 228 с.

16. Яровенко Д. С. Интегральные пространства в архитектуре. Архитектон: известия вузов, 2012. № 38. С. 56 - 64

## НАШИ АВТОРЫ

**Логанин Валентина Ивановна**

Адрес: Россия, 440028, г. Пенза, ул. Г. Титова, д. 28. Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, кафедра «Стандартизация, сертификация и аудит качества».

Тел.: (8412) 92-94-78; e-mail: loganin@mail.ru

**Перькова Маргарита Викторовна**

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра архитектуры.

E-mail: perkova.margo@mail.ru

**Клименко Василий Григорьевич**

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра неорганической химии.

E-mail: Klimenko3497@yandex.ru

**Бессмертный Василий Степанович**

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра технологии стекла и керамики

E-mail: vbessmertny@mail.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

**Минко Всеволод Афанасьевич**

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра отопления и вентиляции.

Тел.: (4722) 55-94-38; e-mail: promaerovent@mail.ru

**Даниленко Елена Петровна**

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра городского кадастра и инженерных изысканий.

E-mail: danilenko\_ep@mail.ru

**Большаков Андрей Геннадьевич**

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра дизайна архитектурной среды и градостроительства

E-mail: andreybolsh@yandex.ru

**Рахимбаев Шарк Матрасулович**

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра строительного материаловедения, изделий и конструкций.

Тел.: (4722) 30-99-42.

**Серых Инна Робертовна**

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра сопротивления материалов и строительной механики.

E-mail: inna\_ad@mail.ru

**Огурцова Юлия Николаевна**

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра материаловедения и технологии материалов.

E-mail: Ogurtsova.y@yandex.ru

**Трунов Павел Викторович**

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра строительного материаловедения, изделий и конструкций.

E-mail: trun-pavel@yandex.ru

**Семикопенко Игорь Александрович**

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: v.s\_bogdanov@mail.ru

**Мирошник Марина Анатольевна**

Адрес: Украина, 601002, г. Харьков, ул. Фейербаха, 4. Украинская государственная академия железнодорожного транспорта.

E-mail: Marinagmiro@gmail.com

**Романович Алексей Алексеевич**

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра подъемно-транспортных и дорожных машин.

Тел.: (4722) 55-13-66; e-mail: AlexejRom@mail.ru

**Щербинин Игорь Алексеевич**

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра электроэнергетики.

E-mail: 31rusacpirant@mail.ru

**Федоренко Михаил Алексеевич**

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра технология машиностроения.

E-mail: KDSTM2002@mail.ru

**Севостьянов Владимир Семенович**

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра «Технологические комплексы, машины и механизмы».

Тел.: (4722) 54-39-65.

**Кравченко Лариса Николаевна**

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедры бухгалтерского учета и аудита.

E-mail: l\_n\_kravchenko@mail.ru

**Рудычев Анатолий Андреевич**

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра строительного материаловедения, изделий и конструкций

E-mail: eop@intbel.ru

**Усманов Далер Ирматович**

Адрес: Россия, 308000, г. Белгород, ул. Победы 85. Белгородский государственный национальный исследовательский университет, факультет управления и предпринимательства, кафедра «Менеджмент организации».

E-mail: us.dali@mail.ru

**Буковцова Нелли Алексеевна**

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 10. НИИ БелГУ.

E-mail: n.bukovzova2009@yandex.ru

**Щетинина Екатерина Даниловна**

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра маркетинга.

E-mail: schetinina@inbox.ru

**Денисенко Татьяна Николаевна**

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 10. НИИ БелГУ.

E-mail: n.bukovzova2009@yandex.ru

**Никулина Евгения Викторовна**

Россия, 308000, Белгород, ул. Победы, д. 85. Белгородский государственный национальный исследовательский университет, кафедра экономики и статистики

E-mail: nikulina@bsu.edu.ru

**Куприева Ольга Валерьевна**

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра неорганической химии.

E-mail: kuprieva85@mail.ru

**Злобин Игорь Алексеевич**

Адрес: Германия, 40549 Дюссельдорф, Ханзааллее 243. Loesche GmbH Igor.

E-mail: Zlobin@loesche.de

**Будник Олег Анатольевич**

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра неорганической химии.

E-mail: phd.budnyk@gmail.com

**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: re@intbel.ru.

**Кушев Леонид Анатольевич**

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра ГТУ.

Тел.: (4722) 55-82-01; e-mail: DAV0212@yandex.ru

**Ветрова Юлия Владимировна**

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

**Ломакин Владимир Васильевич**

Адрес: Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85. Белгородский государственный национальный исследовательский университет.

E-mail: lomakin@bsu.edu.ru

**Янчукский Владислав Николаевич.**

Адрес: Россия, 664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, д.83 Национальный исследовательский Иркутский государственный технический университет.

E-mail: V.Yanchukovsky@gmail.com

**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

**Загороднюк Лилия Хасановна**

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра строительного материаловедения, изделий и конструкций.

E-mail: LHZ47@mail.ru

**Ковалёва Екатерина Геннадьевна**

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

**Харьковская Елена Викторовна**

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Королева, д. 7 Белгородский государственный институт искусств и культуры.

E-mail: pendyrinea@yandex.ru

**Даньшева Светлана Олеговна**

Адрес: Украина, 61002, ул. Сумская 40. Харьковский национальный университет строительства и архитектуры, кафедра физики.

E-mail: Svt525@rambler.ru

**Ключникова Наталья Валентиновна**

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

**Калениченко Ольга Николаевна**

Адрес: Россия, 308033. г. Белгород, ул. Королева, д.7, общ., к 315. Белгородский государственный институт искусств и культуры, кафедра гуманитарных наук.

E-mail: onkalenich@mail.ru

**Андреева Светлана Михайловна**

Адрес: Россия, 308033, Белгород, ул. Королева, д. 7. Белгородский государственный институт искусств и культуры, кафедра русского языка как иностранного и межкультурной коммуникации

E-mail: andreevasm@bk.ru

**Верник Александр Григорьевич**

Адрес: Россия, 454074, Челябинск, пр. Победы, д. 162 в. Челябинский государственный университет

E-mail: agvernik@gmail.com

**Зинатуллина Гульшат Хабировна**

Адрес: Россия, 420011, Казань, ул. К. Маркса, д. 10. Казанский Национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева

E-mail: gulshatzin@bk.ru

**Фатнева Елена Алексеевна**

Адрес: Россия, 308023, г. Белгород, ул. Садовая, 116а. Белгородский университет кооперации, экономики и права, кафедра естественнонаучных дисциплин.

E-mail: fatnevaea@mail.ru

**Ярмош Татьяна Станиславовна**

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46 Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра архитектуры .

E-mail: Grand-tanya.@yandex.ru

Научное издание

**«Вестник БГТУ имени В.Г. Шухова»  
№ 5. 2014 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 10.06.14. Подписано в печать 20.08.14 Формат 60×84/8

Усл. печ. л. 30,57. Уч.-изд. л. 32,88.

Тираж 1000 экз. Заказ 220. Цена договорная.

Все публикуемые материалы представлены в авторской редакции.

Адрес редакции: г. Белгород, ул. Костюкова, 46, оф. 336 Лк.

Номер сверстан в редакции научно-теоретического журнала

«Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова».

Отпечатано в РИЦ БГТУ им. В.Г. Шухова