

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  
**Ведущий специалист:** канд. техн. наук, Н.И. Алфимова

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

**№ 1, 2012 год**

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

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

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

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

## СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

<b>Низина Т. А., Зимин А. Н., Низин Д. Р.</b> ВЛИЯНИЕ НАПОЛНИТЕЛЕЙ НА ИЗМЕНЕНИЕ ДЕКОРАТИВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭПОКСИУРЕТАНОВЫХ ПОКРЫТИЙ ПОД ДЕЙСТВИЕМ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ОБЛУЧЕНИЯ	6
<b>Байдин О. В.</b> СИЛОВОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЮ ТРЕЩИН ПОВРЕЖДЕННОГО КОРРОЗИЕЙ ЖЕЛЕЗОБЕТОНА	11
<b>Рахимбаев Ш. М., Анисанова Т. В.</b> ПЕНОБЕТОННЫЕ СМЕСИ С УСКОРЕННЫМИ СРОКАМИ СХВАТЫВАНИЯ	15
<b>Федосов С. В., Акулова М. В., Слизнева Т. Е., Ахмадулина Ю. С., Падохин В. А., Базано А. В.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МЕХАНОАКТИВАЦИИ ВОДНОГО РАСТВОРА ЖИДКОГО СТЕКЛА НА СВОЙСТВА ЦЕМЕНТНЫХ КОМПОЗИТОВ	18
<b>Карпенко А. В., Духовный Г. С., Мирошниченко С. И.</b> РЕЗИНОБИТУМНОЕ ВЯЖУЩЕЕ, ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ	22
<b>Пак А. А., Сухорукова Р. Н.</b> СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ СЦЕПЛЕНИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ СЛОЕВ В МНОГОСЛОЙНОМ СТРОИТЕЛЬНОМ ИЗДЕЛИИ	25
<b>Логанина В. И., Макарова Л. В., Сергеева К. А.</b> ПОВЫШЕНИЕ ВОДОСТОЙКОСТИ ИЗВЕСТКОВЫХ СОСТАВОВ	28
<b>Бажанова М. Е., Ерофеев В. Т.</b> СТОЙКОСТЬ ТРУБОПРОВОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПОЧВЕННЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ	31
<b>Белов В. В., Курятников Ю. Ю.</b> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗОЛЫ ГИДРОУДАЛЕНИЯ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ СУХОЙ ГОТОВОЙ СМЕСИ ДЛЯ НЕАВТОКЛАВНОГО ГАЗОБЕТОНА	34
<b>Сулейманова Л. А., Жерновский И. В., Шамшуров А. В.</b> СПЕЦИАЛЬНОЕ КОМПОЗИЦИОННОЕ ВЯЖУЩЕЕ ДЛЯ ГАЗОБЕТОНОВ НЕАВТОКЛАВНОГО ТВЕРДЕНИЯ	39
<b>Байдин О. В.</b> К ВОПРОСУ ПОВЫШЕНИЯ ТРЕЩИНОСТОЙКОСТИ ПОВРЕЖДЕННОГО КОРРОЗИЕЙ ЖЕЛЕЗОБЕТОНА	46
<b>Зинькова В.А.</b> МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ УЗЛОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ ТРУБЧАТЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ФЕРМЫ	50

## МЕХАНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И МАШИНОСТРОЕНИЕ

<b>Ханин С. И.</b> ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МЕЛЮЩИХ ТЕЛ В КОНУСООБРАЗНОМ КОРПУСЕ ШАРОВОЙ БАРАБАННОЙ МЕЛЬНИЦЫ	52
<b>Уваров В. А., Лозовой Н. М.</b> ОПРЕДЕЛЕНИЕ СИЛ В СМЕСИТЕЛЕ С ИЗМЕНЯЕМОЙ РАБОЧЕЙ КАМЕРОЙ ПЕРИОДИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ	56
<b>Жидков В. В., Богданов В. С., Семикопенко И.А., Логачев И. Н., Дмитриенко В. Г.</b> ЗАКОНОМЕРНОСТИ ДВИЖЕНИЯ ЧАСТИЦ ПОРОШКА В ЗОНЕ СЕПАРАЦИИ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ФОРМЫ КЛАССИФИКАТОРА ЦЕНТРОБЕЖНОГО ТИПА	60
<b>Воронов В. П., Несмеянов Н. П., Горшков П. С.</b> СПИРАЛЬНО-ЛОПАСТНОЙ ПРОТИВОТОЧНЫЙ СМЕСИТЕЛЬ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СУХИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ СМЕСЕЙ	66
<b>Полянский Ю. В., Евсеев А. Н., Емелин С. В.</b> МОДЕЛЬ РАСЧЕТА СНИМАЕМОГО МАТЕРИАЛА ПРИ ПЛОСКОМ ШЛИФОВАНИИ	70
<b>Богданов В. С., Логачев И. Н., Дмитриенко В. Г., Жидков В. В.</b> ЗАКОНОМЕРНОСТИ СЕГРЕГАЦИИ ЧАСТИЦ НА ВРАЩАЮЩЕМСЯ ДИСКЕ КЛАССИФИКАТОРА ЦЕНТРОБЕЖНОГО ТИПА	73
<b>Лозовой Н. М.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СМЕШЕНИЯ В СМЕСИТЕЛЬНО-ПОМОЛЬНОМ УСТРОЙСТВЕ С ИЗМЕНЯЕМОЙ РАБОЧЕЙ КАМЕРОЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ	79

## ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЯМИ

<b>Чижова Е. Н., Чмирева Е. В., Кривцунова О. Л., Евтушенко Е. И.</b> МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТРАНСФЕР ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЙ КАК СПОСОБ АКТИВИЗАЦИИ ИННОВАЦИОННОЙ СРЕДЫ В ЭКОНОМИКЕ СТРАНЫ	82
<b>Цветаев С. С., Логачев К. И.</b> АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ	87
<b>Шипицын А. В.</b> ИНВЕСТИЦИОННАЯ ОЦЕНКА БАНКОВСКИХ АКЦИЙ И ЕЕ ПРОБЛЕМЫ (НА ПРИМЕРЕ ОАО «ГАЗПРОМБАНК»)	90
<b>Ряпухина В. Н.</b> ИННОВАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ РЕГИОНА: МЕТОДИКА И ИНСТРУМЕНТЫ ОЦЕНКИ	94
<b>Всяких Ю. В., Всяких М. В.</b> ОЦЕНКА ДЕЙСТВУЮЩЕЙ НОРМАТИВНО-ПРАВОВОЙ БАЗЫ, РЕГУЛИРУЮЩЕЙ ПОРЯДОК ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННЫХ УСЛУГ, В ТОМ ЧИСЛЕ В ЭЛЕКТРОННОМ ВИДЕ	99
<b>Селиверстов Ю. И., Бухонова С.М.</b> НАЛОГОВОЕ СТИМУЛИРОВАНИЕ СОЗДАНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ В РОССИИ	105
<b>Калугин В. А., Череповская Н. А.</b> РЕГИОНАЛЬНЫЙ ФОРСАЙТ КАК ИНСТРУМЕНТ ИННОВАЦИОННОЙ ПОЛИТИКИ	110
<b>Блохин К. А.</b> МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ИССЛЕДОВАНИЮ ГИБКОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫМ ПРЕДПРИЯТИЕМ	112
<b>Чижова Е. Н., Чижов С. Ф., Брежнев А. Н., Аркатов А. Я.</b> ИЕРАРХИЯ ПРИНЦИПОВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ КАЧЕСТВО ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ	115
<b>Пушенко С. Л.</b> СТРУКТУРА МЕТОДОЛОГИИ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ В ПОВЫШЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОХРАНЫ ТРУДА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ СТРОЙИНДУСТРИИ	120

## ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

<b>Борисов И. Н., Мандрикова О. С., Семин А. Н.</b> РАСШИРЯЮЩАЯСЯ ДОБАВКА НА ОСНОВЕ СУЛЬФАТИРОВАННОГО И ФЕРРИТНОГО ОТХОДОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ ЦЕМЕНТОВ	125
<b>Матвеев С. С., Алоян Р. М., Овчинников А. А.</b> ОБОСНОВАНИЕ РЕЖИМОВ ОБЖИГА КВАРЦЕВОЙ КЕРАМИКИ	129
<b>Кондурин А. М., Верещака В. В., Тамазов М. В., Довженко И. Г., Тамазова Н. А.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИЧИН ОБРЫВНОСТИ СТЕКЛОВОЛОКНА МЕТОДОМ АТОМНО-СИЛОВОЙ МИКРОСКОПИИ	132

## ЭКОЛОГИЯ

<b>Свергузова Ж. А., Лупандина Н. С.</b> ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ВОДЫ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ	136
<b>Юдина Ю. В.</b> РОЛЬ ЛАНДШАФТНЫХ ИЗЫСКАНИЙ В ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОМ АНАЛИЗЕ ТЕРРИТОРИИ НА ПРИМЕРЕ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ	140
<b>Корнилов А. Г., Лопина Е. М., Гененко И. А., Стаценко Е. А.</b> РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАЗРАБОТКЕ КАРТ РЕКРЕАЦИОННОЙ НАГРУЗКЕ	145
<b>Черняев А. В., Павлов А. А.</b> ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛИ РАСТЕКАНИЯ НЕФТИ ПО РУСЛУ МАЛОГО ВОДОТОКА ПРИ ЛАМИНАРНОМ РЕЖИМЕ ТЕЧЕНИЯ	149
<b>Лупандина Н. С.</b> УТИЛИЗАЦИЯ ОСАДКОВ ВОДООЧИСТКИ В ПРОИЗВОДСТВЕ КЕРАМИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ	153

Аверкова О. А.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ОТРЫВНЫХ ТЕЧЕНИЙ  
НА ВХОДЕ ВО ВСАСЫВАЮЩИЕ ОТВЕРСТИЯ

158

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ

Шапгала В. Г., Радоуцкий В. Ю.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, КАК ИНСТРУМЕНТ АНАЛИЗА  
И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

161

Лебедев В. М.

ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ СИСТЕМОКВАНТОВ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ И  
ВОЗВЕДЕНИЯ ОБЪЕКТОВ

165

Аверченков В. И., Леонов Ю. А.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ ЭВРИСТИЧЕСКОГО ПОИСКА ДЛЯ СТРУКТУРНОЙ  
ОПТИМИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ОБРАБОТКИ ЗАГОТОВОК

168

Волков А. А., Лебедев В. М.,

РАЗРАБОТКА ПРОЕКТОВ ПОТОЧНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА КРУПНОПАНЕЛЬНЫХ ЖИЛЫХ  
ДОМОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИСТЕМОКВАНТОВ

173

## ТРАНСПОРТ И ЭНЕРГЕТИКА

Шутов А. И., Новописный Е. А.

ЭКСПЕРТИЗА СТОЛКНОВЕНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ И ВОЗМОЖНОСТИ ДЛЯ  
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ

177

Губарев А. В., Кулешов М. И.

ВАРИАНТЫ КОМПОНОВКИ РАДИАЦИОННОЙ ЧАСТИ КОНДЕНСАЦИОННОГО  
ВОДОГРЕЙНОГО КОТЛА

182

Жидков В. А.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ SCADA-СИСТЕМ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В ДИСПЕТЧЕРСКИХ  
СЛУЖБАХ БЕЛГОРОДСКОЙ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ

185

## ПРОБЛЕМЫ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ

Ковалева Е. Г., Радоуцкий В. Ю., Северин Н. Н.

КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ЭФФЕКТИВНОЕ  
ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ  
СОТРУДНИКОВ ГПС МЧС РОССИИ

190

Николаенко Д. А.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЧАСТНОГО ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ В СУЛТАНАТЕ  
ОМАНЕ

195

Глаголев С. Н., Фоменко Ю. В., Деменко В. В.

К ВОПРОСУ ОБ ИНТЕНСИФИКАЦИИ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ  
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ МОЛОДЫХ УЧЁНЫХ И ЕЁ ВЛИЯНИИ НА СТАНОВЛЕНИЕ  
ВОСТРЕБОВАННОГО СПЕЦИАЛИСТА

197

## ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

Шипицына Г. М., Герашенко М. Б.,

ИЗМЕНЕНИЯ В ЯЗЫКЕ КАК СЛЕДСТВИЕ ИЗМЕНЕНИЙ В ЖИЗНИ ЕГО НОСИТЕЛЕЙ

200

Анисенков Д. А.

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕОРИИ АДАПТАЦИИ К ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

205

Полуянов В. П.

ДУХОВНО-ПРАВСТВЕННАЯ ПРИРОДА ЧЕЛОВЕКА И ВОСПИТАНИЕ ОБЩЕСТВА

209

Максименко О. А.

ОБЪЕКТЫ ДОСУГОВО-РЕАБИЛИТАЦИОННОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ  
ВОЕННОСЛУЖАЩИХ И ЧЛЕНОВ ИХ СЕМЕЙ

215

НАШИ АВТОРЫ

220

## СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

Низина Т. А., д-р техн. наук, проф.,

Зимин А.Н., аспирант,

Низин Д.Р., студент

Мордовский государственный университет имени Н.П. Огарева

### ВЛИЯНИЕ НАПОЛНИТЕЛЕЙ НА ИЗМЕНЕНИЕ ДЕКОРАТИВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭПОКСИУРЕТАНОВЫХ ПОКРЫТИЙ ПОД ДЕЙСТВИЕМ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ОБЛУЧЕНИЯ

nizinata@yandex.ru

Приведены результаты анализа декоративных характеристик наполненных эпоксиретановых покрытий, работающих в условиях воздействия ультрафиолетового облучения. Разработана методика оценки изменения насыщенности цвета в зависимости от технологических параметров и эксплуатационных воздействий.

**Ключевые слова:** эпоксиретановые композиты, наполнители, эпоксидное и уретановое связующее, декоративные характеристики, насыщенность цвета, ультрафиолетовое облучение.

Полимерные составы на основе эпоксидных, полиуретановых и эпоксиретановых связующих активно применяются в качестве защитно-декоративных покрытий на объектах гражданского и промышленного строительства. Для снижения расхода дорогих полимерных связующих в их состав вводят разнообразные наполнители, позволяющие создавать новые материалы с комплексом необходимых эксплуатационных характеристик. Введение наполнителей позволяет повысить жесткость, химическую стойкость и огнестойкость, уменьшить усадку, улучшить перерабатываемость и т.д. Кроме того, применение различных по цвету наполнителей способно разнообразить палитру защитно-декоративных покрытий на основе полимерных вяжущих без использования пигментов, что также позволяет снизить себестоимость.

В последние годы защитные покрытия на основе полимерных связующих претерпевают второе рождение. Значительно расширился ассортимент выпускаемых покрытий; к разрабатываемым покрытиям предъявляются повышенные требования по декоративным параметрам. В наши дни защитно-декоративные покрытия должны обладать не только высокими прочностными и адгезионными характеристиками, но и привлекательным внешним видом, стабильностью декоративных характеристик во времени.

Экспериментальные исследования показали, что наибольшее негативное влияние на декоративные характеристики покрытий оказывает ультрафиолетовое облучение [1]. Световое старение полимерных материалов, как правило, представляет собой сложный химический процесс и включает первичные и вторичные реак-

ции. Первичные реакции происходят непосредственно после поглощения кванта света и представляют собой гомолитический разрыв связи с образованием свободного радикала. Эти радикалы быстро взаимодействуют с присутствующим кислородом. Ультрафиолетовое облучение в значительной степени ускоряет этот процесс. Поэтому старение полимеров в природных условиях рассматривают как фотоокислительную деградацию [2].

Для предотвращения или замедления реакций окисления в полимерные материалы на стадии получения вводят антиоксиданты или стабилизаторы, повышающие их стойкость к старению. Традиционно наиболее эффективными и широко применяемыми в производстве полимерных материалов стабилизаторами считаются ароматические пространственно-затрудненные амины. Однако довольно высокая токсичность и способность окрашивать полимер ограничивает область их использования. Для полимеров на основе эпоксидных смол в качестве стабилизаторов рекомендуется использовать пространственно-затрудненные фенолы [2]. Фенольные антиоксиданты обладают рядом неоспоримых преимуществ: малотоксичны, нелетучи, не окрашивают полимерные материалы, однако по эффективности действия несколько уступают аминным стабилизаторам.

В настоящее время известен широкий спектр антиоксидантов промышленного производства, наибольшее распространение среди которых получили такие стабилизаторы, как агидолы, ионол, фенозан (фенольного типа), ацетонанил, диафен, нафтам-2 (аминного типа). В работе [1] предложено в качестве стабилизаторов использовать вещества фенольного типа, часть

из которых (салициловая кислота и фенолфталеин) показали себя как эффективные антиоксиданты для эпоксидных связующих, превзойдя по совокупности упруго-прочностных и декоративных параметров промышленные антиоксиданты.

Проведенный анализ научной периодики показал, что практически все результаты исследований изменения декоративных характеристик относятся к ненаполненным вяжущим. При этом в литературе нет данных, позволяющих оценить влияние наполнителей на изменение цветовых параметров полимерных покрытий, работающих в условиях воздействия УФ-облучения. Поэтому задача исследования изменения декоративных характеристик полимерных связующих в зависимости от вида наполнителя и степени наполнения, а также их стабильности в процессе эксплуатации, несомненно, актуальна.

Качество декоративных покрытий принято определять по внешнему виду, цвету, блеску. На сегодняшний день существует три основных способа определения и описания цвета покрытия [3]:

- визуальное определение и соответствующее ему описание;
- сравнение с контрольным образцом (эталоном);
- количественное измерение и числовое выражение.

Необходимо отметить, что два первых метода являются условными и субъективными, так как напрямую связаны с состоянием нервной системы человека и зависят от личных особенностей зрения исследователя. Для количественного измерения цвета была создана колориметрическая система, утвержденная Международной осветительной комиссией (МОК) в 1931 году. Кроме колориметрической системы, цвет можно измерить с помощью цветового тона, чистоты цвета, коэффициента отражения и яркости [3]. При одинаковых значениях доминирующей длины волны, чистоты цвета и коэффициента яркости или отражения покрытия должны иметь один и тот же цвет. Однако установлено, что между цветовым ощущением человека и спектральным составом цвета нет прямой связи. Исследования цвета лакокрасочных покрытий показали, что данные цветовые характеристики не всегда дают правильное представление о его цветовом тоне, насыщенности и светлоте. Если расположить образцы в ряд по возрастанию длин волн, то оказывается, что они не воспроизводят равномерный ряд цветов покрытий, получаемый в результате визуального осмотра [3].

В последние годы для измерения цвета все чаще предлагается использовать компьютерные технологии. В основе предлагаемых подходов лежит возможность получения растрового изображения структуры материала при сканировании изучаемой поверхности, выражаемой в виде функции цвета. При цветном варианте сканирования, используя определенную цветовую модель, под которой подразумевается способ формального описания цвета на основе составляющих его компонентов, появляется возможность разложить каждый цвет на составляющие его спектры определенной частоты и получить объективные данные о декоративных характеристиках лакокрасочного покрытия.

Несмотря на схожесть подходов к оценке свойств лакокрасочных покрытий методом прямого сканирования поверхности образцов, для описания цвета используются различные цветовые модели: Lab, CMYK, HSB, RGB и т.д. При этом, на наш взгляд, несомненно, что пигментные краски, используемые в строительстве, также как и краски, используемые в полиграфии, отражают световое излучение и должны описываться субтрактивной моделью CMYK.

На основе проведенного анализа различных цветовых моделей был создан программный продукт «Статистический анализ цветовых составляющих лакокрасочных покрытий» [4] и разработана методика комплексных исследований декоративных характеристик защитных покрытий. Программный комплекс позволяет разбивать отсканированное изображение на CMYK-составляющие и определять их значения в каждой точке (пикселе) исследуемой поверхности. Для оценки каждой цветовой составляющей (голубой, пурпурной, желтой и черной) и яркости применялась цветовая палитра с 256 цветами (рис. 1). Для реализации математической модели использовался язык программирования Borland Delphi 7, поддерживаемые операционные системы – Windows 98/Me/2000/XP/7.

Согласно разработанной методике, на основе полученных с помощью программного комплекса кривых распределения цветовых составляющих (рис. 1) предлагается определять [1]: цветовые различия по насыщенности соответственно для голубой, пурпурной, желтой, черной составляющих, яркости и цветовую насыщенность покрытия в целом.

Количественное описание цветового различия по насыщенности выполняется путем сравнения исследуемого состава с абсолютно белым, имеющим максимальную ( $f(X) = 100\%$ ) плотность распределения при  $X = 255$ :

$$S_p = \frac{\sum_{i=0}^{255} (255 - X_{pi}) \cdot f(X_{pi})}{255 \cdot 100}, \quad (1)$$

где  $X_{pi}$  – уровень цветовой составляющей, изменяющийся от 0 до 255;  $f(X_{pi})$  – плотность распределения.

Цветовая насыщенность покрытия в целом по 4-м цветовым составляющим и с учетом яркости определяется соответственно по формулам:

$$E_{CMYK} = \sqrt{S_C^2 + S_M^2 + S_Y^2 + S_K^2}, \quad (2)$$

$$E_{CMYKH} = \sqrt{S_C^2 + S_M^2 + S_Y^2 + S_K^2 + S_H^2}. \quad (3)$$

где  $S_C$ ,  $S_M$ ,  $S_Y$ ,  $S_K$  и  $S_H$  – цветовое различие по насыщенности для голубой, пурпурной, желтой, черной составляющих и яркости.

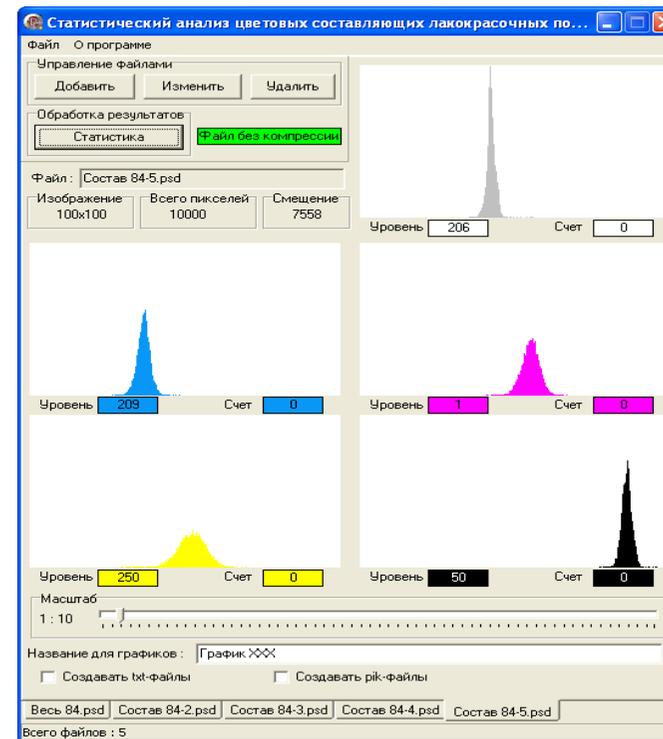


Рис. 1. Интерфейс программного комплекса «Статистический анализ цветовых составляющих лакокрасочных покрытий»

С помощью разработанного программного продукта появляется возможность проанализировать не только среднее значение насыщенности цвета исследуемого покрытия, но и распределение данной характеристики, что позволяет оценить однородность окраски.

В качестве объектов исследования в данной работе использовались эпоксиуретановые композиты, наполненные 3 видами различных по цвету и характеристикам наполнителей (мел,

маршалит и резиновая крошка), а также их комбинациями. Проведенные ранее экспериментальные исследования свидетельствуют о высоких упруго-прочностных и адгезионных характеристиках исследуемых составов [5].

Сканирование исследуемых образцов выполнялось с разрешением 2400 dpi. Размер анализируемой поверхности на одном образце составлял 15x50 мм. Учитывая, что для каждого состава параллельно исследовалось не менее 5

образцов, объем суммарной выборки составлял не менее 33 млн. пикселей. Интенсивность УФ-облучения составляла  $60 \text{ Вт/м}^2$  в диапазоне длин волн  $250 \div 400 \text{ нм}$ . В качестве источника света была использована ртутная лампа марки ДРТ-400, спектральное распределение энергии излучения которой наиболее близко к солнечной в УФ области. Для выявления изменения цветовой окраски в ходе экспериментального исследования фиксировалось изменение цветовых составляющих и яркости эпоксиуретановых покрытий через 500, 1000 и 2000 часов УФ-облучения.

На первом этапе экспериментальных исследований было изучено влияние соотношения уретанового и эпоксидного связующих (У:ЭО) на изменение цветовых составляющих полимерных композитов. Установлено (рис. 2), что с увеличением в составе эпоксиуретанов доли уретанового связующего происходит значитель-

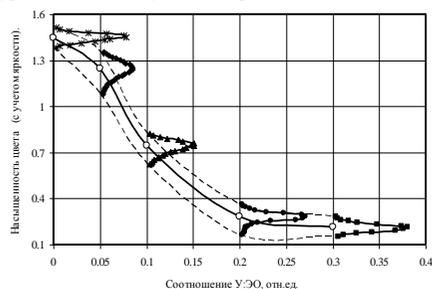


Рис. 2. Изменение кривых плотности распределения цветовой насыщенности эпоксиуретановых покрытий в зависимости от соотношения У:ЭО

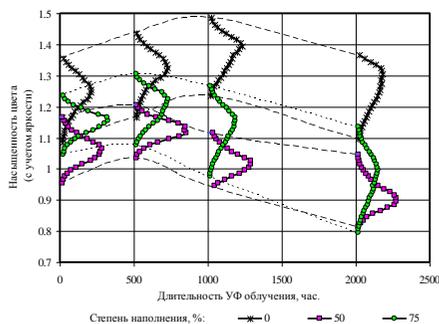


Рис. 4. Изменение кривых плотности распределения цветовой насыщенности эпоксиуретановых покрытий (соотношение У:ЭО = 0,05; наполнитель — мел) с различной степенью наполнения под действием УФ-облучения

ное снижение насыщенности цвета, наиболее ярко проявляющееся в интервале  $0 \div 0,2$  отн.ед. Визуально снижение насыщенности цвета характеризуется повышением белизны разрабатываемых покрытий. Дальнейшее повышение соотношения У:ЭО не приводит к существенному изменению декоративных параметров эпоксиуретановых композитов.

Результаты экспериментальных исследований изменения декоративных параметров наполненных эпоксиуретановых покрытий под действием УФ-облучения приведены на рис. 3 – 5. Проведенный анализ показал, что с повышением степени наполнения происходит снижение насыщенности цвета для составов, содержащих мел и маршалит (рис. 3, 4). В случае использования в качестве наполнителя резиновой крошки наблюдается повышение данного параметра для контрольного состава более чем в 2 раза (рис. 5).

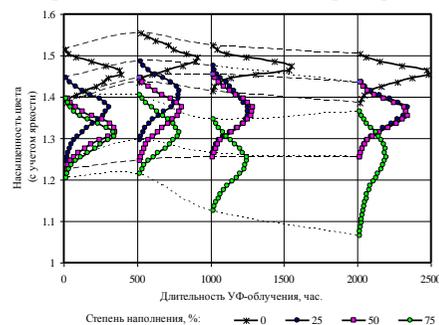


Рис. 3. Изменение кривых плотности распределения цветовой насыщенности эпоксидных покрытий (наполнитель — 70% мела+30% маршалита) с различной степенью наполнения под действием УФ-облучения

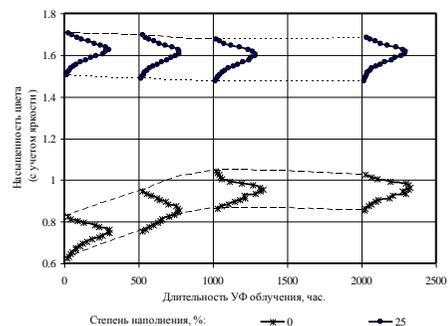


Рис. 5. Изменение кривых плотности распределения цветовой насыщенности эпоксиуретановых покрытий (соотношение У:ЭО = 0,1; наполнитель — резиновая крошка) с различной степенью наполнения под действием УФ-облучения

Наибольшая стабильность цвета в процессе ультрафиолетового воздействия зафиксирована для составов с содержанием  $25 \div 50\%$  комбинированного наполнителя (70% мела + 30% маршалита) и 25% резиновой крошки (рис. 3, 5). Увеличение степени наполнения до 75% приводит к повышению неоднородности окраски с появлением в структуре более светлых фрагментов, что хорошо видно по расширению кривых распределения со смещением в сторону более низких значений цветовой насыщенности (рис. 3, 4).

Проведенные исследования показали, что при введении оптимальных степеней наполнения (в наших исследованиях —  $25 \div 50\%$ ) возможно получить составы, обладающие достаточно высокой стойкостью в условиях воздействия УФ-облучения без применения стабилизаторов и антиоксидантов.

На наш взгляд, в настоящее время необходимо активное расширение круга исследуемых покрытий с целью выявления комплексного влияния технологических параметров и компонентов покрытий (наполнителей, пигментов, модификаторов и т.д.), на изменение декоративных характеристик и однородность окраски, а также изменение цвета защитно-декоративных покрытий под действием эксплуатационных факторов. Применение программного комплекса «Статистический анализ цветовых составляющих лакокрасочных покрытий» и разработанной методики оценки декоративных параметров на основе методов статистической обработки позволяет получить объективную информацию в минимальные сроки без дополнительных материальных затрат.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Низина, Т.А. Защитно-декоративные покрытия на основе эпоксидных и акриловых связующих / Т.А. Низина // Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2007. — 258 с.
2. Защита от коррозии, старения и биоповреждений машин, оборудования и сооружений : справ. в 2 т. / под ред. А.А. Герасименко. — М. : Машиностроение, 1987. — Т. 2 — 784 с.
3. Карякина, М. И. Испытание лакокрасочных материалов и покрытий / М.И. Карякина // М.: Химия, 1988. — 272 с.
4. Селяев, В. П. Статистический анализ цветовых составляющих лакокрасочных покрытий / В. П. Селяев, Т. А. Низина, Н.О. Зубанкова, Ю. А. Ланкина // Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2006610820 от 28.02.2006 г. в Роспатенте по заявке №2005613472 от 29.12.2005 г.
5. Зимин, А.Н. Наполненные эпоксиуретановые композиты / А.Н. Зимин, Т.А. Низина // Достижения и проблемы материаловедения и модернизации строительной индустрии : Материалы XV Академических чтений РААСН. В 2 част. Т.1. — Казань, 2010. — С. 504 – 508.

Байдин О. В., канд. техн. наук, докторант

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

**СИЛОВОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЮ ТРЕЩИН ПОВРЕЖДЕННОГО КОРРОЗИЕЙ ЖЕЛЕЗОБЕТОНА**

Oleg.v31@yandex.ru

Введена методика определения момента трещинообразования изгибаемого железобетонного элемента, поврежденного коррозией. Учитывается нелинейность и неравносность сопротивления бетона.

**Ключевые слова:** повреждения, коррозия, изгибаемый элемент

Прогноз силового сопротивления образованию трещин у поврежденного коррозией железобетона существенно необходим для оценки эксплуатационных возможностей конструкций первой категории трещиностойкости, а также при решении задач, связанных с анализом напряженно-деформируемого состояния железобетонных конструкций.

Для решения сформулированной задачи вводим посылки:

1. Рассматривается изгибаемый элемент, воспринимающий до начала агрессивнокоррозионных воздействий неизменные во времени нагрузки [2].

2. Допускается, что к моменту исчерпания ресурса силового сопротивления поврежденного коррозией железобетона образованию трещин эпюры нормальных напряжений в бетоне растянутой зоны при нагружении очерчиваются прямоугольником [3].

3. Используются квазилинейные уравнения силового сопротивления материалов [4]:

$$\varepsilon(t, t_0) = \frac{\sigma(t)}{E_{сп}(\sigma, t, t_0)},$$

или

$$\varepsilon(t, t_0) = \frac{\bar{S}[\sigma(t)]}{E_{сп-л}(\sigma, t, t_0)}, \quad (1)$$

где  $\bar{S}[\sigma(t)] = \sigma(t) \bar{S}^0[\sigma(t)]$  при

$$\bar{S}^0 = 1 + \bar{V} \left[ \frac{\sigma(t)}{R} \right]^m; E_{сп-л}(\sigma, t, t_0) = \frac{E_{сп-л}(t, t_0)}{S^0[\sigma(t), t, t_0]},$$

где при  $\sigma = const$   $E_{сп-л}(t, t_0) = \frac{E_{мс}(t)}{1 + \varphi(t, t_0)}$ , где

$$\varphi(t, t_0) = E_{мс}(t) \cdot C^0(t, t_0),$$

где  $\bar{S}$  – единая для упругомгновенных деформаций и неравновесных деформаций ползучести функция напряжений;  $\bar{S}^0$  – единая функция нелинейности;  $\bar{V}$ ,  $m$ , – параметры нелинейности [5];  $E_{мс}$  – модуль упругомгновенных деформаций;  $C^0$  – мера простой ползучести [6];  $\sigma$  –

напряжения;  $R$  – предел прочности;  $t_0, t$  – начальное и конечное время наблюдения.

4. Считается, что коррозионные повреждения к моменту наблюдения стабилизируются:

$$\delta(t, t_0) = [1 - \Delta\delta(t_0, t)e^{-\alpha(t-t_0)}] \delta_{сп}(t_0), \quad (2)$$

где  $\alpha$ ,  $\Delta\delta(t_0, t)$ ,  $\delta_{сп}(t_0)$  – эмпирические параметры, зависящие от сочетания свойств бетона и агрессивной коррозионной среды, а распределение повреждений по глубине бетонного образца описывается функцией сохранения характеристического силового сопротивления параболического типа [2]:

$$K^* = \sum_{i=0}^2 a_i z^i. \quad (3)$$

Использование  $K^*$  позволяет ввести прием эквивалентности, что упрощает расчеты конструктивной безопасности сооружений [2]; причем коэффициенты  $a_i$  зависят только от граничных условий. В статье рассматривается два основных варианта напряженно-деформируемого состояния (рис. 1).

На рис. 1 приняты следующие обозначения: А – зона полного разрушения бетона (толщина  $z^*$ ); Б – зона частичного повреждения бетона (толщина  $\delta$ , формула (2)); В – зона неповрежденного бетона (толщина  $p = x - (z^* + \delta)$ ).

Для варианта I параметр  $a_1$  для формулы (3) находится из условий при  $z = p + \delta$ ,

$$K^*(p + \delta) = 0, \quad (4)$$

при  $z = p$ ,

$$K^*(p) = 1, \frac{dK^*(z)}{dz} \Big|_{z=p} = 0, \quad (5)$$

откуда

$$a_0 = 1 - \left(\frac{p}{\delta}\right)^2; a_1 = \frac{2p}{\delta^2}; a_2 = -\frac{1}{\delta^2}. \quad (6)$$

Для варианта II параметры  $a_i$  для формулы (3) находятся из следующих условий

при  $z = p + \delta$

$$K^*(p + \delta) = K_1^*, (K_1^* > 0), \quad (7)$$

при  $z = p$

$$K^*(p) = \frac{dK^*(z)}{dz} \Big|_{z=p} = 0, \quad (8)$$

откуда

$$a_0 = 1 + (K_1^* - 1) \cdot \left(\frac{p}{\delta}\right)^2; a_1 = -2(K_1^* - 1) \frac{p}{\delta^2};$$

$$a_2 = \frac{K_1^* - 1}{\delta^2}, \quad (9)$$

причем при  $K_1^* = 0$  формулы (6) и (9) совпадают.

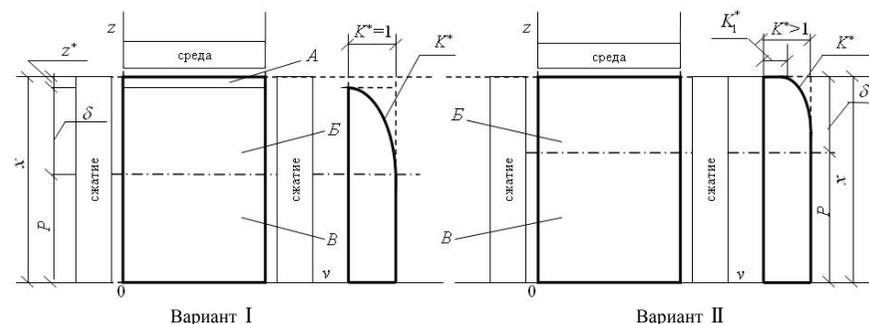


Рис. 1. Схемы коррозионных повреждений (вариант I – полное разрушения А контактного с агрессивной средой слоя  $z^*$ ; вариант II – частичное сохранение силового сопротивления в контактном слое Б)

Заметим, что  $z^*$  может быть вычислено по известным формулам или устанавливаться непосредственным замером.

Применительно к изгибаемому железобетонному элементу до образования силовых трещин в растянутой зоне для граничного напряженно-деформированного состояния имеющиеся записи (1)–(9) позволяют установить характеристики силового сопротивления

при коррозионном повреждении компонентов сечения (например, рис. 2).

Подчеркнем, что функция сохранения силового сопротивления (3) одинакова для всех характеристик бетона:

$$K^* = \frac{R^*}{R} = \frac{E^*}{E} = \frac{C^0}{C^*} = \dots \quad (10)$$

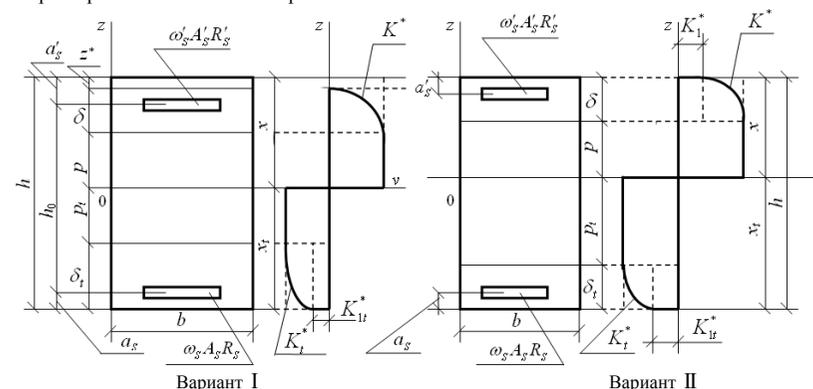


Рис. 2. Поперечное сечение железобетонного элемента (вариант I, вариант II)

Аналогично рис. 1 рассматриваются два варианта (см. рис. 2): вариант I – с наличием слоя полного разрушения А; вариант II – при отсутствии слоя полного разрушения. Далее, для граничного напряженного состояния устанавливаются расчетные площади компонентов  $A_i$  и

действующие при поперечном изгибе внутренние усилия в них

$$F_i = A_i R_i, \quad (11)$$

При этом при расчете усилий в арматуре к площадям вводятся коэффициенты сохранения

после коррозионных повреждений  $\omega_1$  и  $\omega'_1$  ( $0 \leq \omega < 1$ ).

В интересах построения расчетных алгоритмов фигуры эпюр, содержащих  $K_1^*$  и  $K_{1r}^*$ , расчлениются на две фигуры: прямоугольную и с параболическим очертанием.

Итак, в I варианте  $z^* \geq 0$  и  $K_1^* = 0$  (см. рис. 2) и далее по сжатой зоне:

– по сжатой арматуре:  $A_s^* = \omega'_s A'_s$ ,

$$F'_s = A_s^* R_s^c; \quad (12)$$

– по переходному слою А:

$$A_s = b \int_p^{p+\delta} K^*(z) dz = \frac{b}{\delta^2} \left( \frac{2}{3} \delta + p^2 \delta - p \delta^2 \right),$$

$$F_s = A_s R_b; \quad (13)$$

– по неповрежденному слою В:  $A_p = bp = b[x - (z^* + \delta)]$ ,

$$x = \frac{\omega_s A_s R_s - \omega'_s A'_s R_s^c}{b(R_b + R_{br})} + \frac{1}{3} \left( \frac{R_b}{(R_b + R_{br})} \right) \delta + \frac{R_b}{(R_b + R_{br})} z^* - \frac{1}{3} (1 - K_{1r}^*) \frac{R_{br}}{(R_b + R_{br})} \delta + \frac{R_{br}}{(R_b + R_{br})} h, \quad (18)$$

заметим, что при  $z^* \geq 0$  усилие  $F'_{s1}$  обнуляется.

Далее во II варианте  $z^* > 0$  и  $K_{1r}^* > 0$  (см. рис. 2).

По сжатой зоне:

– по сжатой арматуре:  $A_{s1}^* = \omega'_{s1} A'_{s1}$ ,

$$F_s = A_{s1}^* R_s^c; \quad (19)$$

– по переходному слою:  $A_s^* = A_{s1}^* + A_{s2}^*$ ,

где  $A_{s1}^* = K_1^* b \delta$ ,  $A_{s2}^* = \frac{2}{3} (1 - K_1^*) b \delta$ ,

$$F_s = A_s^* R_b; \quad (20)$$

– по неповрежденному слою:

$$A_p = bp = b(x - \delta) R_b. \quad (21)$$

По растянутой зоне:

$$x = \frac{\omega_s A_s R_s - \omega'_s A'_s R_s^c}{b(R_b + R_{br})} + (1 - K_1^*) \frac{R_b}{(R_b + R_{br})} \delta - \frac{1}{3} (1 - K_{1r}^*) \frac{R_{br}}{(R_b + R_{br})} \delta + \frac{R_{br}}{(R_b + R_{br})} h. \quad (25)$$

Поскольку жесткость железобетонного элемента  $D^*$  равна сумме жесткостей всех компонентов  $D_i^*$ , отсчитываемых относительно оси, проходящей через центр тяжести приведенного сечения [6], постольку

$$D^* = \sum_{i=1}^n D_i^* = \sum_{i=1}^n A_i E_i r_i^2, \quad (26)$$

где  $r_i$  – расстояние от центра тяжести  $i$ -го компонента до центра тяжести приведенного сечения, а расположение центра тяжести приве-

$$F_p = A_p R_b. \quad (14)$$

По растянутой зоне:

– по растянутой арматуре:  $A_s^* = \omega_s A_s$ ,

$$F_s = A_s^* R_s; \quad (15)$$

– по переходному слою:  $A_{\alpha}^* = A_{\alpha 1}^* + A_{\alpha 2}^*$ ,

где  $A_{\alpha 1}^* = K_{1r}^* b \delta$ ,  $A_{\alpha 2}^* = \frac{2}{3} (1 - K_{1r}^*) b \delta$ ,

$$F_{\alpha} = A_{\alpha}^* R_{br}; \quad (16)$$

– по неповрежденному слою:

$$A_{pt} = bp_t = b[x_t - \delta_t],$$

$$F_{pt} = A_{pt} R_{br}. \quad (17)$$

Условие равновесия всех усилий на горизонтальную ось  $\sum_i F_i = 0$  дает высоту сжатой

зоны сечения изгибаемого элемента  $x$ :

– по растянутой арматуре:

$$A_s^* = \omega_s A_s, F_s = A_s^* R_s; \quad (22)$$

– по переходному слою:  $A_{\alpha}^* = A_{\alpha 1}^* + A_{\alpha 2}^*$ ,

где  $A_{\alpha 1}^* = K_{1r}^* b \delta$ ,  $A_{\alpha 2}^* = \frac{2}{3} (1 - K_{1r}^*) b \delta$ ,

$$F_{\alpha} = A_{\alpha}^* R_{br}; \quad (23)$$

– по неповрежденному слою:

$$A_{pt} = (h - x_t - \delta_t) b,$$

$$F_{pt} = A_{pt} R_{br}. \quad (24)$$

Аналогично формуле (18), условие

$\sum F_i = 0$  дает высоту сжатой зоны:

денного сечения  $y_{ц.м.}$  (в данном случае – растянутой грани) рассчитывается по формуле

$$y_{ц.м.} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i A_i E_i}{\sum_{i=1}^n A_i E_i}. \quad (27)$$

Значения  $y_i$  определяются по рис. 2 и, следовательно,  $r_i$  будут иметь следующие значения:

**Вариант I**

По сжатой зоне:

– для сжатой арматуры:

$$r_s = h - (y_{ц.м.} + a'_s); \quad (28)$$

– для переходного слоя:

$$r_{\delta} = h - \left( \frac{5}{8} \delta + z^* \right); \quad (29)$$

– для неповрежденного слоя:

$$r_p = h - \left( \delta + z^* \frac{1}{2} p \right). \quad (30)$$

По растянутой зоне:

– для растянутой арматуры:

$$r_{st} = y_{ц.м.} - a_s; \quad (31)$$

– для переходного слоя:

$$r_{\alpha 1} = y_{ц.м.} - \frac{1}{2} \delta_t, \quad r_{\alpha 2} = y_{ц.м.} - \frac{5}{8} \delta_t; \quad (32)$$

– для неповрежденного слоя:

$$r_{pt} = y_{ц.м.} - \left( x_t - \frac{p_t}{2} \right). \quad (33)$$

**Вариант II**

По сжатой зоне:

– для сжатой арматуры:

$$r_s = h - (y_{ц.м.} + a'_s); \quad (34)$$

– для переходного слоя:

$$r_{\delta 1} = h - \frac{1}{2} \delta, \quad r_{\delta 2} = h - \frac{5}{8} \delta; \quad (35)$$

– для неповрежденного слоя:

$$r_p = h - \left( \delta_t + \frac{1}{2} p_t \right). \quad (36)$$

По растянутой зоне:

– для растянутой арматуры:

$$r_{st} = y_{ц.м.} - a_s; \quad (37)$$

– для переходного слоя:

$$r_{\alpha 1} = y_{ц.м.} - \frac{1}{2} \delta_t, \quad r_{\alpha 2} = y_{ц.м.} - \frac{5}{8} \delta_t; \quad (38)$$

– для неповрежденного слоя:

$$r_{pt} = y_{ц.м.} - \left( \delta_t + \frac{p_t}{2} \right). \quad (39)$$

Полученные данные по  $r_i$  позволяют с помощью формулы (26) найти жесткость расчетного сечения  $D^*$  (например, для  $l/2$  у балки, симметрично нагруженной и имеющей одинаковые опорные условия).

Далее, учитывая [7],

$$\frac{1}{\rho} = \frac{d^2 U}{dx^2} = \frac{M}{D^*} \quad \text{и} \quad \varepsilon = \frac{z}{\rho},$$

откуда

$$\varepsilon_{\phi t} = \frac{h - x}{\rho}, \quad (40)$$

где  $\rho$  – радиус кривизны;  $U$  – функция прогиба;  $x$  – абсцисса сечения, находим изгибающий момент, соответствующий образованию трещины

$$M_{mp} = \frac{K_{1r}^* \varepsilon_{\phi t}}{h - x} D^*, \quad (41)$$

где  $M_{mp}$  – изгибающий момент, при котором образуется первая трещина;  $D^*$  – жесткость наиболее нагруженного сечения поврежденного коррозией изгибаемого элемента;

$$\varepsilon_{\phi t} = K_{1r}^* \varepsilon_R, \quad (42)$$

где  $\varepsilon_R$  – предельная растяжимость при изгибе (относительная полная деформация при изгибе) растянутого фибрового волокна [1];  $K_{1r}^*$  – коэффициент силового сопротивления.

Таким образом, установлена связь между моментом силового трещинообразования и жесткостью «опасного» сечения, зависящих, в свою очередь, от интенсивности коррозионных повреждений бетона и арматуры, нелинейности деформирования и ползучести.

\*Научный консультант *д-р техн. наук, проф., академик РААСН. Бондаренко В.М.*

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Байдин, О.В. Трещиностойкость стержневых сборно-монолитных железобетонных конструкций / О.В. Байдин. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2010. – 101 с. – ISSN 978-5-361-00147-7.
2. Бондаренко, В.М. Некоторые фундаментальные вопросы развития теории железобетона / В.М. Бондаренко // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. – 2010. – № 2. – С. 5 – 11.
3. Бондаренко, В.М. Расчетные модели силового сопротивления железобетона / В.М. Бондаренко, Вл.И. Колчунов. – М.: Изд-во АСВ, 2004. – 472 с.: 182 ил.
4. Бондаренко, В.М. Учет энергетической и коррозионной диссипации силового сопротивления при оценке устойчивости строительных конструкций / В.М. Бондаренко // Строительная механика и расчет сооружений. – 2011. – № 3.
5. Бондаренко, С.В. Усиление железобетонных конструкций при реконструкции зданий / С.В. Бондаренко, Р.С. Санжаровский. – М.: Стройиздат, 1990. – 352 с.: ил. –ISSN 5-274-00559-4.
6. Бондаренко, В.М. Некоторые вопросы нелинейной теории железобетона / В.М. Бондаренко. – Харьков: Изд-во Харьковского университета, 1968. – 234 с.
7. Феодосьев, А.И. Сопротивление материалов / А.И. Феодосьев. – М.: Изд-во Наука, Физматгиз, 1970.

Рахимбаев Ш. М., д-р техн. наук, проф.,  
Аниканова Т. В. канд. техн. наук, ст. преп.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г.Шухова

## ПЕНОБЕТОННЫЕ СМЕСИ С УСКОРЕННЫМИ СРОКАМИ СХВАТЫВАНИЯ

pogrom7@yandex.ru

Установлено, что введение добавок позволяет сократить время начала схватывания и конца схватывания, введение добавки поташ – М в небольшом количестве позволит ускорить процесс изготовления пенобетонных изделий. При практически одинаковой стоимости поташ – М лучше влияет на пенобетонную систему, чем поташ.

**Ключевые слова:** начало схватывания, конец схватывания, пенобетонные смеси, средняя плотность, прочность.

В настоящее время известно много ускорителей схватывания. Все они достаточно хорошо исследованы и широко применяются в производстве строительных материалов, в частности бетонов [4, 5]. Однако, при использовании известных добавок в производстве пенобетонных изделий они ведут себя иначе. Пенообразователь при добавлении в систему, содержащую другие химические добавки может оказать на свойства цементных систем иное влияние, чем когда второй добавок нет.

ГОСТ 25489-89 «Бетоны ячеистые. Технические условия» [1] рекомендует ряд добавок для регулирования структурообразования, нарастания пластической прочности, ускорения твердения и пластифицирующие добавки. Од-

ной из таких добавок является калий углекислый (поташ).

Добавки модифицированный поташ (далее – поташ М) и калий углекислый (поташ) в цементных системах проявляют себя, как ускорители процессов схватывания и структурообразования. В пеноцементных системах в качестве пенообразователя используются различные ПАВ.

Прежде чем вводить эти добавки в пеноцементную смесь, проверялось их влияние на стойкость и кратность пены. В качестве пенообразователя использовался товарный синтетический пенообразователь, выпускаемый СПО «Щит» г. Шебекино – «Пеностром». Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1

Влияние добавок поташ – М и поташ на стойкость и кратность пены

Конц. ПО, %	поташ – М, %							
	0		0,1		0,3		0,5	
	Ст.	Кр.	Ст.	Кр.	Ст.	Кр.	Ст.	Кр.
0,10	2-00	9,87	1-50	8,49	2-00	8,81	2-00	8,98
	2-00	9,87	2-00	8,82	2-10	9,45	2-00	9,66

Как видно из приведенных экспериментальных данных добавки поташ – М и поташ не оказывают существенного действия на стойкость и кратность пены. Из таблицы 1 видно, что при введении добавок стойкость пены практически не изменяется и составляет около двух часов. Этого времени достаточно, чтобы в пеноцементной системе начался процесс схватывания. Это позволит устранить причину усадки свежеприготовленной низкоплотной пенобетонной массы, которая обусловлена избытком межпленочной жидкости, так как не весь ее объем равномерно заполняется твердой вяжущей фазой.

Влияние добавок на водопотребность и сроки схватывания пеноцементной системы определялись в соответствии с требованиями

ГОСТ 310.3 – 76 «Цементы. Методы определения нормальной густоты, сроков схватывания и равномерности изменения объема» [2] и представлены в таблицах 2 и 3.

Таблица 2

Влияние добавок поташ – М и поташ на водопотребность пеноцементной смеси

Состав	Нормальная густота, %
ПЦ 500Д0 + 0,1 ПО	25,63
ПЦ 500Д0 + 0,1 ПО + 0,1% поташ – М	24,33
ПЦ 500Д0 + 0,1 ПО + 0,3% поташ – М	25,13
ПЦ 500Д0 + 0,1 ПО + 0,5% поташ – М	25,75
ПЦ 500Д0 + 0,1 ПО + 0,1% поташ	23,83
ПЦ 500Д0 + 0,1 ПО + 0,3% поташ	25,0
ПЦ 500Д0 + 0,1 ПО + 0,5% поташ	25,75

Таблица 3

Влияние добавок поташ – М и поташ на сроки схватывания пеноцементной смеси

Состав	Начало схватывания,	Конец
	ч – мин.	схватывания, ч – мин.
ПЦ 500Д0 + 0,1 ПО	1 – 40	4 – 20
ПЦ 500Д0 + 0,1 ПО + 0,1% поташ – М	0 – 40	3 – 05
ПЦ 500Д0 + 0,1 ПО + 0,3% поташ – М	0 – 16	2 – 05
ПЦ 500Д0 + 0,1 ПО + 0,5% поташ – М	0 – 14	1 – 05
ПЦ 500Д0 + 0,1 ПО + 0,1% поташ	0 – 10	3 – 15
ПЦ 500Д0 + 0,1 ПО + 0,3% поташ	0 – 10	0 – 42
ПЦ 500Д0 + 0,1 ПО + 0,5% поташ	0 – 10	0 – 25

Как видно из таблиц 2 и 3, обе добавки ускоряют схватывание. Следует отметить, что сокращается не только время начала схватывания, но и его конец. Поташ оказывает грубое действие на систему, т.е. при увеличении дозировки резко сокращает процесс схватывания. Поташ – М действует более мягко. Это связано с наличием в составе поташ – М иона водорода.

Рассмотрим влияние этих добавок на плотность и прочность пенобетонных изделий. Результаты исследований представлены на рисунках 1, 2 и в таблице 4. На рис. 1 и 2 видно, что при увеличении дозировки поташ – М с 0,1% до 0,4% плотность образцов снизилась до 335 кг/м<sup>3</sup>, при содержании добавки 0,5%, снижение плотности составило 6,4%. Введение в систему поташа в количестве 0,1; 0,3% снизило плотность образцов до 330 кг/м<sup>3</sup>, то есть на 7,8%. А увеличение содержания добавки до 0,5% привело к росту плотности образцов. Видно, что поташ снижает плотность пенобетонных образцов сильнее, чем поташ – М, при дозировке 0,1, 0,3%. Средняя плотность образцов определялась в соответствии с требованиями ГОСТ [1], предел прочности при сжатии и изгибе определялась в соответствии с требованиями ГОСТ [3].

Результаты исследований стандартных образцов на прочность при сжатии показали, что при увеличении дозировки поташ с 0,1% до 0,5% прочность при сжатии в возрасте 28 суток резко снижается. Так при введении 0,5% добавки прочность в возрасте 28 суток лишь на 5% больше прочности в возрасте 3 суток. При увеличении поташ – М с 0,1% до 0,5% прочность при сжатии в возрасте 28 суток практически не изменяется и составляет 0,57 МПа. Это представляет практический интерес, так как прочность при введении добавки не изменяется, а плотность снижается на 6,4%.

Введение добавок позволяет сократить время начала схватывания и конца схватывания. Это представляет практический интерес, так как введение добавки поташ – М в небольшом количестве позволит ускорить процесс изготовления пенобетонных изделий. При практически одина-

ковой стоимости поташ – М лучше влияет на пенобетонную систему, чем поташ.

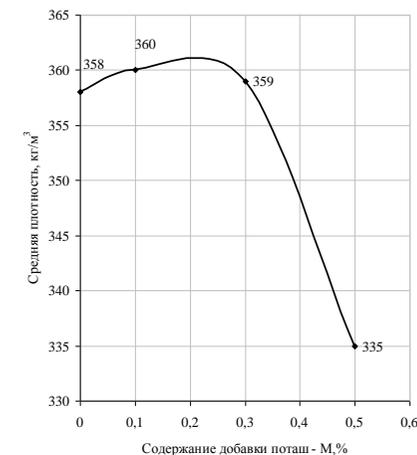


Рис. 1. Влияние добавки поташ – М на плотность пенобетона

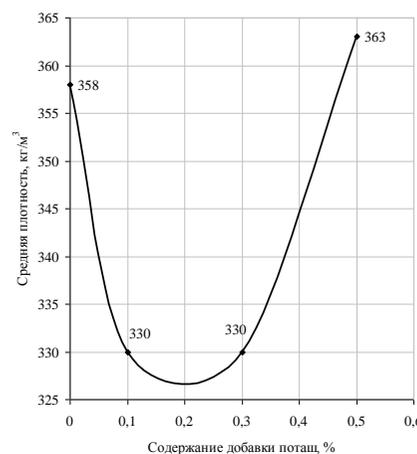


Рис. 2. Влияние добавки поташ на плотность пенобетона

Таблица 4

## Влияние добавок на прочность при сжатии: а) поташ – М, б) поташ

Состав	Прочность при сжатии серии из трех образцов, МПа (в возрасте, сут.)		
	3	7	28
ПЦ 500Д0 + 0,1 ПО	0,48	0,52	0,57
ПЦ 500Д0 + 0,1 ПО + 0,1% поташ – М	0,44	0,48	0,52
ПЦ 500Д0 + 0,1 ПО + 0,3% поташ – М	0,44	0,48	0,57
ПЦ 500Д0 + 0,1 ПО + 0,5% поташ – М	0,39	0,44	0,52
ПЦ 500Д0 + 0,1 ПО + 0,1% поташ	0,39	0,413	0,41
ПЦ 500Д0 + 0,1 ПО + 0,3% поташ	0,35	0,43	0,412
ПЦ 500Д0 + 0,1 ПО + 0,5% поташ	0,36	0,39	0,38

Достоинство поташа – М перед поташом состоит также в том, что первая соль содержит вдвое меньше щелочного элемента, способствующего высолообразованию, чем поташ.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 25485 – 89 Бетоны ячеистые. Технические условия. – М.: Изд-во стандартов, 1989.- 15 с.
2. ГОСТ 310.3 – 76 Цементы. Методы определения нормальной густоты, сроков схватывания и равномерности изменения объема. – М.: Изд-во стандартов, 1978.- 7 с.

3. ГОСТ 310.4 – 81 Цементы. Методы определения предела прочности при изгибе и сжатии. – М.: Изд-во стандартов, 1983.- 11 с.

4. Меркин А.П. Ячеистые бетоны: научные и практические предпосылки дальнейшего развития / А.П. Меркин // Строительные материалы. – 1995. – № 2. – С.11-15.

5. Сеница М.С. Влияние структуры поризованного бетона на его деформации и прочность / М.С. Сеница, А.А. Лаукайтис, А.В. Дудик // Строительные материалы. – 2002. – № 11. – С. 32-34.

*Федосов С. В., акад. РААСН, д-р техн. наук, проф.,  
Акулова М. В., советник РААСН, д-р техн. наук, проф.,  
Слизнева Т. Е., канд. техн. наук, доц.,  
Ахмадулина Ю. С., аспирант  
Ивановский государственный архитектурно-строительный университет  
Падохин В. А., д-р техн. наук, проф.,  
Базано А. В., канд. техн. наук, н. с.  
Институт химии растворов РАН*

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МЕХАНОАКТИВАЦИИ ВОДНОГО РАСТВОРА ЖИДКОГО СТЕКЛА НА СВОЙСТВА ЦЕМЕНТНЫХ КОМПОЗИТОВ

rector@igasu.ru

*Исследовано влияние механоактивации водного раствора натриевого жидкого стекла, используемого для затворения цементного теста, на физико-механические свойства цементных композитов. Показано, что механоактивация раствора способствует снижению водопоглощения цементного камня, а также положительно влияет на подвижность и сроки схватывания цементного теста. На основе статистической обработки опытных данных найдены рациональные значения технологических параметров процесса механоактивации и концентрации растворов жидкого стекла для улучшения эксплуатационных характеристик цементных композитов.*

**Ключевые слова:** цемент, жидкое стекло, механоактивация, метод планирования эксперимента.

В производстве жаростойких бетонов в качестве вяжущих применяются портландцемент, алюминатные цементы, жидкое стекло, фосфатные связующие [1]. В последние годы наметился переход к применению композиционных вяжущих, в состав которых входят дорогостоящие полимерные композиции, химический состав которых зачастую является коммерческой тайной. В то же время совместное использование портландцемента и жидкого стекла в качестве вяжущего не потеряло своей актуальности в связи со сравнительно невысокой стоимостью данных материалов. Улучшение эксплуатационных свойств бетонов на таком вяжущем может быть достигнуто за счет модификации технологии производства. Одним из направлений совершенствования технологического процесса производства бетона с целью улучшения его физико-механических свойств без значительного удорожания является активация составляющих бетонной смеси, в частности, воды затворения [2].

Известно, что высокоскоростное перемещение воды сопровождается кавитацией, обусловленной перепадами давления внутри пузырьков газа [3]. Кавитация порождает целый комплекс физических, физико-химических эффектов и явлений. Среди них можно выделить нестационарные периодические повышения температуры и давления парогазовой смеси в кавитационных пузырьках; возникновение ударных волн и кумулятивных струй (истекающих при «схлопывании» пузырьков); генерирование электрических микроразрядов в пузырьках; возникновение сонолюминисценции; возбуждение и ионизацию молекул воды; образова-

ние радикалов, дегазацию воды и др. В результате этих процессов изменяется структура и свойства водных растворных систем затворения.

Ранее было установлено, что использование активированной воды для затворения цементного теста способствует более полной гидратации клинкерных составляющих портландцемента [4].

В данной работе проводились исследования влияния концентрации и времени механоактивации раствора жидкого стекла, входящего в состав композиционного вяжущего наряду с портландцементом, на подвижность и сроки схватывания цементного теста, затворяемого при различных водоцементных отношениях, а также на водопоглощение цементного камня.

В качестве исходных материалов использовались портландцемент М500 ДО (ГОСТ 30515-97 «Техническое описание. Область применения»), дистиллированная вода (ГОСТ 6709-72\* «Вода дистиллированная. Технические условия»), жидкое стекло (ГОСТ 13078-81 «Стекло натриево-жидкое. Технические условия»).

Для проведения механоактивации использовали ударно-вихревой аппарат оригинального конструктивного оформления, ротор которого вращался с постоянной скоростью 3000 об/мин. Время активации можно было регулировать.

Сроки начала и окончания схватывания определяли по ГОСТ 310.3-76 (1992), подвижность - согласно ГОСТ 5802-86 и в соответствии с ГОСТ 10181-2001, водопоглощение – по ГОСТ 12730.3-78 (1994).

Работа проводилась в два этапа. На первом этапе исследовали влияние механоактивации

растворов жидкого стекла на дистиллированной воде при температуре 20 °С на их водородный показатель и удельную электропроводность. Результаты исследований, представленные в табл. 1, показали, что 10 %-ный раствор силиката натрия имел значительно более высокую электропроводность по сравнению с растворами меньшей концентрации, а также значительное –

в среднем на 42 % – повышение pH раствора до 11,2. В то же время, 0,1 %-ный раствор силиката натрия вызывает повышение pH в среднем на 33% по сравнению с водой, не содержащей  $Na_2SiO_3$ , при этом электропроводность изменялась незначительно.

Таблица 1

**Влияние времени активации и концентрации силиката натрия на водородный показатель и удельную электропроводность воды**

Время обработки, сек.	Без добавления силиката натрия		10%-ный раствор силиката натрия		0,1%-ный раствор силиката натрия	
	pH	Удельная электропроводность, мСм/см	pH	Удельная электропроводность, мСм/см	pH	Удельная электропроводность, мСм/см
0	5,63	0,0047	10,5	8,23	9,76	0,0114
30	6,41	0,016	11,192	8,44	9,55	0,0154
60	6,60	0,0237	11,198	8,5	9,395	0,017
90	6,8	0,0311	11,208	8,57	9,309	0,0181

На следующем этапе изучали влияние активации растворов жидкого стекла, используемых в качестве воды затворения, на свойства цементных композитов. Для анализа зависимости водопоглощения, подвижности и сроков схватывания от водоцементного отношения,

времени активации и концентрации жидкого стекла применили метод планирования эксперимента. Все опыты проводили в соответствии с трехуровневым планом второго порядка Бокса-Бенкена [5]. Границы изменения факторов и их обозначения представлены в табл. 2.

Таблица 2

**Интервалы варьирования факторов**

	Факторы		
	Водоцементное отношение (В/Ц) (vc)	Время активации (t), сек	Концентрация силиката натрия (C), %
Обозначение в уравнениях регрессии	$x_1$	$x_2$	$x_3$
Минимальное значение	0,28	30	0,1
Максимальное значение	0,35	90	10

Уравнения регрессии для выбранных откликов имели вид:

$$y = a_0 + \sum_{i=1}^n a_i x_i + \sum_{i=1, i < j}^n a_{ij} x_i x_j + \sum_{i=1}^n a_{ii} x_i^2 \quad (1)$$

где  $y$  – отклик,  $a_0, a_i, a_{ij}, a_{ii}$  – коэффициенты уравнения регрессии,  $x_i$  – нормированные факторы:

1) для водопоглощения

$$y_{ВП} = 9,972 + 0,8425x_1 - 0,185x_2 + 0,7625x_3 + 0,449x_1^2 - 1,0618x_2^2 + 0,845x_1x_3 + 0,285x_2x_3 \quad (2)$$

2) для подвижности

$$y_{П} = 9,4 + 13x_1 + 5,625x_2 - 0,875x_3 + 9,675x_1^2 + 4,425x_2^2 + 4,925x_3^2 \quad (3)$$

3) для сроков начала схватывания

$$y_{НС} = 82 + 29,375x_1 - 100x_3 + 52,75x_1^2 + 42,75x_2^2 + 31,5x_3^2 + 16,25x_1x_3 + 23,75x_2x_3 \quad (4)$$

4) для сроков окончания схватывания

$$y_{КС} = 191 + 31,25x_1 - 101,875x_3 + 18,25x_1^2 + 39,5x_2^2 + 16,25x_1x_3 + 52,5x_2x_3 \quad (5)$$

На основе полученных уравнений были построены поверхности для каждого отклика в зависимости от двух факторов, третий фактор был зафиксирован на одном из уровней. На рис. 1 представлена поверхность для функции, описывающей водопоглощение.

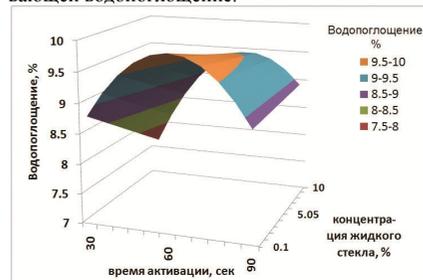


Рис.1. Зависимость водопоглощения цементного камня от времени активации и концентрации жидкого стекла (ж. с.) при В/Ц=0,29

Из анализа поверхности, представленной на рис. 1, следует, что для уменьшения водопоглощения необходимо проводить активацию в течение 30-50 секунд.

На следующем этапе сравнивали рассматриваемые характеристики цементных композитов, затворенных на растворе силиката натрия, предварительно активированном в течение 45 секунд, и аналогичные характеристики образцов, затворенных на неактивированном растворе силиката натрия. Для контрольных образцов концентрации растворов жидкого стекла составляли 0,1 %, 5,05 %, 10 % при водоцементных отношениях 0,28, 0,315 и 0,35. Результаты сравнения представлены на рис. 2-5. По оси абсцисс – концентрация раствора силиката натрия.

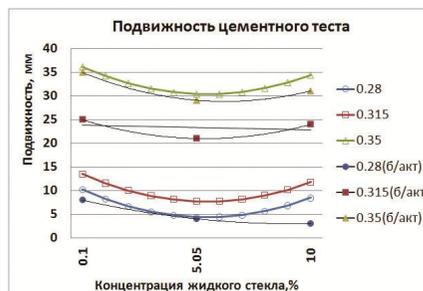


Рис.2. Зависимость подвижности цементного теста от концентрации жидкого стекла при водоцементных отношениях: 0,28, 0,315 и 0,35 для образцов на механоактивированных растворах жидкого стекла; 0,28(б/акт), 0,315(б/акт) и 0,35(б/акт) для контрольных образцов

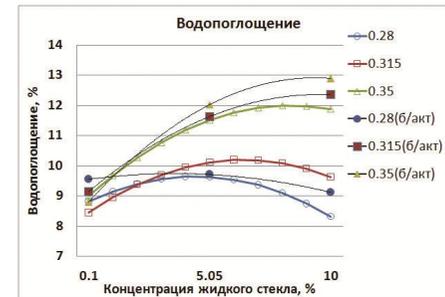


Рис.3. Зависимость водопоглощения цементного камня от концентрации жидкого стекла при водоцементных отношениях: 0,28, 0,315 и 0,35 для образцов на механоактивированных растворах жидкого стекла; 0,28(б/акт), 0,315(б/акт) и 0,35(б/акт) для контрольных образцов

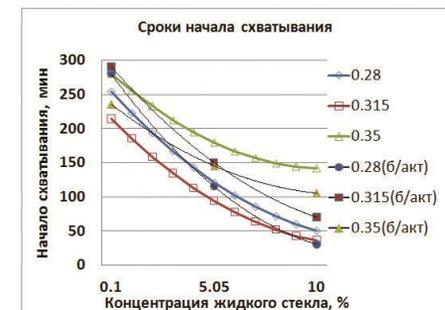


Рис.4. Зависимость сроков начала схватывания цементного теста от концентрации жидкого стекла при водоцементных отношениях: 0,28, 0,315 и 0,35 для образцов на механоактивированных растворах жидкого стекла; 0,28(б/акт), 0,315(б/акт) и 0,35(б/акт) для контрольных образцов

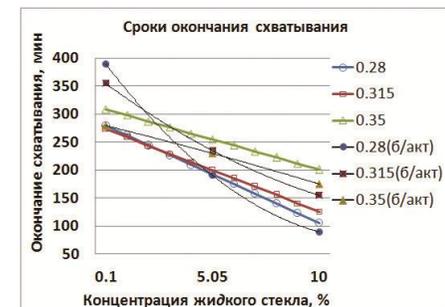
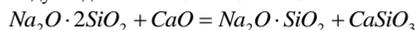


Рис.5. Зависимость сроков окончания схватывания цементного теста от концентрации жидкого стекла при водоцементных отношениях: 0,28, 0,315 и 0,35 для образцов на механоактивированных растворах жидкого стекла; 0,28(б/акт), 0,315(б/акт) и 0,35(б/акт) для контрольных образцов

По рис. 2 видно, что контрольные составы показывали меньшую подвижность в тех случаях, когда водоцементное отношение составляло 0,28 или 0,35. При  $V/C=0,315$  подвижность контрольных образцов была выше. Представленные на рис. 3 кривые водопоглощения контрольных образцов лежат выше соответствующих расчетных кривых, что указывает на более плотную структуру цементных композитов, затворенных на активированном растворе силиката натрия. Согласно графикам, приведенным на рис. 4, наибольший эффект ускорения схватывания наблюдался у цементного теста, затворенного на активированном растворе при водоцементном отношении 0,315, а наименьший – у цементного теста, затворенного на активированном растворе при водоцементном отношении 0,35. Кривые, представленные на рис. 5, свидетельствуют о том, что сроки окончания схватывания умень-



Образующийся в составе цементного камня алюминат натрия является очень сильным ускорителем его схватывания. Кроме реакции, описанной выше, происходит еще одна реакция между жидким стеклом и известью:



Образовавшийся силикат кальция является очень прочным и плотным материалом. Отлагаясь в порах твердеющего камня, силикат кальция снижает проницаемость порового пространства и придает цементному камню повышенную плотность и водонепроницаемость [1].

Применение механоактивации раствора жидкого стекла, используемого для затворения портландцемента, позволило увеличить подвижность цементного теста с пониженным содержанием воды ( $V/C=0,28$ ); получить более плотный цементный камень (уменьшение водопоглощения свидетельствует об образовании более мелких пор при твердении); несколько увеличить сроки схватывания при больших концентрациях добавки, а также сократить время между началом и окончанием схватывания. Механоактивация раствора силиката натрия способствует улучшению эксплуатационных характеристик цементных композитов.

шаются по сравнению с контрольными составами после активации раствора силиката натрия концентраций ниже 5 %. При водоцементном отношении 0,28 схватывание начинается позже, чем при  $V/C=0,315$ , а заканчивается раньше.

Таким образом, можно утверждать, что наиболее рациональными значениями технологических параметров проведения процесса механоактивации являются следующие: водоцементное отношение 0,28-0,30; концентрация силиката натрия 2-4 %; время активации 40-45 секунд.

Сокращение сроков схватывания при использовании композиционного вяжущего обусловлено тем, что в результате химической реакции между жидким стеклом и гидроалюминатом кальция, входящим в состав цементного клинкера, образуются гидросиликат кальция и алюминат натрия согласно уравнению [1]:

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Корнеев, В.И. Растворимое и жидкое стекло / В.И. Корнеев, В.В. Данилов – Санкт-Петербург: Стройиздат. – 1996. – 216 с.
2. Федосов, С.В. Применение нанотехнологий с использованием импульсной механоактивации комплексов жидких композитов в производстве бетонов / С.В. Федосов, М.В. Акулова, В.А. Падохин // Сб. докл. участников круглого стола «Наносистемы в строительстве и производстве строительных материалов» – М.: МГСУ, 2007. – 135 с.
3. Промтов, М.А. Пульсационные аппараты роторного типа: теория и практика. – М.: Машиностроение-1, 2001. – 260 с.
4. Федосов, С.В. Анализ структуры и фазовых превращений в мелкозернистом бетоне на механомагнитоактивированной воде затворения с добавкой ПВА / С.В. Федосов, М.В. Акулова, Т.Е. Слизнева, В.А. Падохин // Сб: Актуальные проблемы бетона и железобетона. Материалы и конструкции, расчет и проектирование: Материал науч.-практич. конф. – Ростов н/Д: Рост. гос. строит. ун-т. – 2010. – С. 72-77.
5. Ивоботенко, Б.А. Планирование эксперимента в электромеханике / Б.А. Ивоботенко, Н.Ф. Ильинский, И.П. Копылов – М.: Энергия, 1975–184 с.

Карпенко А. В., аспирант,  
Духовный Г. С., канд. техн. наук, проф.  
Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова  
Мирошниченко С. И., канд. техн. наук,  
ООО «Белдорстрой»

#### РЕЗИНОБИТУМНОЕ ВЯЖУЩЕЕ, ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

karpenko-alisa@mail.ru

Предложено применение активного порошка дискретно девулканизированной резины в качестве компонента полимербитумного вяжущего.

Произведено сравнение показателей свойств нескольких составов, отличающихся количеством введенного резинового порошка и технологией объединения его с битумом. Полученное резинобитумное вяжущее испытано согласно ГОСТ, а также по методологии «Супертейв». По результатам испытаний вяжущее соответствует ГОСТ и ASTM и имеет большой температурный интервал работы.

**Ключевые слова:** модификатор, «Унирем», резиновый порошок, резинобитумное вяжущее, полимербитумное вяжущее, «Супертейв».

В современном дорожном строительстве все большее распространение приобретают полимербитумы, с расширенным температурным интервалом работы. Для их приготовления, практически альтернативно, применяются полимеры типа СБС, что приводит к значительному удорожанию конечной продукции.

На территории страны скопились огромные запасы изношенных шин. СоюздорНИИ более тридцати лет тому назад были вновь начаты научно-исследовательские и опытно-внедренческие работы по применению резинового крошки в качестве компонента минеральной составляющей асфальтобетонных смесей. Разработанные «Методические рекомендации по строительству асфальтобетонных покрытий с применением дробленной резины», предусматривали, что резиновая крошка может вводиться как в битум («мокрый» метод), так и непосредственно в асфальтобетонную смесь («сухой» метод), при этом оптимальное содержание резиновой крошки в дорожном битуме составляло 5-7% по массе. «Методические рекомендации» регламентируют основные технологические параметры введения резиновой крошки как в битум так и в асфальтобетонную смесь и технологию применения таких смесей при строительстве и ремонте дорожных асфальтобетонных покрытий.

«Сухой» метод также нашел применение в производстве асфальтобетонов для нижних слоев покрытий в качестве мелкого заполнителя смеси, где проблемы возможного разуплотнения и выкрашивания резины решались перекрытием верхними плотными слоями. Сегодня резиновая крошка используется также как заменитель стабилизирующей добавки, при приготовлении ЦМА.

На данный момент в России функционируют три основных поставщика модификаторов на основе резины, применяемой в дорожном строительстве: БИТРЭК, КМА и Унирем.

БИТРЭК поставляет готовое резинобитумное вяжущее. Комплексный модификатор асфальтобетона "КМА" - это система компонентов в виде сыпучего порошка предназначенный для ввода в смеситель на асфальтобетонном заводе, в процентом соотношении от 0,3 до 3,0% от массы минеральной части. Модификатор асфальтобетонов «Унирем» представляет собой сыпучий композиционный материал на основе активного порошка дискретно девулканизированной резины, получаемой из отработанных автопокрышек отечественного производства методом высокотемпературного сдвигового измельчения. Так как модификатор «Унирем» по своему гранулометрическому составу (рис.1) в наибольшей степени удовлетворяет требованиям по гранулометрическому составу, он и был выбран для проведения эксперимента.

В Белгородской области в 2010 при строительстве автодороги «Юго-Западный-2 – Комсомolec» одновременно были построены для сравнения опытные участки покрытия из ЦМА-15 с использованием в качестве стабилизатора:

1) модификатора асфальтобетона «Унирем» (путем введения резинового модификатора сухим способом);

2) стабилизатора Viator – 66 (левая и правая полосы движения соответственно).

Сравнения результатов испытаний вырубков из асфальтобетонной смеси, отобранных из опытных участков, представлены в табл. 1.

На основании представленных результатов построен график изменения показателя водонасыщения образцов.

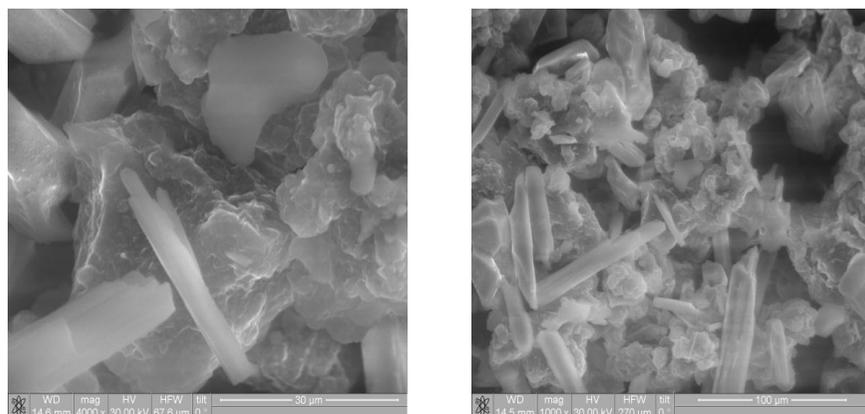


Рис. 1. Унирем, снимки с электронного микроскопа; слева – увеличение в 1000 раз, справа – увеличение в 4000 раз

Таблица 1

**Результаты вырубков асфальтобетонной смеси из опытных участков**

№	Наименование материала	Время отбора вырубков	Средняя плотность, г/см <sup>3</sup>	Требования ГОСТ 31015-2002 для IV ДКЗ	Водонасыщение, % по объему	Примечание
1	ЦМА-15, с использованием модификатора асфальтобетона «Унирем»	02.10.2010 г.	2.28	4,0	3.7	во время строительства
		29.04.2011 г.	2.3	4,0	5.03	на расстоянии 1,0 м от бордюра
		29.04.2011 г.	2.25	4,0	6.16	по полосе наката
2	ЦМА-15, с использованием стабилизатора «Viator – 66»	01.10.2010 г.	2.28	4,0	3.4	во время строительства
		29.04.2011 г.	2.32	4,0	3.1	на расстоянии 1,0 м от бордюра
		29.04.2011 г.	2.31	4,0	1.84	по полосе наката

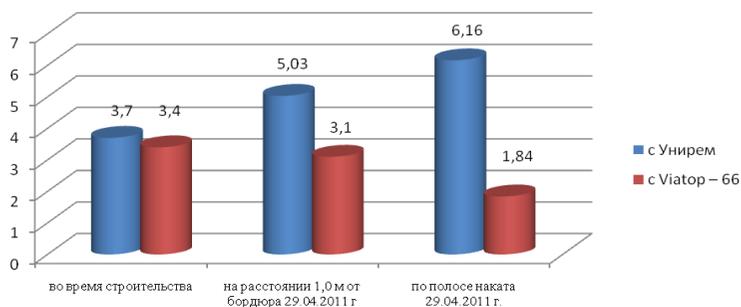


Рис. 2. График изменения показателя водонасыщения образцов

Анализ данных таблицы 1 показывает, значительное увеличение значения водонасыщения образцов ЦМА-15 с использованием в качестве стабилизатора «Унирем» в процессе эксплуатации асфальтобетонного покрытия опытных участков, особенно по полосе «наката». Тогда как применение стабилизатора «Viator-66» приводит к снижению этого показателя с увеличением срока службы покрытия. После 6 месяцев

эксплуатации значение показателя водонасыщения по полосе «наката» асфальтобетона с применением «Viator-66» снизилось на 45%, а с применением «Унирем» увеличилось на 43% и составляет 6,16. Данные показатели по водонасыщению не удовлетворяют требования ГОСТ 31015-2002, что свидетельствует об изменении свойств данного материала в процессе эксплуатации и требует дальнейших исследований по

применению «Унирем» в качестве стабилизатора ЦМА с разработкой соответствующих рекомендаций.

В данной статье приведены результаты исследований применения модификатора «Унирем» в качестве компонента полимербитумного вяжущего.

Сравнение показателей свойств нескольких составов полимербитумных вяжущих на основе модификатора «Унирем» (РБВ 1, РБВ 2, РБВ 3), отличающихся количеством введенного порошка и технологией объединения его с битумом с помощью расжижителя ароматического ряда приведены в табл. 2.

Таблица 2

Физико-механические свойства резинобитумных вяжущих по ГОСТ				
Наименование показателя	РБВ 1	РБВ 2	РБВ 3	По ГОСТ ПБВ 40
1. Глубина проникания иглы, при 25°C	198	93	42	Не менее 40
при 0°C, не менее	62	48	34	25
2. Температура размягчения по КиШ, °C, не ниже	36	46	47	56
3. Растяжимость, см, при 25°C не менее:	26	21	21	15
4. Температура хрупкости, °C, не выше	-28	-21	-21	-15

По представленным результатам видно, что резинобитумное вяжущее РБВ 3 соответствует требованиям ГОСТ на ПБВ 40, за исключением температуры размягчения. Данное свойство представляется возможным регулировать в процессе уточнения технологии.

Дополнительно РБВ 3 было испытано по методологии «Суперпейв», разработанной институтом асфальта США для улучшения долговечности и эксплуатационных характеристик автомобильных дорог с асфальтобетонным покрытием. Испытания проводились на реометре динамического сдвига DSR и реометре BBR для испытания балочки на изгиб. Результаты испытаний по «Суперпейв» РБВ приведены в таблице 3. Особенностью данной методологии является то, что требуемые физические свойства остаются

постоянными для марок вяжущего, однако значения температуры, при которых эти свойства должны быть достигнуты, изменяются в зависимости от климатических условий, в которых предполагается использовать это вяжущее. Из методологии Суперпейв следует, что для Белгородской области расположенной в III и IV ДКЗ вяжущее должно соответствовать американской марке PG 64-28, где 64 – температура асфальтобетонного покрытия на глубине 2 см от его поверхности, в течении 5 самых теплых суток года, 28 – температура на поверхности покрытия в самые холодные сутки. При этом согласно стандартам ASTM, при подборе вяжущего с температурным интервалом работы более 90 °C, следует использовать только модифицированные битумы.

Таблица 3

Физико-механические свойства резинобитумного вяжущего по ASTM		
Наименование показателя	Требования для битума PG 64-28	Резинобитумное вяжущее
DSR (температура нормальной работы битума в жаркий период без образования колеи), °C	64	63
DSR (после печи RTFO, имитирующей технологической старение битума), °C	64	63
DSR (после PAV, имитирующий старение в процессе эксплуатации на 8-10 лет), °C	Не более 22	11
BBR (устойчивость к трещинообразованию при минусовых температурах), °C	-28	-43
Температурный интервал работы	92	106

Из данных таблицы 3 следует, что резинобитумное вяжущее РБВ 3 имеет больший, чем требуется, температурный интервал работы, а также устойчиво к трещинообразованию от усталостного разрушения и при минусовых температурах.

Таким образом испытания по методике «Суперпейв» подтверждают возможность применения полученного резинобитумного вяжущего, которое удовлетворяет всем требованиям не только для работы в Белгородской области, но и в регионах расположенных во II и III ДКЗ.

Пак А. А., канд. техн. наук, ст. науч. сотр.,  
Сухорукова Р. Н., науч. сотр.  
Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И. В. Тананаева  
Кольского научного центра РАН

## СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ СЦЕПЛЕНИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ СЛОЕВ В МНОГОСЛОЙНОМ СТРОИТЕЛЬНОМ ИЗДЕЛИИ

pak@chemy.kolasc.net.ru

В результате выполненных исследований предложен способ изготовления многослойных композиционных изделий с тепловлажностной обработкой по «обратному» режиму, обеспечивающему опережающее вспенивание полистирола по отношению к твердению газобетона, вследствие чего повышается сцепление конструктивных слоев и улучшаются эксплуатационные свойства композиционного материала.

**Ключевые слова:** композиционные изделия, газобетон, пенополистирол, термовлажностная обработка, конструктивный и теплоизоляционный слои, прочность сцепления.

Введение новых требований по теплозащите зданий привело к широкому использованию различных теплоизоляционных материалов. В современной строительной практике одним из самых эффективных, дешевых и технологичных в получении и применении теплоизоляционных материалов является пенополистирол (ППС). В то же время перспективы его применения вызывают острейшие дебаты на страницах технической литературы и различных научных конференциях. Многочисленной армии противников применения полистирола и материалов на его основе, подчёркивающих недологичность полистирола, пожароопасность, выделение отравляющих веществ при горении и т.д., противостоит не меньшая армия его сторонников, утверждающих, что при использовании качественного сырья, соблюдении технологии, требований пожарной безопасности, контроля производства - это абсолютно безопасный, долговечный материал. В общем объёме применяемых утеплителей изделия из ППС занимают около 80%!

В ИХТРЭМС КНЦ РАН разработана технология многослойных композиционных изделий из полистиролгазобетона (ПГБ), которые по конструктивному исполнению отличаются от известных материалов с ППС. В этих изделиях «проблемный» ППС защищен со всех сторон безопасным негорючим газобетоном, позволяющим значительно уменьшить негативные качества ППС. Однако в процессе исследований нового материала возникли некоторые особенности, специфичные этой технологии.

При изготовлении многослойных строительных изделий возникает проблема прочного монолитного соединения конструктивных слоев, поскольку наличие зазора между слоями приводит к ухудшению эксплуатационных характеристик изделий - возникновению «мостиков холода», повышению водопоглощения, теплопроводности и

т.п. В технологии многослойных изделий на основе пенобетона и полистирола обеспечение прочного соединения конструктивных слоев существенно осложняется по причине разнородности структуры и свойств этих материалов. В этой связи представляется перспективным использовать в рамках единой технологии специфику температурного расширения контактирующих материалов.

Известен способ изготовления многослойного строительного изделия [1], включающий перемешивание компонентов бетонной смеси с водой и газообразующей добавкой, укладку смеси в форму с образованием конструкционного слоя, размещение слоя гранулированного (невспененного) полистирола на поверхности конструкционного слоя с образованием теплоизоляционного слоя, закрытие формы крышкой и размещение ее в предварительно разогретой до 40-45 °С пропарочной камере. Форму выдерживают при этой температуре в течение 0,3-0,5 ч для вспучивания и начального твердения газобетонной смеси. Затем температуру повышают до 70-95 °С в течение 0,7-0,8 ч для вспенивания полистирола и продолжения твердения газобетонной смеси, после чего в течение 6-8 ч осуществляют одностадийную изотермическую выдержку при этой повышенной температуре для набора прочности газобетона. На последнем этапе термовлажностной обработки температуру в пропарочной камере снижают до 35-40 °С в течение 3-4 ч.

Известный способ не обеспечивает надежного сцепления полистирола с газобетоном, так как при термовлажностной обработке сначала вспучивают газобетонную смесь, для чего делается выдержка в течение 0,3-0,5 ч при 40-45 °С, и затем в течение 0,7-0,8 ч продолжают разогрев изделия до 70-95 °С. За эти 1,0-1,3 ч подъема температуры газобетон набирает прочность при сжатии

от 0,02 до 0,15 МПа [2], переходя из вязкопластичного состояния в твердое. Авторами установлено, что давление расширения полистирола при достижении температуры 95 °С приближается к набранной прочности газобетона. Вследствие этого имеет место механическое прижатие контактирующих материалов без взаимного проникновения друг в друга с незначительной прочностью сцепления.

В связи с вышеизложенным, с целью повышения прочности сцепления конструктивных слоев и исключения трещинообразования, представляется целесообразным создать такие условия, чтобы пенополистирол при вспенивании *вдавливается* в вязко-пластичную газобетонную смесь. Это может быть достигнуто таким режимом термовлажностной обработки, при котором *вначале* вспенивается полистирол, а потом уже вспучивается газобетонная смесь. Как известно, все режимы термовлажностной обработки бетона ведутся плавным подъемом температуры в тепловом агрегате от низкой - начальной до высшей - изотермической выдержки. При пропаривании композиционного изделия на основе газобетона и пенополистирола по таким режимам неизбежно первоочередное вспучивание газобетонной смеси, т.к. оптимальная температура ее вспучивания находится в пределах 35-45 °С, а оптимальная температура вспенивания полистирола гораздо выше - 95-100 °С.

В результате выполненных экспериментальных исследований, с целью повышения прочности сцепления конструктивных слоев, предложен способ изготовления многослойного композиционного изделия, обеспечивающий опережающее вспенивание полистирола по отношению к вспучиванию и затвердеванию газобетонной смеси. Для этого изделие сразу после окончания формо-

вания, без предварительной выдержки, размещают в пропарочной камере, *предварительно разогретой до 80-85 °С*. Для полного вспенивания полистирола температуру в камере с возможной максимальной скоростью повышают до 95-100 °С. Изотермическую выдержку при повышенной температуре ведут в две стадии, при этом на первой стадии выдержку при 95-100 °С ведут в течение 0,5-0,7 ч, после чего температуру в камере понижают до 70-75 °С в течение 1,0-1,5 ч и производят вторую стадию изотермической выдержки в течение 4-5 ч.

При разогреве до температуры 95-100 °С и выдержке в течение 0,5-0,7 ч на стадии изотермической выдержки изделие прогревается по всему объёму и происходит полное вспенивание полистирола, который в условиях закрытой формы впрессовывается в еще не затвердевший газобетон, обеспечивая надежное сцепление между конструктивным и теплоизоляционным слоями изделия.

Известно, что длительное вспенивание и пребывание полистирола при максимальной температуре ведет к ухудшению его технических свойств (усадке, увеличению плотности и т.п.) [3]. Поэтому осуществляется вторая стадия со снижением температуры до 70-75 °С и выдержкой в течение 4-5 ч для набора прочности газобетона при сохранении пенополистиролом его свойств. Понижение температуры в камере до 70-75 °С в течение 1,0-1,5 ч обусловлено необходимостью исключения деструктивных процессов в конструкционном бетонном слое и завершения кондиционирования пенополистирола в теплоизоляционном слое. На рисунке 1 приведены графики термовлажностной обработки композиционного строительного изделия по предлагаемому способу и по патенту №2286249.

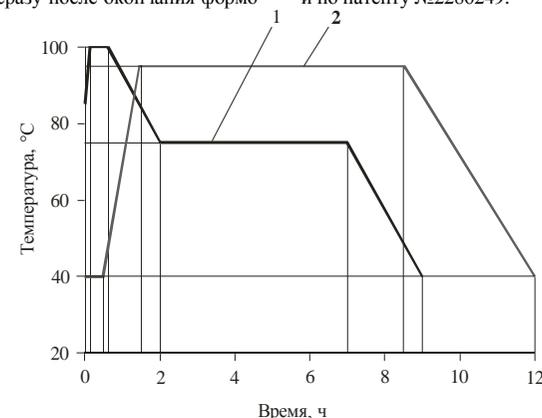


Рис. 1. График термовлажностной обработки композиционного бетона:  
1 - по предлагаемому способу, 2 - по патенту

Прочность сцепления конструкционного и теплоизоляционного слоев изделия определяли в соответствии с ГОСТ 28089-89 «Конструкции строительные стеновые. Метод определения прочности сцепления облицовочных плиток с основанием» с помощью прибора ОНИКС-АП, принцип работы которого основан на измерении усилия отрыва стальных дисков и вычислении соответствующей прочности сцепления. Испытания показали, что в результате опережающего вспенивания полистирола по отношению к твердению газобетонной смеси прочность сцепления конструкционного и теплоизоляционного слоев полистиролгазобетонного изделия увеличивается в 1,9-2,9 раза. При этом продолжительность тепловлажностной обработки может быть сокращена на 2,75 ч.

В таблице 1 приведены результаты испытаний на сцепление газобетона с полистиролом в зависимости от температуры разогрева пропарочной камеры.

Таблица 1

**Прочность сцепления газобетона с полистиролом в зависимости от температуры разогрева пропарочной камеры**

№ п/п	Начальная температура разогрева камеры, °С	Прочность сцепления, МПа
1	20	0,02
2	40	0,04
3	60	0,07
4	80	0,10

В экспериментах для приготовления бетонной смеси использовались следующие компоненты бетонной смеси: портландцемент марки М400D0, известково-песчаное вяжущее активностью по СаО + MgO = 25-32%, золошлаковая смесь из отвала Апатитской ТЭС с насыпной плотностью 1000 кг/м<sup>3</sup> и удельной поверхностью 220 м<sup>2</sup>/кг, алюминиевая пудра марки ПАП-2 и вода водопроводная.

Изготовление композиционного строительного изделия осуществляли путём перемешивания в лабораторном бетономесителе турбулентного действия вышеуказанных компонентов, взятых в следующем соотношении, % мас: портландцемент - 25-40; известково-песчаное вяжущее - 10-15; золошлаковая смесь - 45-55, алюминиевая пудра - 0,02-0,06; вода - 48-55 сверх 100% твердых материалов. Приготовленную газобетонную смесь заливали в металлическую форму слоем, толщина которого зависит от заданной прочности готового композиционного изделия. На поверхность сформированного конструкционного слоя засыпают частично вспененный полистирол с коэффициентом вспенивания  $K_{всп} = 8-12$  для образования теплоизоляционного слоя. Толщину слоя полистирола вы-

бирают с учетом требуемой теплопроводности изделия и его средней плотности. Затем форму закрывают крышкой и жестко соединяют стяжными болтами с боковыми стенками. Закрытую форму сразу же помещают в пропарочную камеру, предварительно разогрев до 80-85°С. После герметизации пропарочной камеры в ней повышают температуру до 95-100°С (в наших экспериментах - в течение 0,20-0,25 ч) и осуществляют первую стадию изотермической выдержки при этой температуре в течение 0,5-0,7 ч. Затем производят снижение температуры в камере до 70-75°С в течение 1,0-1,5 ч и осуществляют вторую стадию изотермической выдержки при 70-75°С в течение 4-5 ч, после чего снижают температуру в камере до 30-35°С за 2-3 ч с получением готового композиционного изделия.

Следует отметить, что такой «обратный» режим тепловлажностной обработки композиционного изделия без разрушения структуры бетона, когда прогрев начинается сразу с максимальной температуры, возможен при наличии двух условий:

- изделие формируется в жесткой, закрытой со всех сторон форме, которая исключает внешний тепломассообмен и препятствует объемному температурному расширению компонентов бетонной смеси;

- конструкционный слой образуется из газобетонной смеси, отличающейся высоким водосодержанием и литой консистенцией, благодаря чему она дольше, чем другие виды бетонов, находится в вязко-пластичном состоянии, в котором не закрепляются остаточные деформации.

Таким образом, предложенный режим тепловлажностной обработки позволяет повысить сцепление конструктивных слоев без применения дополнительных средств и улучшить эксплуатационные свойства многослойного композиционного материала.

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Пак А.А., Сухорукова Р.Н., Ковалевский В.П., Жумагулов А.С. Способ изготовления многослойного строительного изделия / Патент РФ №2286249, В28В 1/50, С04В 40/00. Опубл. 27.10.2006. Бюл. № 30, 2006.
2. Пак А.А., Сухорукова Р.Н. Особенности технологии стеновых многослойных изделий из полистиролгазобетона. / Известия ВУЗов. Строительство, 2010. - №5. - С.30-34.
3. Вайсбург А.М., Тер-Осипянц Р.Г. Применение полистиролбетона в СССР и за рубежом (обзор). / Ташкент: НИИ технической информации и технико-экономических исследований Госплана Уз ССР, 1976. - С.39.

Логанина В. И., д-р техн. наук, проф.,  
Макарова Л. В., канд. техн. наук, доц.,  
Сергеева К. А., аспирант

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

**ПОВЫШЕНИЕ ВОДОСТОЙКОСТИ ИЗВЕСТКОВЫХ СОСТАВОВ**

loganin@mail.ru

Установлено, что на основе известковых составов с добавкой, представляющей собой гидросиликаты кальция, можно получить композиты более высокой водостойкости. Выявлен более высокий пластифицирующий эффект гиперпластификаторов на основе поликарбоксилатов и солей нафталинсульфокислот в известковых составах, наполненных гидросиликалами кальция.

**Ключевые слова:** известковые растворы, пластифицирующие добавки, водостойкость, вододерживающая способность.

Проведенные нами ранее исследования подтвердили эффективность применения в известковых композитах добавок на основе гидросиликатов кальция (ГСК), полученных синтезом из жидкого стекла в присутствии добавки-осадителя (СаСl<sub>2</sub>) с последующим высушиванием осадка и его измельчении [1,2]. При разработке рецептуры ССС на основе наполненного гидросиликатами известкового вяжущего с целью регулирования реологических и технологических свойств вводились различные добавки-пластификаторы: Кратасол, Хидетал П-4, С-3, СП-3. Добавки серии «Кратасол» представляют собой соли нафталинсульфокислот с высоким содержанием высокомолекулярных фракций, добавка Хидетал П-4 – гиперпластификатор на основе поликарбоксилатов. Для сравнения применяли добавки, поставляемые фирмой «ЕвроХим»- Melment<sup>®</sup> F15G и Melflux<sup>®</sup> 1641F.

В качестве мелкого заполнителя использовали сурский кварцевый песок фракций 0,63-0,315мм и 0,315-0,14мм в соотношении 80:20. Плотность песка составляла  $\rho_{нас} = 1527$  кг/м<sup>3</sup>. В качестве вяжущего применяли известь-пушонку 2 сорта с активностью 84%. Содержание добавки ГСК составляло 30% от массы извести. Оце-

нивался пластифицирующий эффект добавок в чисто известковой системе и наполненном ГСК вяжущем.

Анализ данных, приведенных в табл.1, показывает, что максимальный пластифицирующий эффект наблюдается при применении пластификаторов С-3 и СП-3, водоредуцирующий эффект равен соответственно 1,6 и 1,7. Введение в известь добавок гидросиликатов кальция способствует повышению пластифицирующего эффекта, водоредуцирующий эффект увеличивается до 1,9.

Результаты исследований показали, что пластифицирующий эффект сохраняется 1-2 ч. При применении добавки С-3 время сохранения пластифицирующего эффекта составляет 1,5-2 ч, добавки СП-3 -1-1,5 ч, добавки Кратасол ПФМ – 1-1,5 ч.

Установлено, что при невысоких дозировках добавок Melment<sup>®</sup> F15G (0,2-0,4%) и Melflux<sup>®</sup> 1641F (0,2%) пластифицирующий эффект не наблюдается. При максимальной дозировке, рекомендуемой производителями добавок, водоредуцирующий коэффициент в составах, наполненных ГСК, составляет 1,7-1,8.

Таблица 1

**Значение водоредуцирующего коэффициента**

Наименование пластификатора	Содержание добавки, % от массы вяжущего	Состав вяжущего	
		Известь-пушонка	Известь-пушонка:ГСК=1:0,3
Кратасол (ТУ 5745-333-05800142)	0,4	1,3	1,6
Кратасол ПЛ(ТУ 5745-333-05800142)	0,7	1,4	1,7
Кратасол ПФМ (ТУ 5745-333-05800142)	0,8	1,5	1,7
Хидетал П-4 (ТУ 5745-005-57330160-05)	0,9	1,3	1,7
С-3(ТУ 6-36-0204229-625)	0,7	1,6	1,9
СП-3 (ТУ 5730-004-97474489-2007)	0,7	1,7	1,9
Melment <sup>®</sup> F15G	2	1,5	1,7
Melflux <sup>®</sup> 1641F	1,5	1,5	1,8

Учитывая высокую стоимость добавок зарубежного производства и то, что добавки Melment<sup>R</sup> и Melflux<sup>R</sup> показали невысокий пластифицирующий эффект, в последующем в работе применяли добавки отечественного производства.

Реологические свойства оценивались по показателю предельного напряжения сдвига,

который измеряли с помощью конического пластометра КП-3. Готовили составы с соотношением вяжущее: песок = 1:4 и водовязущим отношением В/В=1,8. Кроме того, определялась пластическая прочность составов, приготовленных с водовязущим отношением В/В с учетом водоредуцирующего фактора (рис.1).

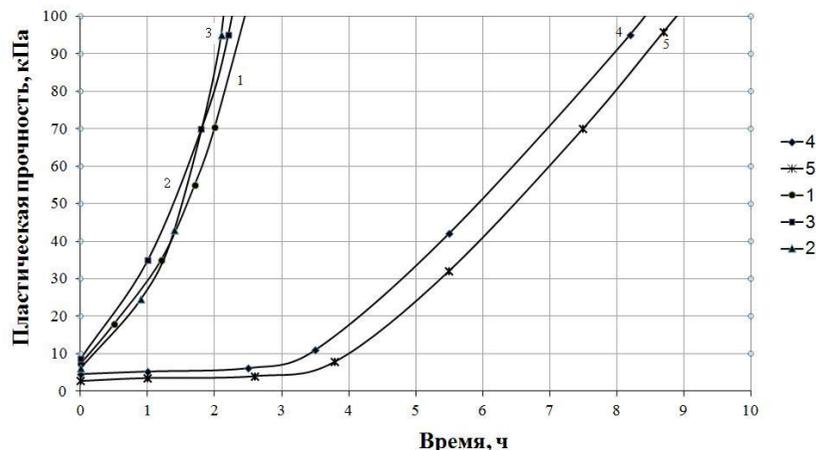


Рис. 1. Изменение пластической прочности известкового состава

1 - В/В=1, пластификатор С-3; 2 - В/В=1, пластификатор СП-3; 3 - В/В=1,1, пластификатор Кратасол ПФМ; 4 - В/В=1,8, (контрольный); 5 - В/В=1,8, пластификатор С-3

Установлено, что введение пластификатора С-3 приводит к замедлению набора пластической прочности (кривая 5). Уменьшение количества воды затворения с учетом водоредуцирующего коэффициента (В/В=1,0-1,1) закономерно способствует более быстрому набору пластической прочности у составов с пластификаторами (рис.1, кривая 1,2,3). Так, пластическая прочность состава с добавкой С-3 в возрасте 1 ч твердения составляет  $\tau = 35,3$  кПа, у контрольного состава-  $\tau = 5,2$  кПа. При введении в рецептуру добавки Кратасол ПФМ на первой стадии твердения (до 1 ч 20 мин) наблюдается некоторое замедление набора пластической прочности по сравнению с составами, содержащими добавку С-3 и СП-3, однако в последующем пластическая прочность состава с добавкой Кратасол ПФМ выше.

Водоудерживающую способность отделочных составов определяли в соответствии с ГОСТ 5802-86 «Растворы строительные. Методы испытания». Для повышения водоудерживающей способности в рецептуру вводили добавку Месцеллозе FMC 2094 в количестве 0,1 % от массы сухой смеси.

Установлено, что водоудерживающая способность смеси с соотношением наполненное

известковое вяжущее:песок = 1:4 и В/В=1,8 (контрольный состав) составляет 92,6%, а с добавкой Месцеллозе FMC 2094 - 97,9%. При введении добавки С-3 наблюдается некоторое повышение водоудерживающей способности до 93,5%. Совместное введение добавок Месцеллозе FMC 2094 и суперпластификатора С-3 приводит к повышению водоудерживающей способности, составляющей 98,6%.

Уменьшение количества воды затворения вследствие введения в рецептуру добавок пластификаторов вызывает закономерное повышение прочности известкового композита (табл.2). Так, прочность при сжатии образцов, изготовленных из смеси с В/В=1,8 с отношением наполненное ГСК известковое вяжущее:песок=1:4, и испытанных в возрасте 28 суток твердения в воздушно-сухих условиях при температуре 18-20°С и относительной влажности 60-70%, составляет  $R_{сж} = 1,0$  МПа (контрольный состав), а образцов при введении в рецептуру пластификатора С-3 -  $R_{сж} = 1,8$  МПа. Образцы с добавкой пластификатора СП-3 показали меньшее значение прочности при сжатии, составляющее  $R_{сж} = 1,4$  МПа.

Таблица 2

Свойства известковых растворов

Состав	Водовязущее отношение В/В	Прочность при сжатии в возрасте 28 суток, МПа	Водостойкость
Известь:песок=1:4	1,8	0,7	0,42
Наполненное ГСК вяжущее:песок=1:4	1,8	1,0	0,54
Наполненное ГСК вяжущее:песок=1:4, пластификатор С-3	1,0	1,8	0,63
Наполненное ГСК вяжущее:песок=1:4, пластификатор СП-3	1,0	1,4	0,55
Наполненное ГСК вяжущее:песок=1:4, пластификатор Хидетал П-4	1,1	1,5	0,58
Наполненное ГСК вяжущее:песок=1:4, пластификатор Кратасол ПФМ	1,1	1,7	0,57

Растворные образцы, приготовленные на известковом вяжущем, наполненным ГСК, характеризуются повышенной водостойкостью. Так, коэффициент размягчения контрольных образцов составляет  $K_{разм} = 0,42$ , а образцов на основе наполненного ГСК вяжущего - 0,54. Более высокое значение коэффициента размягчения имеют образцы с добавкой Кратасола ПФМ ( $K_{разм} = 0,57$ ), что, по-видимому, объясняется наличием в составе добавки гидрофобного компонента. Об этом свидетельствуют данные ки-

нетки водопоглощения известковых композитов (рис.2).

Установлено, что в течение первого часа у всех образцов отмечалось интенсивное водопоглощение, в последующем происходила стабилизация показателей водопоглощения. Водопоглощение контрольного состава составило 15% по массе (кривая 5). Более низкое значение показателя водопоглощения, составляющее 10% (кривая 1), отмечается у образцов, приготовленных с применением добавки Кратасола ПФМ.

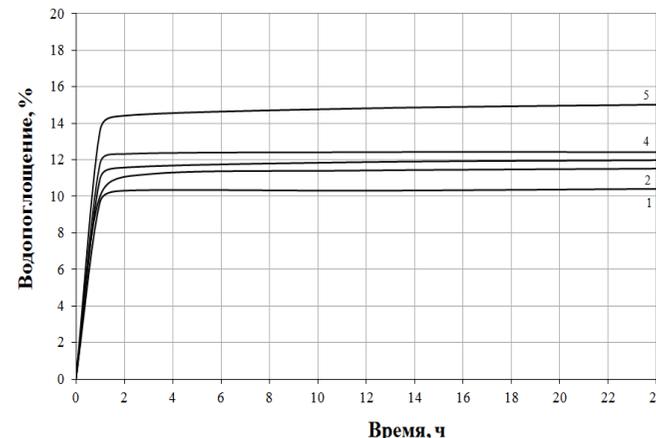


Рис.2. Водопоглощение известковых композитов

1- состав В/В=1,1, пластификатор Кратасол ПФМ; 2- состав В/В=1, пластификатор С-3; 3- состав В/В=1,1, пластификатор Хидетал П-4; 4- состав В/В=1, пластификатор СП-3; 5- состав В/В=1,8 (контрольный).

Таким образом, с целью повышения водостойкости известковых композитов можно рекомендовать использование наполненного ГСК известкового вяжущего, а также введение в рецептуру добавок С-3 и Кратасол ПФМ

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Логанина, В.И. Тонкодисперсные наполнители на основе силикатов кальция для сухих

строительных смесей [Текст] / В.И. Логанина, Л.В. Макарова, Ю.А. Мокрушина // Строительные материалы.-2010.-№2.-С. 36-40.

2. Логанина, В.И. Штукатурные составы для реставрационных работ с применением окрашенных наполнителей [Текст] / В.И. Логанина, Л.В. Макарова // Региональный вестник «Архитектура и строительство».-Пенза: ПГУАС.-2009.-№1.-С.38-41

Бажанова М. Е., доц.,  
Ерофеев В. Т., д-р техн. наук, проф.

Мордовский государственный университет им. Н.П. Озарева

## СТОЙКОСТЬ ТРУБОПРОВОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПОЧВЕННЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ

Mbazhanova@yandex.ru

В статье представлены результаты исследований почвенной коррозии образцов из стальных, оцинкованных, полипропиленовых и металлопластиковых труб. Даны описания трубопроводных материалов различных изготовителей.

Установлено, что в результате испытаний в почвах различных районов Республики Мордовия произошли физико-механические изменения трубопроводных материалов, выдержанных в переменных температурно-влажностных условиях в течение года.

**Ключевые слова:** трубопроводы, почвенная коррозия, микроорганизмы, микробное число.

В санитарно-технических системах применяются трубопроводы из различных материалов. Диапазон температур применения труб из различных материалов составляет: стальных от – 200 до +200 °С; полипропиленовых от –10 до +80 °С; металлопластиковых от –40 до +95 °С [4]. Область применения стальных труб – это практически все существующие климатические регионы, способы прокладки – надземные и подземные, назначение – промышленность, сельское хозяйство, транспорт, коммунальное хозяйство. Стальные трубопроводы подвержены коррозии в результате физико-химических и биологических процессов, происходящих в почве. Для полипропиленовых и металлопластиковых труб диапазон температур транспортируемой жидкости меньше и, как следствие, ограничение используемых областей. Максимальная рабочая температура пластиковых материалов для трубопроводов составляет 95 °С, критическая – до 110 °С. Это говорит о низкой их сопротивляемости воздействию высоких температур. Преимущества труб из полимерных материалов по отношению к стальным – это более высокая сопротивляемость к коррозии. Именно поэтому в 50-х гг. XX столетия стали применяться пластиковые материалы в сантехнических системах. В 70-х гг. были созданы трубопроводные материалы, состоящие из слоя алюминия и нескольких слоев пластика.

По утверждению производителя – трубы из полимерных материалов экологически чистые, химически нейтральные, в таких трубах не накапливаются отложения – благодаря шероховатости 0,003–0,007 мм, меньшей во много раз, чем у стальных труб. Это отражается на пропускной способности труб, которая увеличивается в результате этого, так как поток жидкости в этом случае близок к ламинарному. Долговечность труб из полимерных материалов превосходит срок службы стальных трубопроводов.

Учитывая все характеристики трубопроводных материалов, для исследования на корро-

зионную стойкость были выбраны такие материалы:

1. Трубы металлопластиковые производства «HENCO» - Бельгия. Металлопластиковая труба – это алюминиевая труба, сваренная лазером встык. Внутренний и внешний слои трубы изготавливаются из гранул полиэтилена высокой плотности (HDPE), сшитых потоком электронов. Это конструкция из трех основных и двух связующих слоев. Внутренний слой произведен из сшитого полиэтилена высокой плотности (HDPE). Алюминиевый слой выполнен из специальной фольги толщиной 0,4 мм со сварным швом по всей длине. При помощи специального клея основные слои связываются друг с другом. Вся труба сшита посредством бомбардировки электронами как внутреннего, так и внешнего слоев. Коэффициент сшивания составляет 60–65 %. Сшивание полиэтилена представляет процесс образования продольных и поперечных связей между молекулами полимера под воздействием интенсивной бомбардировки электронами. В результате металлопластиковые трубы «HENCO» приобретают устойчивость к резким перепадам давления и температур. Применяются во внутренних инженерных системах строящихся и реконструируемых зданиях, а также при транспортировке жидких и газообразных сред в различных отраслях промышленности, сельского хозяйства и транспорта.

2. Трубы из полипропилена, производимые фирмой западной Германии в г. Веста Gebr. OSTENDORF Kunststoffe GmbH Co.KG. Применяются для систем горячего и холодного водоснабжения, отопления, а также используются как распределительный механизм в жилых, административных и промышленных зданиях. Полипропилен – термопластичный линейный полимер. Получаемый в промышленности полипропилен имеет изотактическую структуру. В своих работах А.К. Рудакова отмечает определенные типы связей, которые труднодоступны и недоступны для плесневых грибов, а также доступные формы углерода для микроорганизмов.

Существует определенная зависимость между степенью биоповреждения и химической структурой материала [2].

3. Трубы стальные водогазопроводные (Выксунский металлургический завод) выпускаются согласно ГОСТ 3262-75 из сталей по ГОСТ 380-88 и ГОСТ 1050-88. Применяются для водопроводов и газопроводов, систем отопления, а также для водопроводных и газопроводных конструкций. Строение металлов имеет свои особенности. Наличие кристаллической решетки определяет механические свойства – прочность, твердость, то есть высокую сопротивляемость механическим нагрузкам. Прочность углеродистой стали повышается с увеличением содержания углерода до 0,9 %, а при более высоком содержании углерода уменьшается.

4. Трубы водогазопроводные (Таганрогский металлургический завод) производятся методом печной сварки в трубосварочном цехе оцинкованные и неоцинкованные условным проходом в соответствии со стандартами API, EN/DIN, ASTM. Толщина цинкового покрытия по всей наружной и внутренней поверхности не менее 30 мкм. Применяются для прокладки водопроводов и газопроводов, для систем отопления, для деталей водопроводных и газопроводных конструкций.

Испытания образцов из разных трубопроводных материалов после выдерживания в почвах различных районов Мордовии показали изменения физико-химических свойств. Различия в химическом составе исследованных материалов для производства труб оказывают влияние на технические характеристики. Изменение твердости материалов стальных трубопроводов после выдерживания их в переменных температурно – влажностных условиях в течение года незначительно, тогда как полипропиленовые трубопроводные материалы показали значительное снижение твердости.

Твердость (HRB) стальных водогазопроводных образцов выше, чем у образцов из оцинкованных труб, но в результате длительного воздействия почв в различных районах Мордовии (12 мес) твердость уменьшилась незначительно у всех извлеченных образцов.

Средние показатели твердости контрольных образцов составили: из оцинкованных труб – 72; ст. водогазопроводных – 80. Твердость образцов, извлеченных из почв юго-западного района г. Саранска: из оцинкованных труб – 69; ст. водогазопроводных – 78. Твердость аналогичных образцов, извлеченных из почв Лямбирского района Республики Мордовия: из оцинкованных труб – 71, ст. водогазопроводных – 73.

Если сравнить показатели твердости полипропиленовых труб до загрузки и после извлечения образцов из грунта через 12 месяцев, то

уменьшение твердости образцов значительно. До загрузки образцов в грунт твердость составляла – 168,0 МПа. Через 1 год после выдерживания в почвах на юго-западе г. Саранска – 137,6 МПа; через 1 год после выдерживания в почвах Лямбирского района – 138,5 МПа.

Изменение твердости металлопластиковых труб отличается от полипропиленовых. До загрузки твердость составила – 76,3 МПа, тогда как после извлечения из грунта на юго-западе г. Саранска – 120,3 МПа, Лямбирского района – 150,7 МПа. Уплотнение внутреннего слоя – полиэтилена и внешнего слоя пластика повлекло увеличение показателей твердости.

После испытаний образцов был определен видовой состав микроорганизмов, поселившихся на них. Ранее были обнаружены представители микроскопических грибов: Aspergillus, Penicillium, Fusarium, Mucor, Trichoderma, Botrytis, Cladosporium [5].

На опытных образцах были также обнаружены многочисленные бактерии, заселившие различные трубопроводные материалы. Количественный состав бактерий, заселивших исследуемые образцы, производился путем счета колоний (чашечный метод Коха). В чашках Петри с плотной питательной средой производят посев определенного объема исследуемого материала. При последующем выращивании посева в термостате из каждой клетки в результате размножения образуется колония; количество их подсчитывают.

Степень микробной обсемененности образцов из металлопластика, закладываемых на юго-западе г. Саранска составила  $3,2 \cdot 10^6$ , т.е. количество бактерий, приходящихся на 1 см<sup>2</sup> исследуемого материала –  $0,48 \cdot 10^6$ , тогда как в Лямбирском районе –  $0,01 \cdot 10^6$  (рис. 1).

Общее микробное число для образцов из полипропилена составило: для образцов, закладываемых на юго-западе г. Саранска –  $2 \cdot 10^6$ ; для Лямбирского района –  $5,4 \cdot 10^6$  (рис. 2).

Кроме того, на образцах, изготовленных из полипропилена, больше всего обнаружено кислотообразующих бактерий.

Количество бактерий, приходящихся на 1 см<sup>2</sup> стальных и оцинкованных образцов, закладываемых на юго – западе г. Саранска, примерно одинаково: стальных –  $0,67 \cdot 10^6$ , оцинкованных –  $0,58 \cdot 10^6$ . Количество бактерий, приходящихся на 1 см<sup>2</sup> стальных и оцинкованных образцов, закладываемых в Лямбирском районе, существенно отличается: стальных –  $0,71 \cdot 10^6$ ; оцинкованных –  $2,02 \cdot 10^6$ .

В отечественной литературе описана бактериальная коррозия, которой подвержены трубы центральных отопительных систем. Отмечается доминирование СРБ летом, а зимой – железобактерий в пораженных установках. Это приво-

дит к локальным отложениям сульфида железа и перфорации труб в этих местах [1].

а



б



Рис. 2. Чашки Петри с колониями бактерий, выросшими на питательной среде:

а – образцы из металлопластика находились на юго-западе г. Саранска; б – образцы из металлопластика находились в Лямбирском районе

а



б



Рис. 3. Чашки Петри с колониями бактерий, выросшими на питательной среде:

а – образцы из полипропилена находились на юго-западе г. Саранска; б – образцы из полипропилена находились в Лямбирском районе

После исследований потери при обработке специальными составами для удаления ржавчины с поверхностей образцов различны. Для стальных образцов и оцинкованных, выдержанных в почвах юго-запада г. Саранска, потери отличаются на десятки доли процента, тогда как для образцов с Лямбирского района они составили в несколько раз больше. Также у оцинкованных образцов из разных контейнеров при обработке потери в процентном отношении больше, чем у стальных водогазопроводных.

Авторы Л.П. Сидоренко и Р.Е. Пашкевич исследовали образцы сплавов, на которые гальваническим способом были нанесены покрытия из олова и висмута, и установили, что в натуральных условиях образцы зарастали грибами в отличие от лабораторных условий [3]. Исследования, проведенные нами с образцами из стальных и оцинкованных труб, показали наличие бактерий, заселивших данные образцы в течение года в почвах различных районов Республики Мордовия. Количество и видовой состав микроорганизмов зависят от состава почв, от содержания в них марганца, молибдена, меди, цинка, кобальта, бора и др.

Таким образом, подверженность механическим воздействиям образцов из различных материалов в результате исследований в натуральных условиях различна и зависит от многих факторов: химический состав, плотность материала, область и диапазон температур применения.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Андреюк Е.И., Билай В.И., Коваль Э.З., Козлова И.А. Микробная коррозия и ее возбудители. Киев: «Наукова думка». 1980. 287 с.
2. Рудакова А.К. Микробиологическая стойкость полихлорвиниловых пластикумов, применяемых в кабельной промышленности // Труды ВНИИКП. М., 1969. Вып. 13. С. 93-103.
3. Сидоренко Л.П., Пашкевич Р.Е. Изучение грибоустойчивости металлических систем в лабораторных и натуральных условиях // Тезисы докладов конференции «Биоповреждения в промышленности»: В 2 ч, Пенза, 1993. Ч. 1. С. 67-68.
4. Современные строительные материалы и товары – М.: Справочник: ООО «Изд-во «Эксмо», 2005. 576 с.
5. Бажанова М.Е., Атыкян Н.А., Смирнова О.Н., Ерофеев В.Т. Видовой состав почвенной микрофлоры, выделенной с трубопроводных материалов в условиях Республики Мордовия // Материалы третьей Междунар. науч.-техн. конфер. «Биоповреждения и биокоррозия в строительстве»: Саранск. Изд-во Мордов.ун-та, 2010. С. 6-11.

Белов В. В., советник РААС, д-р техн. наук, проф.,  
Курятников Ю. Ю., канд. техн. наук  
Тверской государственной технической университет

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗОЛЫ ГИДРОУДАЛЕНИЯ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ СУХОЙ ГОТОВОЙ СМЕСИ ДЛЯ НЕАВТОКЛАВНОГО ГАЗОБЕТОНА

yuriy-k@yandex.ru

Рассматривается вопрос эффективного использования золы гидроудаления в качестве минерального наполнителя в сухую готовую смесь для изготовления газобетона неавтоклавного твердения, в том числе в построечных условиях.

**Ключевые слова:** сухая готовая смесь, неавтоклавный газобетон, зола гидроудаления, минеральный наполнитель.

Одним из перспективных направлений получения бетонов нового поколения, отличающихся высокой технологичностью, повышенными физико-механическими и эксплуатационными свойствами, является применение активированных реакционно-порошковых сырьевых смесей с тонкодисперсными наполнителями различной природы и дисперсности. В таких смесях содержится 50-60 % порошкового компонента (например, цемент, молотая горная порода, микрокремнезем) и 40-50 % тонкозернистого (например, кварцевый песок фракции 0,1-0,6 мм). Эти сырьевые смеси легко перемещаются пневмотранспортом и не сепарируются при загрузке емкостей, а самое главное, относительно легко перемешиваются, т.е. обладают всеми известными достоинствами сухих строительных смесей [1].

Порошковые бетоны с содержанием цемента в пределах 680-750 кг на 1 м<sup>3</sup> бетона, микрокремнезема – от 7 до 15 % от массы цемента, молотого песка с удельной поверхностью 320-360 м<sup>2</sup>/кг – 350-375 кг, тонкозернистого песка фракции 0,16-0,63 мм – 700-750 кг, гиперпластификатора марки Melflux (1641F, 2641F, 2651F) – 0,8 % от массы цемента, при В/Т = 0,10-0,13 имеют прочностное сжатие в возрасте 28 суток 100-130 МПа, а после двух лет твердения повышают этот показатель на 50 %, а предел прочности на растяжение при изгибе на 60 %. Используя предварительно приготовленные сухие реакционно-порошковые сырьевые смеси, можно получать высокопрочные мелкозернистые, а также на их основе и щебеночные бетоны, с удельным расходом цемента от 4,1 до 5,8 кг на 1 МПа прочности [2].

В качестве тонкодисперсных наполнителей для изготовления бетонов нового поколения эффективно использовать микрокремнезем, золунос, метакаолин, микрокремнезем, каменную муку (кварцевую и известняковую) и др. Такие наполнители связывают гидрозольную известь портландцемента уже в ранние сроки гидрата-

ции (через 1-2 суток твердения). Образование высокодисперсных гидросиликатов кальция, кристаллизующихся в порах и в контактных зонах более крупных частиц цемента и наполнителей, улучшает структуру цементного камня, способствуя повышению ранней прочности. При добавлении микрокремнезема, кремнистого микрозаполнителя и метакаолина поры бетона сужаются. Повышение ранней прочности наблюдается у бетонов со всеми микронаполнителями. Через 90 суток максимальную прочность на сжатие демонстрировали бетоны с добавлением микрокремнезема [3].

Аналогичные принципы могут лежать в основе использования предварительно приготовленных сухих смесей для получения эффективных бетонов не только плотной, но и ячеистой структуры, т.е. газобетонов. Подобные сухие смеси разработаны на основе смешанных бесклинкерных вяжущих, содержащих в своем составе высококальциевую золу ТЭЦ и вскрышные глинистые породы, а также малоклинкерное смешанное вяжущее, содержащее добавку портландцемента. Недостатком их является низкая прочность при сжатии 0,06 - 0,11 МПа [4]. В работе [5] изучено влияние технологии изготовления золосодержащих сухих смесей для производства неавтоклавного газобетона на его свойства. Введение 10-20 % кварцевого песка в молотую золоцементную смесь позволяет получить газобетон плотностью 700 кг/м<sup>3</sup> и прочностью при сжатии 2,76-3,02 МПа. В работах [6, 7] показана возможность получения сухих смесей для производства пенобетонов с применением пенообразующей добавки белковой природы. Определены рецептурно-технологические параметры получения сухих смесей, а также изучены деформативные свойства неавтоклавного пенобетона. Выявлено, что эффективным ускорителем твердения в составе сухих смесей является силикат натрия. Прочность, усадка и морозостойкость пенобетона средней плотностью

400–800 кг/м<sup>3</sup> соответствуют нормативным требованиям.

Авторами разработана технология изготовления нового класса теплоизоляционных сухих строительных смесей для получения газобетона неавтоклавного твердения, в том числе в построечных условиях [8]. Определены основные информационные логические связи при проектировании составов сухих готовых смесей для изготовления газобетона (рис. 1).

Предлагаемая модель, реализующая комплексный подход, позволяет установить взаимосвязь между физико-химическими предпосылками формирования структуры газобетона,

структурообразованием и свойствами материала. Формирование микро- и макроструктуры газобетона осуществляется за счет варьирования основных компонентов состава сухих готовых смесей, модификации состава химическими и дисперсно-армирующими добавками, природы поверхности, дисперсности и однородности распределения компонентов, механоактивации поверхности твердой фазы и рациональных режимов перемешивания газобетонной смеси. В свою очередь, структура определяет основные свойства газобетона: среднюю плотность, предел прочности на сжатие и на растяжение при изгибе, усадку при высыхании, теплопроводность.



Рис. 1. Схема информационных логических связей при формировании структуры газобетона из предварительно приготовленной сухой смеси

Среди вторичных техногенных продуктов (отходов) энергетического комплекса в качестве тонкодисперсного компонента (наполнителя) в бетонах наиболее часто применяют золу-унос, которая способствует улучшению характеристик бетонной смеси и бетона и позволяет сделать производство бетона более рентабельным. В то же время с экономической и экологической точек зрения в качестве различных сырьевых компонентов строительных конгломератов эффек-

тивно использовать отвальные золы, шлаки и их смеси. Но с технической точки зрения это не так просто сделать, так как отвальная зола ТЭС имеет низкую дисперсность, загрязненность различными примесями и, в итоге, состав и свойства, колеблющиеся в широких пределах, что негативно отражается на свойствах материала. Поэтому проблема эффективного использования этого потенциально выгодного сырья в

производстве строительных материалов, в частности ячеистых бетонов, является актуальной.

В данной работе в качестве кремнеземистого компонента в сухие готовые смеси для изготовления газобетона неавтоклавно твердения исследовалась зола гидроудаления (золшлаковая смесь) Тверской ТЭЦ-4. Данная зола является золой смешанного характера (примерно ка-

менноугольной на 60 % и торфяной на 40 %). В литературных источниках мало сведений об использовании такой золы в качестве кремнеземистого компонента для газобетона. Свойства данной золы, предварительно просеянной через сито с размером ячейки 2,5 мм для удаления крупных включений, представлены в табл. 1.

Таблица 1

Требования к кремнеземистому компоненту ячеистых бетонов и соответствующие характеристики золы ТЭЦ-4

Характеристики	Нормативные показатели (согласно СН 277-80)	Показатели золы ТЭЦ-4
Содержание в золе оксидов, % SiO <sub>2</sub> CaO R <sub>2</sub> O (K <sub>2</sub> O+Na <sub>2</sub> O) SO <sub>3</sub>	Не менее 45 Не более 10 Не более 3 Не более 3	50,4 5,9 1,39 0,48
Содержание стекловидных и оплавленных частиц, %	Не менее 50	Не определялось
Потери при прокаливании, %	Для золы бурых углей – не более 3; для золы каменных углей – не более 5	2,14
Удельная поверхность, м <sup>2</sup> /кг	400–500	75
Набухание в воде, %	Не более 5	Нет
Равномерность изменения объема при кипячении лепешек из цементно-золяного раствора состава 1:3	Должна выдерживать испытание	Испытание выдержала

По химическому составу зола ТЭЦ-4 является сверхкислой, а по гранулометрическому составу – грубодисперсной. По большинству показателей она соответствует требованиям, предъявляемым СН 277-80 к золам, применяемым в качестве кремнеземистого компонента ячеистых бетонов. Однако по удельной поверхности несоответствие золы нормативным требованиям достигает 5-7 раз, что требует помола ее до требуемой дисперсности.

Изучение структуры частиц золы с помощью микрофотографирования показало, что значительное количество частиц немолотой золы представляют собой «микросферы» с пустотой внутри, поэтому они обладают высокой водопотребностью. При измельчении золы до удельной поверхности, близкой к нормативным показателям для кремнеземистого компонента ячеистых бетонов (300–400 м<sup>2</sup>/кг), водопотребность уменьшается в связи с расщеплением «микросфер» на относительно плотные частицы. На поверхности зольных частиц возрастает число активных центров, что позволяет вовлечь золу в процесс твердения бетона, т.е. повышается её реакционность (активность).

В работе находили зависимости прочности сухих готовых смесей без порообразователя как матрицы газобетона от количества золы в составе смеси в интервале варьирования золоцементного отношения (З/Ц), охватывающем обычно принятый для изготовления газозолобетона (0,75–1,25). Просеянную через сито с размером ячейки 2,5 мм золу высушивали в сушильном шкафу при температуре 60–70 °С и производили помол до удельной поверхности около 300 м<sup>2</sup>/кг. Изготовленную сухую готовую смесь всыпали в воду затворения из расчета достижения в одной серии опытов водотвердого отношения (В/Т) равного 0,40, а в другой серии опытов – 0,60. Сырьевую смесь перемешивали в течение 2 мин. Растворную смесь заливали без уплотнения в формы-кубы размером 70 x 70 x 70 мм. Образцы выдерживали в течение 28 суток под полиэтиленовой пленкой при комнатной температуре 20±2 °С, после чего испытывали на сжатие. Пластичность (текучесть) сырьевых смесей и физико-механические свойства золоцементных растворов приведены в табл. 2.

Таблица 2

## Свойства сырьевых смесей и золоцементных растворов

№ опыта	З/Ц отношение	Свойства золоцементных растворов			
		Расплав смеси по Суттарду, см	Средняя плотность, кг/м <sup>3</sup>	Предел прочности на сжатие в возрасте 28 суток, МПа	Влажность раствора в момент испытания, %
В/Т = 0,40					
1	0,5	13	1798	21,5	21,2
2	0,75	13	1790	16,3	21,7
3	1,0	14	1782	12,1	21,5
4	1,25	14	1769	10,9	22,1
В/Т = 0,60					
5	0,5	31	1721	9,0	28,4
6	0,75	32	1709	6,8	28,9
7	1,0	33	1694	5,8	28,5
8	1,25	33	1683	5,1	29,3

Одновременно с образцами из золоцементного раствора по той же технологии были изготовлены контрольные образцы из цементно-песчаного раствора при соотношении песка и цемента (П/Ц) равном 0,75, и В/Т равном 0,60. Для приготовления раствора использовали молотый кварцевый песок с такой же, как и у золы, удельной поверхностью (около 300 м<sup>2</sup>/кг). Получены следующие результаты: расплав смеси по Суттарду 34 см, средняя плотность 1732 кг/м<sup>3</sup>, предел прочности на сжатие 5,2 МПа, влажность в момент испытания 29,7 %. Сравнение этих данных с данными табл. 2 для соответствующего состава золоцементного раствора показывает, что предел прочности на сжатие золоцементного раствора на 24 % выше, чем у цементно-песчаного раствора при одинаковых дисперсности и содержании кремнеземистого компонента, что свидетельствует о приобретении отвалной золой определенной реакционной способности после помолла.

Предел прочности на сжатие золоцементного раствора уменьшается при одинаковом В/Т с увеличением содержания золы гидроудаления в смеси в исследованном диапазоне. Более существенным это снижение проявляется при меньших значениях В/Т. Так, при В/Т равном 0,6, с увеличением З/Ц от 0,5 до 1,25 предел прочности на сжатие уменьшается на 43,3 %, а при В/Т равном 0,4, это снижение составляет 49,3 %. Как и следовало ожидать, большое влияние на прочность золоцементного раствора оказывает водотвердое отношение. Например, при З/Ц равном 0,75, увеличение В/Т с 0,4 до 0,6 снижает прочность образцов в 2,4 раза (с 16,3 до 6,8 МПа).

Влияние золоцементного отношения на среднюю плотность и предел прочности на сжатие в возрасте 28 суток образцов неавтоклавного

газозолобетона, изготовленного на основе указанных выше сухих готовых смесей при добавке газообразователя – алюминиевой пудры показано на рис. 2. Увеличение золоцементного отношения приводит в целом к понижению предела прочности на сжатие и средней плотности газобетона как и неавтоклавного золоцементного раствора. Учитывая неравномерность этого снижения (сначала несущественное), можно определить оптимальное золоцементное отношение – около 0,75. При большем содержании золы резко снижается предел прочности газозолобетона, что не компенсируется некоторым уменьшением средней плотности материала.

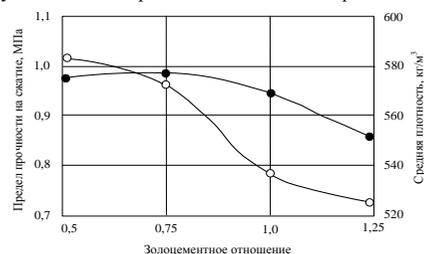


Рис. 2. Зависимости предела прочности на сжатие и средней плотности газозолобетона от золоцементного отношения

В работе определяли усадку при высыхании газобетона, изготовленного на основе сухих готовых смесей с использованием золы гидроудаления по стандартной методике. Определялось изменение длины образцов-призм размерами 40×40×160 мм. Образцы каждой серии выпиливали из газобетонных блоков размерами 0,5×0,5×0,2 м. По значениям усадки при высыхании и влажности бетона строили кривые усадки. По кривой определяли

усадку в интервале влажности от 35 до 5 %. Усадка при высыхании составила 2,7-2,9 мм/м, что соответствует нормативным требованиям.

Разработан состав газобетона на основе золы гидроудаления, физико-механические свойства которого представлены в табл. 3. Полученный неавтоклавный газобетон на основе сухих готовых смесей с использованием золы гидроудаления характеризуется равномерной высокопористой структурой. Качественные показатели соответствуют требованиям ГОСТ 25485–89 «Бетоны ячеистые. Технические условия». Расчетный экономический эффект производства

газобетона по результатам выпуска опытной партии составляет 400 руб/м<sup>3</sup>. Снижение себестоимости продукции по сравнению с аналогичным образом обусловлено использованием такого дешевого техногенного отхода, как зола гидроудаления ТЭС, уменьшением затрат на природный газ и электроэнергию и меньшими капиталовложениями. Применение золы гидроудаления ТЭС позволяет расширить сырьевую базу, повысить технико-экономические показатели неавтоклавного газобетона, а также улучшить экологическую ситуацию в регионе.

Таблица 3

## Физико-механические свойства неавтоклавного газобетона, полученного на основе сухих готовых смесей

Физико-механические показатели	Единицы измерений	Значения показателей	Требования ГОСТ 25485-89
Средняя плотность, (Марка по плотности)	кг/м <sup>3</sup>	465 (D500)	D500
Предел прочности на сжатие в возрасте 3 суток	МПа	0,67	–
Предел прочности на сжатие в возрасте 28 суток (Класс по прочности)	МПа	1,64 (B1)	B1 B0,75
Предел прочности на растяжение при изгибе в возрасте 28 суток	МПа	0,42	–
Водопоглощение по массе	%	46	–
Водопоглощение по объему	%	21	–
Усадка при высыхании	мм/м	2,7	3,0

Таким образом, получен новый вид сухих готовых смесей для изготовления неавтоклавного газобетона в построчных условиях, используемый при заполнении многослойных ограждающих конструкций и выполнении других теплоизоляционных работ, как в процессе строительства и реконструкции зданий, так и в заводских условиях при изготовлении мелкоштучных изделий.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Калашников, В.И. и др. Порошково-активированные тонкозернистые тонкозернистые сухие бетонные смеси для производства различных бетонов / В.И. Калашников и др. // Социальные стандарты качества жизни в архитектуре, градостроительстве и строительстве: сб. науч. тр. РААСН, 2011. – С. 316-320.
2. Калашников, В.И. Через рациональную реологию – в будущее бетонов / В.И. Калашников и др. // Технологии бетонов. – 2008. – № 1. – С. 22-23.
3. Ружо, Р. Ультратехнологичные бетоны с мелкодисперсными частицами, отличными от микрокремнезема / Р. Ружо, Б. Бори // СРІ – Международное бетонное производство. – 2007. – №6. – С. 22-30.
4. Селиванов, В.М. Сухие газобетонные смеси на основе вторичного сырья и отходов промышленности / В.М. Селиванов, А.Д. Шильцина, А.И. Гныря // Строительные материалы. – 2000. – № 9. – С. 10-11.
5. Щукина, Ю.В. Золосодержащие сухие смеси для производства газобетона / Ю.В. Щукина. // Десятые академические чтения РААСН. – С. 683-688.
6. Черкасов, В.Д. Разработка составов сухих смесей для производства неавтоклавных ячеистых бетонов. Вестник отделения строительных наук / В.Д. Черкасов, В.И. Бузулуков, Е.В. Киселев, А.И. Емельянов. – 2006. – Вып. 10. – С. 131-135.
7. Черкасов, В.Д. Исследование свойств ячеистых бетонов, полученных на основе сухих смесей. Вестник отделения строительных наук / В.Д. Черкасов, В.И. Бузулуков, А.И. Емельянов, Е.В. Киселев. – 2008. – Вып. 12. – С. 292-295.
8. Белов, В.В. Модифицирование сухих поробетонных смесей на основе техногенных вторичных ресурсов. Строительные материалы / В.В. Белов, Ю.Ю. Курятников. – 2008. – № 2. – С. 6-7.

Сулейманова Л. А., канд. техн. наук, проф., докторант  
Жерновский И. В., канд. геол.-мин. наук, доц., докторант  
Шамищуров А. В., канд. техн. наук, доц.,

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

**СПЕЦИАЛЬНОЕ КОМПОЗИЦИОННОЕ ВЯЖУЩЕЕ ДЛЯ ГАЗОБЕТОНОВ НЕАВТОКЛАВНОГО ТВЕРДЕНИЯ**

**ludmilasuleimanova@yandex.ru**

Разработано специальное композиционное вяжущее с прочностью на сжатие не менее 80 МПа, обладающее уникальными свойствами, обеспечивающими стабильность технологических процессов, протекающих на всех стадиях производства газобетонов неавтоклавного твердения.

**Ключевые слова:** композиционное вяжущее, газобетоны неавтоклавного твердения, метод Ритвельда, полнопрофильный анализ.

Вопросами изучения активированных и композиционных вяжущих (КВ), вяжущих низкой водопотребности занимались такие известные ученые, как Б.Г. Скрамтаев, В.Н. Юнг, С.М. Рояк, Ю.М. Бутт, А.Е. Шейкин, Г.М. Рушук, М.И. Стреков, В.И. Соломатов, В.И. Калашников, А.В. Шейнфельд, С.В. Демьянова, Б.Э. Юдович, Ш.Т. Бабаев, М.Я. Бикбау, В.Р. Фаликман и многие другие.

Основные свойства вяжущего, в том числе его активность и скорость твердения, определяются не только химическим и минералогическим составом клинкера, формой и размерами кристаллов алита и белита, наличием тех или иных добавок, но и, в большей степени, тонкостью помола продукта, его гранулометрическим составом, а также формой его частиц.

Для ячеистых бетонов с улучшенными структурой и показателями качества необходимы специальные КВ, обладающие уникальными свойствами, обеспечивающими стабильность технологических процессов, протекающих на всех стадиях производства газобетонов [1].

Для разработки специального КВ для газобетонов неавтоклавного твердения, в том числе и для монолитного строительства, использовали в качестве активного компонента вяжущего клинкер и портландцемент ЦЕМ I 42,5 Н ЗАО «Белгородский цемент»; гипс ОАО «Кубанский гипс – Кнауф», Краснодарский край; в качестве наполнителя – мел технический дисперсный МТД-2 ОАО «Мелстром», Белгородская обл.; в качестве модифицирующей добавки применялся суперпластификатор Полипласт П-1 производства ООО «Полипласт Новомосковск», в качестве кварцсодержащих добавок использовали кварцевые пески Нижне-ольшанского (Белгородская обл.), Вяземского (Смоленская обл.), Курского (Курская обл.), Привольского (Саратовская обл.), Безлюдовского (Харьковская обл., Украина) месторождений и отсеvy дробления

кварцитопесчаника (КВП) ОАО «Лебединского ГОКа» (Белгородская обл.).

Разработка специального композиционного вяжущего (КВ) с удельной поверхностью 500...600 м<sup>2</sup>/кг, оптимальным гранулометрическим составом, усовершенствованной морфологией и характером поверхности частиц, модификаторами и ультратонкими наполнителями, обладающего уникальными свойствами – это реальная возможность существенно снизить производственные удельные затраты топлива и электроэнергии, увеличить объем производства и повысить качество вяжущего с минимальными капиталовложениями.

Измельчение цемента составляет три четверти от общих затрат электроэнергии, поэтому снижение расхода электроэнергии на помол и повышение его эффективности является приоритетной тенденцией, направленной на улучшение его качества, и достигается путем выбора вида ПАВ и его дозировки, избирательностью домола цемента, оптимальной энергонапряженностью процесса помола, применением принципиально нового оборудования для измельчения.

Помол КВ проводился с заменой клинкерной составляющей кварцсодержащими добавками до 30 % в новом оборудовании для измельчения в центробежном помольно-смесительном агрегате (ЦПСА), обеспечивающем снижение удельных энергозатрат на 35...40 %, позволяющем получать тонкую и сверхтонкую структуру измельчаемого материала за счет ударно-истирающего воздействия рабочих органов с заданными траекториями движения.

Подбор оптимального количества суперпластификатора «Полипласт П-1» (П-1), проведенный методом мини-конуса, показал, что необходимый расплав конуса достигается при содержании добавки в количестве 1 %, а дальнейшее увеличение экономически и технологически не целесообразно.

Анализ кинетики и кинетических констант помола кварцевых песков и отсеvов дробления КВП (рис. 1) показал, что энергетически целесообразно использовать отсеvy дробления КВП, частицы которых представлены агрегатами зерен с более развитой поверхностью, многочисленными сколами, заостренными и выщербленными местами в сравнении с кварцевыми песками, что и подтверждается наибольшей начальной скоростью

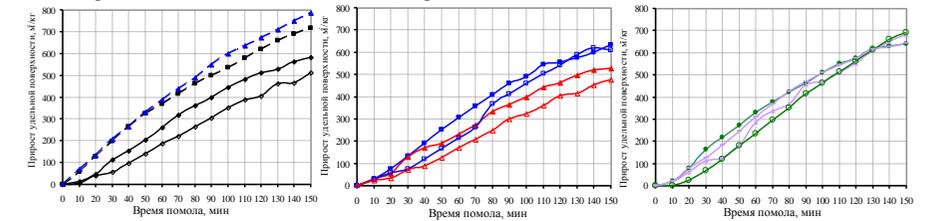


Рис. 1. Зависимость прироста удельной поверхности кварцевых песков и отсеvов дробления КВП от времени помола: — нижне-ольшанский песок + П-1; — вяземский песок + П-1; — курский песок + П-1; — вольский песок + П-1; — безлюдовский песок + П-1; — нижне-ольшанский песок; — вяземский песок; — курский песок; — вольский песок; — безлюдовский песок; — отсеvy дробления КВП; — отсеvy дробления КВП + П-1

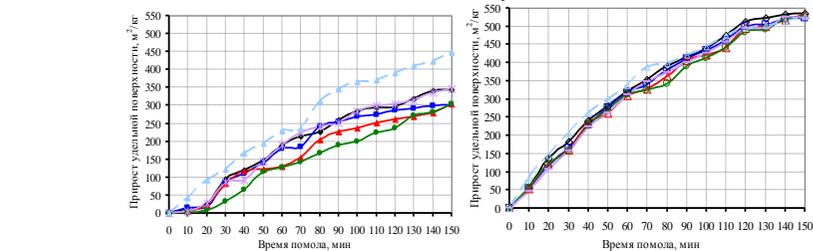


Рис. 2. Зависимость прироста удельной поверхности КВ от времени помола: — цемент + нижне-ольшанский песок + П-1 (1); — цемент + вяземский песок + П-1 (2); — цемент + курский песок + П-1 (3); — цемент + вольский песок + П-1 (4); — цемент + безлюдовский песок + П-1 (5); — клинкер + гипс + нижне-ольшанский песок + П-1 (6); — клинкер + гипс + вяземский песок + П-1 (7); — клинкер + гипс + курский песок + П-1 (8); — клинкер + гипс + вольский песок + П-1 (9); — клинкер + гипс + безлюдовский песок + П-1 (10); — цемент + отсеvy дробления КВП + П-1 (11); — клинкер + гипс + отсеvy дробления КВП + П-1 (12)

Анализ кинетических констант помола (табл. 1) показал, что наилучшей размоломоспособностью обладает КВ на клинкерной основе с использованием отсеvов дробления КВП, имеющее начальную скорость помола  $U_0 = 9,13 \text{ м}^2/(\text{кг} \cdot \text{мин})$  и коэффициент торможе-

нию  $k_t = 0,0003...0,0004 \text{ кг}/\text{м}^2$ .

Анализ кинетики помола КВ (рис. 2) в ЦПСА позволил определить оптимальное время помола для каждого вида вяжущего по достижении эффективной удельной поверхности  $S_{уд} = 500...550 \text{ м}^2/\text{кг}$ .

ния  $k_t = 0,0007 \text{ кг}/\text{м}^2$ , при этом тонкодисперсные отсеvy дробления КВП позволяют наиболее полно использовать энергетику кристаллической решетки минералов, накопленную в результате геологических и техногенных воздействий.

Таблица 1

Кинетические константы помола КВ												
№ состава	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$U_0, \text{ м}^2/(\text{кг} \cdot \text{мин})$	3,66	3,49	3,26	2,27	3,47	7,07	6,49	6,42	6,45	5,92	4,64	9,13
$k_t, \text{ кг}/\text{м}^2$	$9 \cdot 10^{-4}$	$12 \cdot 10^{-4}$	$12 \cdot 10^{-4}$	$3 \cdot 10^{-4}$	$8 \cdot 10^{-4}$	$7 \cdot 10^{-4}$	$11 \cdot 10^{-4}$	$7 \cdot 10^{-4}$				
Коэффициент корреляции ( $k_{кор}$ )	0,724	0,852	0,965	0,733	0,834	0,965	0,956	0,967	0,971	0,902	0,923	0,997

Гранулометрический анализ показал, что КВ на клинкерной основе имеют полимодальное распределение частиц. Кривые гранулометрического состава КВ на клинкерной основе по срав-

нению с КВ на основе цемента смещены в область мелких частиц с повышенным их содержанием (рис. 3). При этом КВ на основе клинкера имеют повышенное содержание мелкодис-

персных частиц с выраженным максимумом в интервале 0,66...2,7 мкм по сравнению с КВ на основе цемента, что приводит к увеличению скорости гидратации, особенно в ранние сроки твердения, что является важным в технологии газобетонов.

Введение мела в состав КВ приводит к увеличению содержания мельчайших частиц в диапазоне 0,54...2,21 мкм (рис. 4), что обусловлено особенностями строения самого мела. Реологические кривые суспензий на основе цемента и клинкера имеют классический тиксотропный характер.

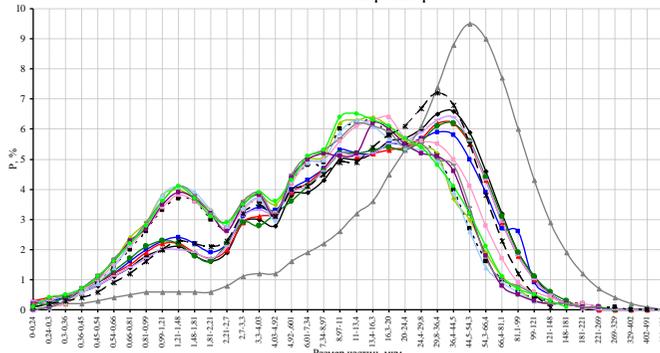


Рис. 3. Распределение частиц КВ по размерам:

— 1; — 2; — 3; — 4; — 5; — 6; — 7; — 8; — 9; — 10; — 11; — 12; — цемент; — клинкер + гипс + П-1

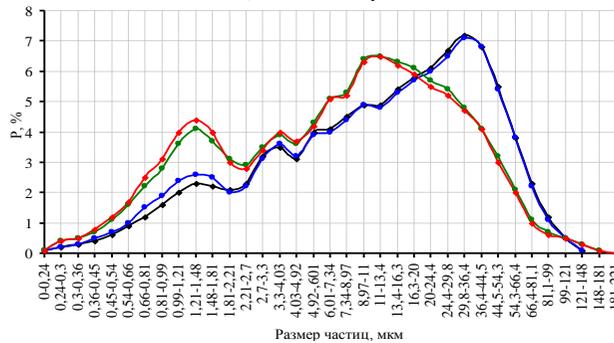


Рис. 4. Распределение частиц КВ с мелом по размерам:

— 11; — цемент + отсеvy дробления КВП + П-1 + мел (13); — 12; — клинкер + гипс + отсеvy дробления КВП + П-1 + мел (14)

Использование в системах кварцосодержащих добавок изменяет их тиксотропные свойства, заключающиеся в снижении эффективной вязкости по сравнению с бездобавочными составами. При этом вязкость КВ, полученных помолом, клинкера больше, по сравнению с КВ, полученными домолом цемента, что можно объяснить ускорением процессов гидратации в ранние сроки. Изменение дисперсности КВ с добавлением мела и особенности строения его частиц оказывают влияние на реологические свойства КВ, которое проявляется в увеличении вязкости суспензий, что объясняется повышением плотности упаковки частиц КВ за счет большей их полидисперсности и подверженностью отсеv

дробления КВП воздействию анионоактивного суперпластификатора. Это позволило получить КВ, суспензия которого имеет оптимальную вязкость для получения газобетона улучшенной структуры.

С учетом полученных данных гранулометрического состава, реологических характеристик и физико-механических испытаний вяжущих предложены рациональные составы КВ (табл. 2) с клинкерной составляющей и суперпластификатором Полипласт П-1.

Сроки схватывания КВ и реологические свойства суспензий, полученных на основе клинкера (табл. 2), позволяющие совместить во времени период интенсивного структуро-

образования КВ с газовойделением при вспучивании газобетонной смеси, тем самым предотвратить прорывание газовых пор, стабилизировать их размеры и местоположение,

уменьшить дефектность и получить газобетоны с повышенными прочностными характеристиками.

Таблица 2

Составы и физико-механические характеристики КВ

Состав вяжущего	НГ, %	Сроки схватывания, ч-мин		Предел прочности, МПа, в возрасте, сут					
		начало	конец	при изгибе			при сжатии		
				3	7	28	3	7	28
Цемент + отсеvy дробления КВП+ П-1	23,3	1-30	3-05	6,9	8,1	9,63	44,3	55,4	69,3
Клинкер + гипс + отсеvy дробления КВП + П-1	20,3	1-05	2-35	8,2	9,6	11,55	53,2	64,8	82,4
Цемент + отсеvy дробления КВП + мел + П-1	23,8	1-20	2-50	7,2	9,4	11,03	47,8	61,3	75,5
Клинкер + гипс + отсеvy дробления КВП + мел + П-1	20,0	0-50	2-30	8,5	10,6	12,26	62,4	74,0	87,7

Степень гидратации КВ оценивалась по снижению интенсивности отражений основных минералов 1,76Å (C<sub>3</sub>S); 2,74 и 2,76 Å (C<sub>3</sub>S, C<sub>2</sub>S) и увеличению интенсивности отражений портландита (4,92; 2,63 Å), как продукта гидратации.

Количество образующегося портландита в начальный период твердения у КВ различно. Так, содержание портландита максимально у КВ с ниже-ольшанским песком и КВ с отсеvами дробления КВП, что подтверждается, в частности, и повышением прочности в ранние сроки твердения.

Степень гидратации алита в 28-суточном возрасте у КВ с отсеvами дробления КВП значительно выше, по сравнению с КВ с остальными песками, что подтверждается интенсивностью его отражений. Этим и объясняется значительно больший предел прочности на сжатие КВ с отсеvами дробления КВП. КВ с добавлением мела в первые сутки твердеет несколько медленнее, чем КВ без него, о чем свидетельствуют отражения портландита (рис. 5). К 3-м суткам твердения интенсивность отражений портландита у КВ с отсеvом дробления КВП и мелом превышает интенсивность отражений портландита у КВ без мела. К 28-м суткам твердения увеличение отражений у КВ с отсеvами дробления КВП составило 210 %, а у КВ с отсеvами дробления КВП и мела – 305 %.

Для оценки степени влияния количественных соотношений гидросиликатов кальция (C-S-N) на прочностные показатели КВ была применена модифицированная (внутристандартная) методика РФА на основе ривельдовских (полнопрофильных) расчехен процедур (рис. 6), основанная на использовании интенсивности дифракционного рассеяния поликристаллическим образцом в каждой точке дифракционного спектра для определения структурных параметров веществ [2, 3].

Метод основан на минимизации разницы между экспериментальным и расчетным дифракционными спектрами. Причем последний

рассчитывали из кристаллоструктурных параметров веществ, составляющих поликомпонентный материал. В этом методе интенсивность дифракционного спектра у расчех в точке *i* вычисляли по формуле:

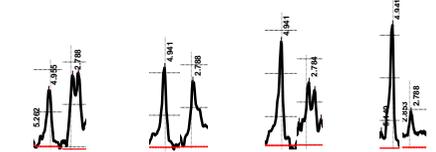
$$y_{расч}(i) = \sum_j S_j \sum_{hkl} (LPA)_{hkl} \cdot f(2\theta_i - 2\theta_{hkl}) \cdot F_{hkl}^2 \cdot m_{hkl} \cdot Y_{hkl} + B(i), \quad (1)$$

где *S<sub>j</sub>* – масштабный множитель для *j*-ой фазы; *L* – фактор Лоренца; *P* – поляризационный фактор; *A* – фактор поглощения для образца; *f* – функция формы дифракционного отражения; *2θ<sub>i</sub>* – угол, соответствующий точке спектра *i*; *2θ<sub>hkl</sub>* – угловое положение *hkl*-отражения; *F<sub>hkl</sub>* – структурный фактор; *m<sub>hkl</sub>* – фактор повторяемости для *hkl*-отражения; *Y<sub>hkl</sub>* – фактор преимущественной ориентировки; *B(i)* – интенсивность фона в точке *i*.

Суммирование производили по всем отражениям *hkl* всех фаз.

КВ с отсеvами дробления КВП

1 сут 100 % 100 % 3 сут 115 % 81 % 7 сут 175 % 81 % 28 сут 210 % 46 %



КВ с отсеvами дробления КВП и мелом

100 % 100 % 160 % 90 % 240 % 90 % 305 % 75 %

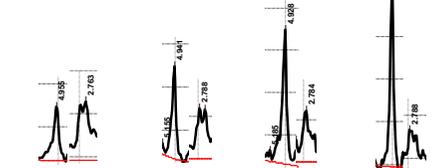
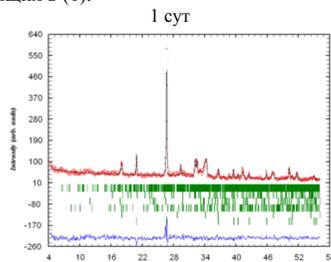


Рис. 5. Дифракционные профили отражений алита и белита (2,76Å и 2,78Å) и портландита (4,94Å) в КВ с добавлением мела

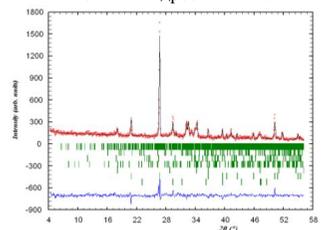
Метод Ритвельда заключается в минимизации функционала

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^N w_i \{y_i^{теор} - y_i^{диф}\}^2 \rightarrow \min \text{ (Где } w_i = 1/\sigma_i^2 = 1/y_i^{теор} \text{)} \quad (2)$$

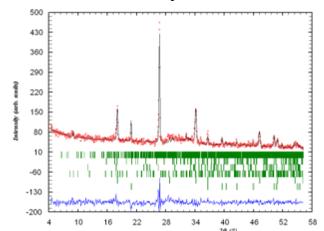
нелинейным методом наименьших квадратов путем итерационного уточнения аппаратных, профилейных и структурных параметров, входящих в (1).



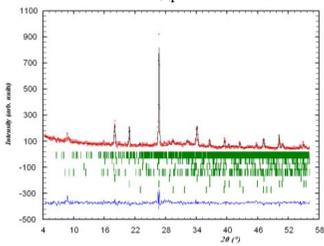
КВ с отсевами дробления КВП



КВ с отсевами дробления КВП и мелом 28 сут



КВ с отсевами дробления КВП



КВ с отсевами дробления КВП и мелом  
Рис. 6. Ритвельдовская диаграмма прогидратированного КВ на основе клинкера

Для описания профилей отражений применяли аппроксимирующие функции,

представляющие собой суперпозиции колоколообразных функций Гаусса и Лорентца (Коши) [4, 5 и др.].

Поскольку метод полнопрофильного анализа включает в себя оптимизацию по нескольким десяткам параметров функции, то он очень чувствителен к точности начальных данных. Неудовлетворительное начальное приближение уточняемых при итерации параметров, как правило, приводит функционал (2) в локальный минимум.

К обязательным требованиям относятся максимально высокое качество результатов дифракционного эксперимента (желательна монохроматизация излучения, съемка в максимально значимом интервале углов дифракции, достаточная дисперсия образца или использование вращения в его плоскости для снятия эффектов крупнокристалличности, обязательное использование щелей Соллера; адекватное и максимально полное моделирование минеральной композиции объекта исследования, а также использование вызывающих доверие кристаллоструктурных данных; начальные значения профильных параметров, желательна использовать на основе параметров конкретной рентгенооптической системы (их можно получить на основе уточнения профилей в процедуре экстракции интенсивностей по А. LeBail от крупнокристаллического эталонного образца) [5].

Метод Ритвельда позволяет уточнять на основе дифракционных данных структурные параметры исследуемого вещества – параметры элементарной ячейки, координаты атомов, степень заселенности атомных позиций и т.д.

Полученные на основе этого подхода количественные концентрационные параметры позволили построить графическое представление изменения концентрации портландита в прогидратированном КВ (рис. 7).

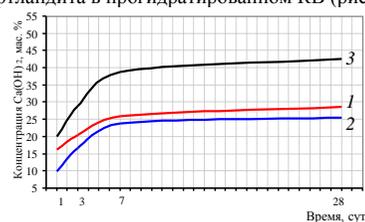


Рис. 7. Изменение концентрации портландита в КВ в процессе гидратации по результатам полнопрофильного РФА:

1 – Ca(OH)<sub>2</sub> (КВ с КВП); 2 – Ca(OH)<sub>2</sub> (КВ с КВП и мелом); 3 – Ca(OH)<sub>2</sub> (клинкер)

Для корректного сравнения концентрации портландита в КВ с отсевами дробления КВП и

в КВ с отсевами дробления КВП и мелом нормированы к концентрации портландита в гидратированном клинкере. Концентрация портландита в КВ с отсевами дробления КВП и в КВ с отсевами дробления КВП и мелом меньше, чем у бездобавочного цемента. Можно утверждать, что заметное уменьшение концентрации портландита объясняется его связыванием активным кремнеземистым компонентом отсевов дробления КВП и формированием дополнительного количества низкоосновных гидросиликатов кальция, которое приводит к повышению прочностных характеристик КВ.

При объяснении различной реакционной активности кремнеземных компонентов КВ приводятся данные об их «степени кристалличности» [6]. Следует отметить, что эта величина представляет собой весьма отвлеченную, существенно качественную, характеристику кристаллических материалов и не несет количественной информации о структурном состоянии объекта исследования.

В настоящее время вместо этой характеристики все чаще в строительном материаловедении применяются комплексные количественные параметры фазовой и размерной гетерогенности. К этим параметрам относятся концентрация рентгеноаморфной (скрытокристаллической) фазы материала, его количественный фазовый состав и размер областей когерентного рассеяния рентгеновского излучения, интерпретируемый как размер кристаллитов.

Для получения количественной информации о степени кристалличности кремнеземистого компонента КВ проведено количественное рентгенофазовое определение концентрации аморфной составляющей кварцитопесчаника (рис. 8).

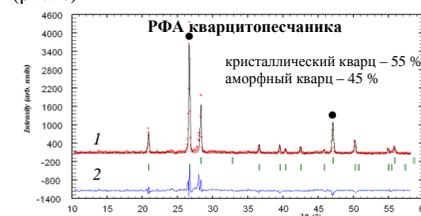


Рис. 8. Ритвельдовская диаграмма кварцитопесчаника:  
○ – экспериментальная дифракционная кривая;  
I – расчетная кривая; 2 – разностная кривая экспериментальной и расчетной дифракционной спектра; | – брегговские маркеры отражений для всех фаз;  
● – отражения флюорита

Методика определения концентрации аморфной фазы основана на введении в исследуемый образец определенной концентрации хорошо закристаллизованного вещества с известной кристаллической структурой, в данном

случае в качестве эталона применялся природный флюорит.

После проведения количественного РФА с применением метода Ритвельда определение концентрации рентгеноаморфной фазы производится на основе истинной и расчетной концентрации внутреннего эталона:

$$C_{аморф.} = \{100 \cdot (C_{этал.}^{расч.} - C_{этал.}^{истин.})\} \cdot \frac{100 \cdot (C_{этал.}^{расч.} - C_{этал.}^{истин.})}{C_{этал.}^{расч.} \cdot (100 - C_{этал.}^{истин.}) / 100}$$

Для диспергированного в ЦПСА до  $S_{уд} = 500 \text{ м}^2/\text{кг}$  отсевов дробления КВП концентрация аморфной фазы составила 45 вес. %.

Параметры фазово-размерной гетерогенности кристаллической компоненты кварцитопесчаника, определенные рентгенографическим полнопрофильным количественным микроструктурным анализом, представлены в табл. 3.

Таблица 3

Параметры фазово-размерной гетерогенности отсевов дробления КВП

Полиморфные модификации	Концентрация, вес. %	Размер кристаллитов, нм
α-кварц	75	70
β-кварц	25	30

Полученные результаты коррелируются с аналогичными данными, приведенными в работе [7].

В исходном (негидратированном) состоянии в КВ с отсевам дробления КВП и мелом содержится около 9 вес. % аморфного кремнезема. На основании количественного РФА, концентрация кальцита в КВ с отсевам дробления КВП и 10 % мела составляет около 7 вес. %. Следовательно, аморфная фаза в карбонатном компоненте КВ равна 3 вес. %.

Суммарное содержание аморфных фаз в этом КВ составляет 12 вес. %, что обеспечивает его высокую реакционную активность.

Таким образом, определены количественные параметры фазово-размерной гетерогенности кремнеземистого компонента (отсевов дробления КВП) КВ в виде концентраций полиморфных модификаций кварца, размеров их кристаллитов, а также концентрация аморфной (наноразмерной) фазы кремнезема, обеспечивающей его высокую реакционную активность.

Исследования на РЭМ показали, что у образцов на основе КВ с различными песками в возрасте 1 сут наблюдается рыхлая структура с порами и пустотами, у образцов КВ с курским песком и отсевами дробления КВП наблюдается схожая однородная мелкозернистая землистая структура.

В образцах в возрасте 1 сут наблюдается большее количество зерен кварца, непокрытых новообразованиями, чем в образцах в 28 сут, у которых количество этих зерен значительно

меньше вследствие зарастания глобулярными новообразованиями. В процессе гидратации к 28-сут у КВ на основе отсевов дробления КВП происходит упрочнение структуры в результате переплетения отдельных сростков кристалло-гидратов, прорастания массы геля кристаллическими сростками.

В 1 сут гидратации в КВ с отсевом дробления КВП наблюдаются зародыши кристаллов гидросиликатов кальция, при этом его структура более рыхлая по сравнению с КВ с отсевом дробления КВП и мелом. Как в 1-е, так и на 28-е сут твердения в КВ наблюдается достаточное количество зерен кварца, по морфологии типичных для обломочных структур, не покрытых продуктами реакций гидратации.

У образцов КВ с отсевом дробления КВП и мелом структура монолитная. Отмечается большая степень покрытия зерен кварца продуктами новообразований, что связано с увеличением количества центров кристаллизации, которыми выступают частицы мела (рис. 9).

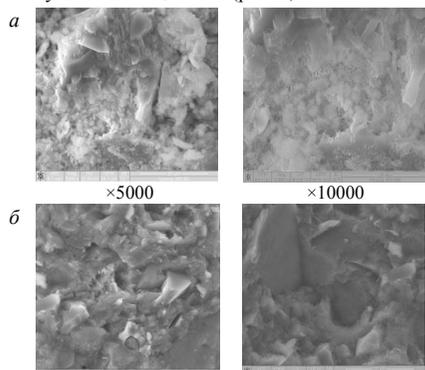


Рис. 9. Микрофотографии КВ с отсевами дробления КВП и мелом: а – 1 сут; б – 28 сут

В КВ с отсевом дробления КВП и мелом наблюдаются плоские гексагональные пластинки моносольфалюмината кальция размером 10...20 мкм, которые не наблюдаются в КВ с отсевом дробления КВП. Фиксируется замоналичность вяжущим частиц кварца, играющих скелетообразующую роль.

На зернах кварца имеются псевдокристаллические новообразования гидросиликатов кальция, при этом наблюдаются реакционные зоны на поверхности зерен кварца, что не наблюдается в КВ без мела. Видна сетка из гидросиликатов кальция с достаточной степенью взаимодействия между вяжущим и скелетной фазой.

При гидратации в 1-суточном возрасте наблюдаются мелко глобулярные новообразования, поверхность которых покрыта гидросили-

катами кальция. При увеличении  $\times 10000$  наблюдаются реакционные зоны между частицами кварца и матрицей КВ. Наблюдаются фрагменты поверхности растворения на частицах кварца, что может указывать на реализацию процессов растворения отсевов дробления КВП, что свидетельствует о начале пуццолановых реакций.

Таким образом, разработано специальное композиционное вяжущее с прочностью на сжатие не менее 80 МПа, обладающее уникальными свойствами, обеспечивающими стабильность технологических процессов, протекающих на всех стадиях производства газобетона для монолитного строительства. Минералогический состав и связанное с ним тепловыделение при гидратации клинкерных минералов, дисперсность, водоцементное отношение, сроки схватывания разработанного КВ позволили получить газобетон неавтоклавного твердения с улучшенными показателями качества ( $\rho_{cp} = 270...300 \text{ кг/м}^3$ ,  $R_{сж} = 1,5...1,7 \text{ МПа}$ ,  $\lambda = 0,078...0,08 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$  и F15).

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Сулейманова, Л.А. Алгоритм получения энергоэффективного газобетона с улучшенными показателями качества [Текст] / Л.А. Сулейманова // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2011. – № 4. – С. 59–61.
2. Rietveld, H. M. Line profiles of neutron powder-diffraction peaks for structure refinement [Text] / H. M. Rietveld // Acta Cryst. – 1967. – № 22. – P. 151–152.
3. Rietveld, H.M. A Profile Refinement Method for Nuclear and Magnetic Structures [Text] / H.M. Rietveld // J. Appl. Cryst. – 1969. – № 2. – P. 65–71.
4. Chaleigner, D. Combined Analysis: structure-texture-microstructure-phase-stressesreflectivity determination by X-ray and neutron scattering: CRISMAT-ENS1- CAEN, UMR CNRS n 6508, 6 Bd. M. Juin, F-14050 Caen, France.
5. Rodriguez-Carvajal, J. An Introduction to the Program FullProf 2000: Laboratoire Leon Brillouin (CEA-CNRS) CEA [Text] / J. Rodriguez-Carvajal // Saclay, 91191 Cif sur Yvette Cedex, France. – 2000. – 139 p.
6. Жерновский, И.В. Некоторые возможности применения полнопрофильного РФА в задачах строительного материаловедения [Текст] / И.В. Жерновский [и др.] // Строительные материалы. Наука. – 2010. – № 3. – С. 2–5.
7. Лесовик, Р.В. Выбор кремнезем-содержащего компонента композиционных вяжущих веществ [Текст] / Р.В. Лесовик, И.В. Жерновский // Строительные материалы. – 2008. – № 8. – С. 78–79.

Байдин О. В., канд. техн. наук, докторант  
 Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

**К ВОПРОСУ ПОВЫШЕНИЯ ТРЕЩИНОСТОЙКОСТИ ПОВРЕЖДЕННОГО  
 КОРРОЗИЕЙ ЖЕЛЕЗБЕТОНА\***

Oleg.v31@yandex.ru

Рассмотрено влияние обжатия железобетона на повышение сопротивления образованию трещин у эксплуатируемых и поврежденных коррозией железобетонных элементов.

**Ключевые слова:** обжатие железобетона, коррозионные повреждения, трещинообразование.

В настоящей работе изучается возможность предотвращения трещин у поврежденных коррозией железобетонных конструкций с помощью обжатия. При этом повышение сопротивления образованию силовых трещин эксплуатируемого, поврежденного коррозией железобетонного элемента осуществляется за счет обжатия его растянутой части сечения. Обжатие выполняется натяжением «на бетон» дополнительным внешним армированием (канатами). Таким

образом, в расчетную схему вводится внешняя сила  $N_k$  и меняется напряженно-деформируемое состояние железобетонного элемента. Сила каната  $N_k$  определяется по следующей формуле:

$$N_k = A_k \sigma_k \quad (1)$$

По аналогии с работой [2], рассматриваются два варианта коррозионного повреждения железобетонного изгибаемого элемента (рис. 1).

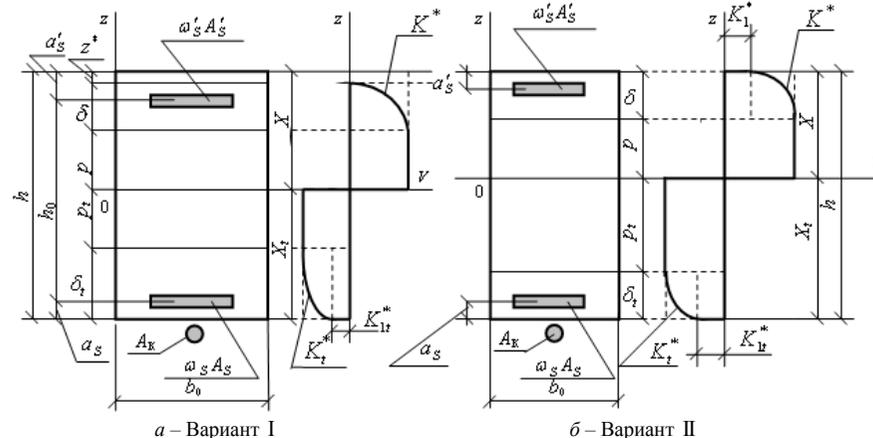


Рис. 1. Схемы поперечных сечений и эпюр повреждений бетона изгибаемого бруса:

а – вариант I,  $z^* > 0$ ; б – вариант II,  $z^* = 0$

Вследствие обжатия растянутой части сечения, поврежденного коррозией изгибаемого железобетонного бруса, меняется его напряженно-деформируемое состояние; жесткость арматуры (каната) обжатия считается нулевой в поперечном направлении; вместе с тем, обжатие растянутой части сечения силой  $N_k$  (1) увеличивает толщину сжатой зоны  $X$  и уменьшает толщину растянутой зоны  $X_t = h - X$ .

Аналогично работе [2], из условия равновесия всех сил на горизонтальную ось с добавлением внешней силы обжатия  $N_k$  (1), находится толщина сжатого сечения  $X$  (или высота растянутой части сечения  $h - X$ ) в момент образования трещины при  $\epsilon_{ft} = \epsilon_{kt}$ :

а) для варианта I:

$$X = \frac{\omega_s A_s R_s - \omega'_s A'_s R'_s + \sigma_k A_k}{b(R_b + R_{bt})} + \frac{1}{3} \left( \frac{R_b}{(R_b + R_{bt})} \right) \delta + \frac{R_b}{(R_b + R_{bt})} z^* - \frac{1}{3} (1 - K_{t1}^*) \left( \frac{R_{bt}}{(R_b + R_{bt})} \right) \delta_t + \frac{R_{bt}}{(R_b + R_{bt})} h, \quad (2)$$

б) для варианта II:

$$X = \frac{\omega_s A_s R_s - \omega'_s A'_s R'_s + \sigma_k A_k}{b(R_b + R_{br})} + (1 - K_1^*) \frac{R_b}{(R_b + R_{br})} \delta - \frac{1}{3} (1 - K_{lr}^*) \frac{R_{br}}{(R_b + R_{br})} \delta_l + \frac{R_{br}}{(R_b + R_{br})} h. \quad (3)$$

Оценка обжатия производится с учетом ползучести бетона и релаксации напряжений в арматуре. В данном случае считаем, что коррозионные повреждения бетона и арматуры к времени обжатия стабилизируются; повреждения учитываются для арматуры коэффициентом  $\omega_s$  (уменьшения расчетной площади поперечного сечения арматуры), а для бетона с помощью формулы сохранения характеристики силового сопротивления  $K^*$  [5]:

$$K^*(\delta, z) = \sum_{i=0}^2 a_i (\delta) z^i, \quad (4)$$

при  $a_0 = 1 + (K_1^* - 1) \cdot \left(\frac{p}{\delta}\right)^2$ ;  $a_1 = -2(K_1^* - 1) \frac{p}{\delta^2}$ ;

$$a_2 = \frac{K_1^* - 1}{\delta^2},$$

где  $K_1^*$  – значение функции сохранения характеристик бетона на поверхности контакта между агрессивной средой и бетоном;  $\delta$  – глубина коррозионных повреждений [6];  $z$  – ордината повреждений;  $p$  – толщина неповрежденного слоя.

$$\delta(t, t_0) = [1 - \Delta \delta(t_0) e^{-\alpha(t-t_0)}] \delta_{sp}(t_0), \quad (5)$$

здесь  $t_0, t$  – время начала коррозионных повреждений, время стабилизации повреждений.

Принимается, что к моменту исчерпания силового сопротивления образованию трещин

$$\bar{E}_{me} = \frac{\sum E_{me,i} A_i}{\sum A_i}; \bar{C} = \frac{\sum C_i A_i}{\sum A_i}; \bar{\alpha} = \frac{\sum \alpha_i A_i}{\sum A_i}; \bar{\beta} = \frac{\sum \beta_i A_i}{\sum A_i}; \bar{\gamma} = \frac{\sum \gamma_i A_i}{\sum A_i}, \quad (9)$$

где  $A_i$  – площадь компонента (например, для арматуры растянутой зоны  $A_s^* = \omega_s A_s$ , для бетона растянутой зоны  $A_b = b_0(h - X)$ );  $\gamma_i$  – эмпирический параметр ползучести;  $\beta_i$  – тоже для  $t = t_0$ ;  $X$  – высота сжатой части бетонного сечения;  $b_0, h$  – ширина и высота поперечного сечения.

Существенно, что во времени вследствие ползучести бетона (железобетона) и релаксации напряжений в арматуре (канате) обжатия имеют место потери усилий и, следовательно, напряженно-деформируемое состояние меняется (в частности высота сжатой части сечения уменьшается). Совокупно это повышает опасность трещинообразования.

напряжения в бетоне растянутой части сечения очерчиваются прямоугольником [1], а реологические уравнения для бетона и арматуры имеют вид:

$$\varepsilon(t_0, t) = \frac{\sigma(t)}{E_{me}^*} + \sigma(t) C^*(t, t) - \int_{t_0}^t \sigma(\tau) \frac{d}{d\tau} C^*(\tau, t) d\tau, \quad (6)$$

при  $C^*(\tau, t) = C_{sp}^* [1 - \beta^* e^{-\gamma^*(t-\tau)}]$ ,  $(7)$

где  $\varepsilon$  – полные относительные деформации;  $\sigma$  – напряжения;  $E_{me}^*$  – модуль упруго-мгновенных деформаций поврежденного материала;  $C^*$  – мера простой ползучести для поврежденного коррозией материала;  $C_{sp}^*, \beta^*, \gamma^*$  – эмпирические параметры.

Признается, что функция  $K^*$  в равной мере относится ко всем характеристикам поврежденного коррозией материала:

$$K^* = \frac{R^*}{R} = \frac{E^*}{E} = \frac{C^0}{C^*} = \dots, \quad (8)$$

где значок (верхний индекс) – 0 («нолик») относится к характеристикам исходного материала, а значок (верхний индекс) – \* («звездочка») – к характеристикам поврежденного материала;  $R$  – предел прочности;  $E$  – модуль деформации;  $C$  – мера простой ползучести.

Расчетные характеристики для частей сечения с разными компонентами устанавливаются как средневзвешенные:

$$\bar{E}_{me} = \frac{\sum E_{me,i} A_i}{\sum A_i}; \bar{C} = \frac{\sum C_i A_i}{\sum A_i}; \bar{\alpha} = \frac{\sum \alpha_i A_i}{\sum A_i}; \bar{\beta} = \frac{\sum \beta_i A_i}{\sum A_i}; \bar{\gamma} = \frac{\sum \gamma_i A_i}{\sum A_i}, \quad (9)$$

Потери обжатия железобетонного элемента определяются количественно, способом предлагаемым ниже.

При этом следует отметить:

- учет силового сопротивления растянутой арматуры и бетона растянутой зоны осуществляется условным железобетонным элементом, характеристики которого находятся как средневзвешенные (9) с последующей записью типа (6), (7);

- повторим, что при этом влияние коррозионных повреждений для арматуры вводится коэффициентом сохранения  $\omega_s$  к площади сечения, а для бетона коэффициентом сохранения характеристик (8), (4)

$$K_{жсб}^* = 2/3 (K_{max}^* - K_{min}^*); \quad (10)$$

- текущее обжатие рассчитывается по формуле:

$$N_k(t) = N_k(t_0) - \Delta N_k(t)$$

или

$$\sigma_k(t) = \sigma_k(t_0) - \Delta \sigma_k(t); \quad (11)$$

– условие равновесия:

$$N_k(t) - N_{жсб}(t) = 0 \text{ или } \sigma_k(t) A_k - \sigma_{жсб}(t) A_{жсб}, \quad (12)$$

отсюда следует  $\sigma_{жсб}(t) = \sigma_k(t) \frac{A_k}{A_{жсб}}$ ;  $(13)$

– условие совместности деформации:

$$\varepsilon_k(t) = \varepsilon_{жсб}(t); \quad (14)$$

– реологические уравнения для  $\varepsilon(t)$  имеют вид (6):

$$\varepsilon_k(t) = \frac{\sigma_k(t)}{E_{k,me}} + \sigma_k(t) C_k(t, t) - \int_{t_0}^t \sigma_k(\tau) \frac{d}{d\tau} C_k(\tau, t) d\tau, \quad (15)$$

$$\varepsilon_{жсб}(t) = \frac{\sigma_{жсб}(t)}{E_{жсб,me}} + \sigma_{жсб}(t) C_{жсб}^*(t, t) - \int_{t_0}^t \sigma_{жсб}(\tau) \frac{d}{d\tau} C_{жсб}^*(\tau, t) d\tau. \quad (16)$$

Совместное использование (10)–(16) и последующие группировки дают разрешающие интегральные уравнения для  $\Delta \sigma_k(t)$ :

$$\sigma_k(t_0) L_0 - \Delta \sigma_k(t) L_0 + \int_{t_0}^t \Delta \sigma_k(\tau) \frac{d}{d\tau} L_1(\tau, t) d\tau = 0, \quad (17)$$

где:  $L_0 = \left[ \frac{1}{E_{k,me}} + C_k(t, t_0) \right] - \frac{A_k}{A_{жсб}} \left[ \frac{1}{E_{жсб}} + C_{жсб}^*(t, t_0) \right]$ ,  $(18)$

$$L_1 = C_k(\tau, t_0) + \frac{A_k}{A_{жсб}} C_{жсб}^*(\tau, t_0). \quad (19)$$

Приведем расшифровку основных обозначений: индекс «к» обозначает арматуру (каната) обжатия; индекс «жсб» – условно однокомпонентная матрица растянутой части сечения элемента; знак «Δ» – приращение напряжений в канате после приложения обжатия  $N_k(t_0)$ ;  $A_k$  – площадь сечения арматуры (каната) обжатия;  $A_{жсб}$  – тоже железобетонного сечения.

Решение уравнения (17) позволяет найти искомое приращение  $\Delta \sigma_k(t)$ , равное потерям обжатия за счет ползучести материалов и релаксации напряжений в арматуре (канате) обжатия. Аналогичная задача решается в [1] где потери усилия (напряжений) обжатия могут быть вычислены по действующим регламентным документам для преднапряженных конструкций с коррективкой, учитывающей влияния коррозии арматуры и бетона элемента.

$$E_{sp,р,и}^* = \left[ \frac{1}{E_{me,i}^*} + C_i^*(t, t) - \int_{t_0}^t \frac{\sigma_i(\tau)}{\sigma_i(t)} \frac{d}{d\tau} C_i^*(\tau, t) d\tau \right]^{-1}, \quad (22)$$

Далее, аналогично работе [2], определяем центр тяжести приведенного сечения изгибаемого бруса  $y_{ц.м.}$ , отсчитываемого относительно растянутой грани (или любой другой точки отчета):

$$y_{ц.м.} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i A_i E_i}{\sum_{i=1}^n A_i E_i}, \quad (20)$$

и изгибную жесткость опасного сечения:

$$D^* = \sum_{i=1}^n D_i^* = \sum_{i=1}^n A_i E_i r_i^2, \quad (21)$$

где  $E_i$  – линейный временный модуль деформации  $i$  – го компонента [4]:

причем,  $\sigma_i(t)$  можно получить аппроксимацией в процессе последовательных приближений (11)–(19);  $r_i$  – расстояния от центра тяжести  $i$ -го компонента до центра тяжести приведенного сечения, согласно [2] и с учетом (2), (3);  $A_i$  – площади компонентов с учетом найденного значения высоты сжатой зоны  $X$  (2), (3), следуя (10)–(19).

Далее, в соответствии с работой [2]:

$$\frac{1}{\rho} = \frac{d^2U}{dx^2} = \frac{M}{D^*}, \quad \varepsilon = \frac{z}{\rho}, \quad \varepsilon_{\text{фи}} = \frac{h-X}{\rho}, \quad (23)$$

где  $\rho$  – радиус кривизны деформируемого бруса;  $U$  – функция прогиба бруса;  $x$  – абсцисса сечения,  $X$  – высота сжатой зоны;  $\varepsilon_{\text{фи}}$  – относительное удлинение фибрового растянутого волокна [3].

Следовательно, изгибающий момент соответствующий образованию трещин, вычисляется с учетом исходного обжатия и всех его потерь за счет ползучести и релаксации, коррозионных повреждений (8), (9):

$$M_{\text{тр}} = \frac{K_{1r}^* \varepsilon_{Rt}^*}{h-X} D^*, \quad \text{при } \varepsilon_{Rt}^* = K_{1r}^* \varepsilon_{Rt} \quad (24)$$

где  $M_{\text{тр}}$  – изгибающий момент, при котором образуется первая трещина;  $K_{1r}^*$  – коэффициент силового сопротивления для фибрового растянутого волокна;  $\varepsilon_{Rt}^*$  – предельная относительная деформация для фибрового растянутого волокна при изгибе (относительная полная деформация при изгибе, нормируется регламентными документами);  $h$  – высота сечения;  $D^*$  – жесткость наиболее нагруженного (опасного) сечения поврежденного коррозией изгибаемого элемента.

Таким образом, предложена расчетная оценка влияния обжатия растянутой части сечения, поврежденного коррозией изгибаемого железобетонного бруса на момент образования трещин, что позволяет обеспечить заданное повышение трещиностойкости железобетонных конструкций поврежденных коррозией.

\*Научный консультант д-р техн. наук, профессор, академик Российской академии архитектуры и строительных наук. В.М. Бондаренко.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Аванесов, М.П. Теория силового сопротивления железобетона. Под ред. В.М. Бондаренко / М.П. Аванесов, В.М. Бондаренко, В.И. Римшин. – Барнаул, Изд-во АлГТУ, 1996. – 169 с.
2. Байдин, О.В. Силовое сопротивление образованию трещин поврежденного коррозией железобетона / О.В. Байдин // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. – 2012. – № 1.
3. Байдин, О.В. Трещиностойкость стержневых сборно-монолитных железобетонных конструкций / О.В. Байдин. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2010. – 101 с. – ISSN 978-5-361-00147-7.
4. Бондаренко, В.М. Некоторые вопросы нелинейной теории железобетона / В.М. Бондаренко. – Харьков: Изд-во Харьковского университета, 1968. – 234 с.
5. Бондаренко, В.М. Некоторые фундаментальные вопросы развития теории железобетона / В.М. Бондаренко // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. – 2010. – № 2. – С. 5 – 11.
6. Бондаренко, В.М. Феноменология кинетики поврежденный бетона железобетонных конструкций, эксплуатирующихся в агрессивной среде / В.М. Бондаренко // Бетон и железобетон. – 2008. – № 2. – С. 25 – 28.

Зинькова В. А., ст. преп.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

## МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ УЗЛОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ ТРУБЧАТЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ФЕРМЫ

vikzinkova@mail.ru

Предложена методика проведения экспериментального исследования узловых соединений трубчатых элементов ферм, позволяющая выявить особенности работы нового узлового соединения, провести сопоставительный анализ предложенного конструктивного решения с типовым, а также с результатами численного исследования.

**Ключевые слова:** узловое соединение, узлы ферм, гнutosварной профиль, профили стальные гнутые замкнутые, трубчатая ферма, эксперимент, напряженно-деформированное состояние, экспериментальные исследования.

С целью исследования напряженно-деформированного состояния и совершенствования бесфасоночных узловых соединений трубчатых элементов ферм, выявления специфических особенностей нового конструктивного решения по сравнению с типовым, а также проведения сопоставительного анализа полученных данных с результатами численных исследований, выполненных с помощью программного комплекса «Лира» испытываются натурные модели узловых соединений типовых и новых ферм.

Рассмотренные конструктивные решения представлены в следующих вариантах (рис.1): типовый и авторский, защищенный патентом РФ. Как показали результаты численных исследований [1], в типовом решении действие нагрузок вызвало деформирование стенки пояса в месте крепления раскосов в направлении действующих усилий раскосов. Помимо этого происходит сплющивание боковых стенок пояса под растянутым раскосом и выпучивание – под сжатым рас-

косом. В новом решении наблюдается небольшое деформирование стенок пояса в зоне крепления к ним раскосов, что обусловлено спецификой самого конструктивного решения узлового соединения, а, следовательно, и его работой в составе фермы [2].

Для проведения экспериментальных исследований на заводе в полном соответствии с технологическими особенностями производства [3,4] из стали марки СтЗпсб-1 было изготовлено по два образца каждого из вариантов. Расчетное сопротивление сталей определялось на основании сертификата на металл по ГОСТ [5]:  $R_{n,2} = 240$  МПа,  $R_{m,2} = 360$  МПа. Труба профильная принята согласно ТУ 14-001-00244676-03: для пояса –  $800 \times 800 \times 3$  мм ( $A_f = 9,01$  см<sup>2</sup>), раскоса –  $500 \times 500 \times 2,5$  мм ( $A_f = 4,71$  см<sup>2</sup>). Сварные швы выполнены полуавтоматической сваркой в среде углекислого газа по ГОСТ [6] без видимых дефектов.

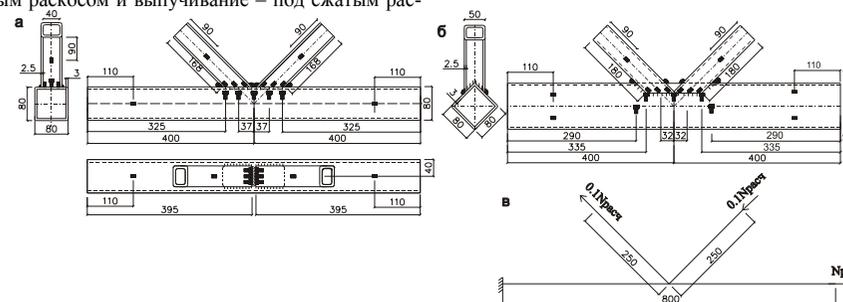


Рис. 1. Конструктивные решения узловых соединений: а – типовое, б – авторское, в – расчетная схема

Для возможности моделирования граничных условий и равномерной передачи нагрузки, а также придания жесткости сечению торцов стержневой решетки, к образцам привариваются фланцы, представляющие собой листовые элементы с отверстиями под болты, подкрепленные ребрами жесткости.

Испытания образцов проводятся на спроектированном и изготовленном специализированном стенде (рис.2), который позволяет воспроизводить в образце распределение усилий схожее с

работой узла в натурной ферме. Стенд представляет собой пространственную стальную конструкцию, состоящую из двух плоских параллельно расположенных силовых рам (1), скрепленными между собой продольными связями (2), обеспечивающими общую жесткость и устойчивость пространственной конструкции. Через силовые рамы осуществляется болтовое крепление узла внутри стенда.

Нагружение свободного торца пояса и растянутого раскоса осуществляется через систему

тяжей (3), передающих растягивающие усилия, а сжатого - непосредственно через фланец раскоса по средству болтового соединения, гидравлическими домкратами (4) с грузоподъемностью 160 кН и 100 кН, которые приводятся в действие через ручные насосные станции. В процессе эксперимента величины нагрузок регистрируются приборами, класса точности 1.5 и 2.5. Величина усилий в раскосе составляет 10% от усилия в поясе (рис 1в). Нагрузка прикладывается ступенями, равными 20% от расчетной нагрузки, с выдержкой на каждой ступени для снятия показаний. Испытания проводятся в упругой стадии работы материала.

Нагружение проводится с предварительным центрированием нагрузки на сжатые стержни. Равномерное усилие в фланцевых соединениях обеспечивается контролем момента затяжки болтов.

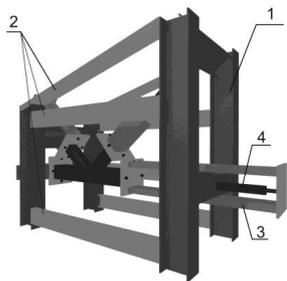


Рис. 2. Общий вид испытательного стенда

Для вычисления деформаций применяется тензометрический метод с применением одиночных проволочных прямоугольных тензорезисторы типа КФ5П1-5-100-Б12 с базой 5 мм по ГОСТ [7]. Тензодатчики сопротивления (рис. 2) наклеиваются в зонах конструктивной концентрации напряжений, предварительно выявленных с помощью программного комплекса «Лира» [1], а также по периметру сечения торцов стержней для контроля точности центрирования и значения нагрузки. Наличие тензодатчиков на симметричных стенках стержней узла позволяет добиться достоверности результатов. Для достоверности работы прибора в период испытаний устанавливаются дополнительные контрольные датчики. Для компенсации температурной погрешности с измерительным плечом моста включают компенсационный датчик. Выборочное тарирование тензорезисторов проводится на стальной балке равного сопротивления.

Подключение тензорезисторов выполняется по полумостовой схеме. Регистрация деформаций осуществляется универсальным многоканальным измеритель-регистратором «Терм-4.1», который позволяет накапливать базу данных. Для балансировки моста, увеличения разрешающей способности АЦП при изменении сигнала выполня-

ется калибровка прибора с использованием магазина сопротивлений.

Максимальные искривления боковых стенок пояса из плоскости узла фермы фиксируются многооборотными индикаторами часового типа ИЧ-10 с ценой деления 0,001 мм.

Обработка экспериментальных данных осуществляется с использованием программного комплекса «Microsoft Excel», реализованного в среде Windows.

Результаты проведенных испытаний устанавливают деформации и напряжения, возникающие в зонах концентрации напряжений, дает возможность получить эпюры распределения деформаций в рассматриваемых сечениях образцов, а также эпюры изменения величины деформаций от различной нагрузки.

Анализ экспериментальных данных, сопоставление их с результатами численных исследований позволяют откорректировать расчетную модель узлового соединения в вычислительном комплексе «Лира», сделать необходимые выводы, а также выполнить корректировку методов расчета узловых соединений трубчатых элементов ферм.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. А.А.Соколов. Численные исследования напряженно-деформированного состояния узловых бесфасоночных соединений трубчатых элементов ферм / А.А.Соколов, В.А. Зинькова, К.И.Логачев // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2007. – №8. – С.45-46.
2. Пат. 2329361 Российская Федерация, МПК<sup>7</sup> Е 04 С 3/08. Узловое бесфасоночное соединение трубчатых элементов фермы (варианты) [Текст] / Зинькова В.В., Соколов А.А.; заявитель и патентообладатель БГТУ им. В.Г. Шухова. - № 2006140596/03, заявл. 16.11.06; опубл. 20.07.08, Бюл. № 20 – 3с.: ил.
3. Изготовление и контроль качества стальных строительных конструкций [Текст] : СП 53-101-98; утв. Госстроем России : введ. в действие с 01.01.99. – М., 1998 – 59 с.
4. Общие правила проектирования стальных конструкций [Текст]: СП 53-102-2004 : утв. ЦНИИСК им. Кучеренко: введ. в действие с 01.01.2005. – М., 2005 – 184 с.
5. ГОСТ 380-94. Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки. Межгосударственный стандарт [Текст]: - Введ. с 1998-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 1998 – 184 с.
6. ГОСТ 8050-85. Двуокись углерода газообразная и жидкая. Технические условия. [Текст]: - Введ. с 1987-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 1998 – 25 с.
7. ГОСТ 21616-91. Тензорезисторы. Общие технические условия. [Текст]: - Введ. с 1992-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 1992 – 49 с.

## МЕХАНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И МАШИНОСТРОЕНИЕ

Ханин С. И., канд. техн. наук, доц.  
Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова

### ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МЕЛЮЩИХ ТЕЛ В КОНУСООБРАЗНОМ КОРПУСЕ ШАРОВОЙ БАРАБАННОЙ МЕЛЬНИЦЫ

dh@intbel.ru

Предложено математическое описание движения мелющих тел в конусообразном корпусе ШБМ, описаны механизм и особенности их распределения по крупности в продольном направлении корпуса.

**Ключевые слова:** шаровая барабанная мельница, конусообразный корпус, мелющее тело, продольная сегрегация.

Шаровые барабанные мельницы (ШБМ) получили достаточно широкое распространение в промышленности строительных материалов для помола различных материалов. Многообразие свойств измельчаемых материалов способствовало распространению на предприятиях мельниц, различающихся формой корпуса, типом его бронифутеровки. Конструкциями внутримельничных устройств. По сведению авторов [1, 2] использование ШБМ с конусообразными формами барабана или его бронифутеровки позволяет обеспечить распределение мелющих тел (м.т.) по их крупности в направлении от загрузочной части к разгрузочной и повысить эффективность процесса измельчения материала. Однако, определение рациональных значений конструктивно-технологических параметров ШБМ с конусообразным барабаном осуществляется преимущественно экспериментальным путем.

$$(x_{i0} + V_{ix0} \cdot t)^2 + \left( y_{i0} + V_{iy0} \cdot t - \frac{gt^2}{2} \right)^2 = \left( D_{im}/2 - tg\psi_m \cdot (z_{i0} + V_{iz0} \cdot t) - \frac{r_{si}}{\cos\psi_m} \right)^2, \quad (2)$$

где  $x_i', y_i'$  - координаты центров масс м.т. в начальный период времени;  $V_{ix}, V_{iy}$  - проекции вектора скорости на оси координат в начальный период времени;  $t$  - время движения до соударения с конусообразным барабаном;  $r_{si}$  - радиус шара;  $D_{im}$  - диаметр основания конуса, в плоскости начала координат;  $\psi_m$  - угол наклона образующей конуса.

Время движения  $i$ -го шара до соударения о  $j$ -ый ( $t_{sij}$ ):

$$At_{sij}^2 + Bt_{sij} + C = 0, \quad (3)$$

где:

$$A = (V_{x0} - V_{j0})^2 + (V_{y0} - V_{j0})^2 + (V_{z0} - V_{j0})^2,$$

$$B = (x_{i0} - x_{j0})(V_{x0} - V_{j0}) + (y_{i0} - y_{j0})(V_{y0} - V_{j0}) + (z_{i0} - z_{j0})(V_{z0} - V_{j0}),$$

$$C = (x_{i0} - x_{j0})^2 + (y_{i0} - y_{j0})^2 + (z_{i0} - z_{j0})^2 - (r_{i0} + r_{j0})^2.$$

Рассмотрим процесс движения каждого м.т., находящегося в корпусе ШБМ как испытывающего последовательность соударений с футеровкой корпуса мельницы и другими м.т. В промежутках времени между соударениями м.т. движутся по параболическим траекториям только под действием силы тяжести. Соударения м.т. представляются как мгновенные изменения их скоростей. Движение центра масс каждого шара описывается известным уравнением:

$$\vec{r}_i = \vec{r}_{i0} + \vec{V}_{i0} \cdot t + \frac{\vec{g}t^2}{2}, \quad (1)$$

где  $\vec{g}$  - вектор ускорения свободного падения;  $t$  - время движения.

Найдем время, через которое произойдет ближайший удар  $i$ -го шара о футеровку, либо о  $j$ -ый шар. Время движения шара до удара о футеровку конусообразного барабана определяется выражением:

После определения времен ударов для всех шаров, определяем из них минимальное и для данного шара рассчитываем послеударные скорости в соответствии с теоремой об изменении количества движения и момента количества движения. При ударе шара в любой точке барабана мельницы ударные импульсы определяются следующими выражениями:

$$\begin{cases} S_n = -(1+k) \cdot m \cdot V_{0n} \\ S_\tau = \frac{-V_{0\tau} - r_{0i}\omega_{0n} + \omega_{0i}(x_i\tau_y - y_i\tau_x)}{2 \cdot \frac{1}{m} \frac{(x_i\tau_x - y_i\tau_x)^2}{I_i}} \end{cases}, \quad (4)$$

где  $S_n, S_\tau$  - импульсы нормального и касательно-го взаимодействия,  $I_z$  - момент инерции корпуса,  $m$  - масса м.т.,  $\omega_0$  - угловая скорость вращения барабана до удара,  $V_{0\tau}, V_{0n}$  - проекции линей-

ной скорости центра масс м.т. до удара,  $\omega_{об}$  - проекция угловой скорости вращения м.т. до удара,  $x_s, y_s$  - координаты точки удара,  $k$  - коэффициент восстановления неупругого удара.

Используя  $S_n$  и  $S_t$  найдем последовательные скорости м.т. и корпуса, затем по формулам (2) и (3) для м.т., участвовавших в соударении, снова находим время движения. Выбираем минимальное, тем самым определив объекты удара, вычисляем ударное взаимодействие и далее повторяем процедуру. Таким образом, мы получаем модель контактного взаимодействия м.т. в конусообразном корпусе. С ее помощью определим кинематические параметры м.т. в корпусе. Зная размеры, координаты центров масс, направления векторов скоростей и их величины для всех шаров, рассмотрим процесс их движения в конусообразном корпусе  $D=0,45$  м.

Рассмотрим механизм распределения м.т. по их крупности в корпусе ШБМ с конусообразным барабаном. Режим движения м.т. в поперечном сечении барабана изменяется, по мере удаления от большого торцевого дна, от водопадного до смешанного, а затем и каскадного. В областях с водопадным и смешанным движением мелкие м.т. в поперечных сечениях барабана преимущественно выходят на внешние траектории движения, а крупные перемещаются на внутренние. При достижении точек отрыва мелких м.т. от внутренней поверхности барабана, они имеют возможность перемещаться не только поперечно, но и продольно, по образующей откоса м.т. в направлении от большого торцевого дна к меньшему (линия AD рис.1). Эти условия обеспечивают перемещение мелких м.т. к меньшему торцевому дну. Образование откоса мелочей загрузки обусловлено тем, что м.т., находящиеся у большого торцевого дна, прижимаются к нему, получают большее количество энергии, чем удаленные и поднимаются на большую высоту. У меньшего торцевого дна и расположенной у него области, м.т. движутся в каскадном режиме, что способствует выходу на внешние траектории движения крупных м.т. и перемещению мелких на внутренние. Крупные м.т. свободнее, чем мелкие скатываются по поверхности откоса мелочей загрузки и концентрируются в зоне «пятя». Мелкие м.т. задерживаются в верхней части откоса, затем накрываются более крупными и перемещаются в «приближенные» слои мелочей загрузки. Конусообразная форма барабана способствует перемещению находящихся в зоне «пятя» круп-

ных м.т. в направлении к большему торцевому дну (линия EB рис.1).

Перемещение крупных м.т. в корпусе с конусообразным барабаном от меньшего торцевого дна к большему в нижней области мелочей загрузки и обратное перемещение мелких м.т. в ее верхней области обеспечивают распределение м.т. от крупных у большого торцевого дна к мелким у меньшего. Сегрегация м.т. по их крупности подтверждена в результате физического эксперимента на мельнице с конусообразным корпусом  $D=0,45$  м и в работе [2].

Для оценки степени объединения м.т. по их размерам предлагается использовать коэффициент сегрегации  $\xi_s$ , значение которого примем равным тангенсу угла наклона к оси абсцисс прямой, аппроксимирующей методом наименьших квадратов набор точек, отображающих положения центров масс и размеры м.т.:

$$\xi_s = \frac{N \sum_{i=1}^N r_{si} X_i - \sum_{i=1}^N r_{si} \sum_{i=1}^N X_i}{N \sum_{i=1}^N r_{si}^2 - \left( \sum_{i=1}^N r_{si} \right)^2} \quad (5)$$

где  $N$  - количество м.т.,  $r_{si}$  - радиус  $i$ -го шара,  $X_i$  - величина, характеризующая положение м.т. (координата з.д.м. м.т.).

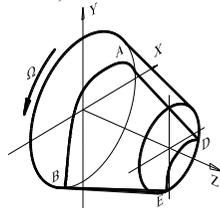


Рис. 1. Схема перемещения м.т. в корпусе ШБМ с конусообразным барабаном

Для исследования зависимости  $\xi_{сп}$  от конструктивно-технологических параметров конусообразного барабана с  $D = 0,45$  м на ПЭВМ был проведен численный эксперимент по плану ПФЭ ЦКОП2<sup>4</sup> с использованием разработанного математического описания процесса движения м.т. В качестве параметров, влияющих на  $\xi_{сп}$  были приняты угол наклона образующей барабана  $\theta(X_1)$ , коэффициент загрузки м.т.  $\phi(X_2)$ , относительная частота вращения барабана  $\psi(X_3)$ , длина камеры конусообразного барабана  $L(X_4)$ . Значения  $\xi_{сп}$  рассчитывались для каждого из опытов по полученным распределениям м.т. в барабане. Полученное по результатам эксперимента уравнение в кодированной форме имеет вид:

$$\begin{aligned} \xi_{сп} = & -0,3845 - 0,0289X_1 + 0,1104X_1^2 + 0,0138X_2 + 0,0160X_2^2 - \\ & 0,0016X_3 - 0,0093X_3^2 - 0,0695X_4 + 0,0699X_4^2 - \\ & 0,0269X_1X_2 + 0,0346X_1X_3 + 0,0096X_1X_4 - 0,0101X_2X_3 - 0,0083X_2X_4 - 0,0329X_3X_4. \end{aligned} \quad (6)$$

Уравнение в натуральном виде:

$$\begin{aligned} \xi_{сп} = & -0,5421 - 0,0791\theta + 0,0022\theta^2 + 0,0533\phi + 3,1990\phi^2 + 0,8433\psi - \\ & 0,2975\psi^2 - 3,2991L + 6,2114L^2 + 0,01280L - \\ & 0,05380\theta\phi + 0,02760\theta\psi + 0,01280L\theta - 0,8078\theta\phi - 1,1063\theta\psi - 1,7541\psi L. \end{aligned} \quad (7)$$

Графические зависимости  $\xi_{сп}$  от конструктивно-технологических параметров приведены на рис. 2. Изменение угла наклона образующей  $\theta$  оказывает значительное влияние на величину  $\xi_{сп}$ . Изменение  $\xi_{сп}$  при рассматриваемых диапазонах значений исследуемых факторов наблюдается в достаточно широкой области его значений. Так, при  $\theta = 25^\circ$ ;  $\phi = 0,2$ ;  $\psi = \psi_{кр}$ ;  $L = 0,18$  м значение  $\xi_{сп} = 0,198$ ; при  $\theta = 15^\circ$ ;  $\phi = 0,2$ ;  $\psi = 0,5\psi_{кр}$ ;  $L = 0,48$  м значение  $\xi_{сп} = -0,285$ . При увеличении  $\theta$  от  $5^\circ$  до близких к  $15^\circ$  происходит уменьшение  $\xi_{сп}$ , дальнейшее увеличение  $\theta$  до  $25^\circ$  приводит к росту значений  $\xi_{сп}$ . Так, при значениях исследуемых факторов  $\phi = 0,3$ ;  $\psi = 0,75\psi_{кр}$ ;  $L = 0,33$  м и  $\theta_1 = 5^\circ$ ;  $\theta_2 = 15^\circ$ ;  $\theta_3 = 25^\circ$  коэффициент продольной сегрегации соответственно принимает значения  $\xi_{сп1} = -0,123$ ;  $\xi_{сп2} = -0,384$ ;  $\xi_{сп3} = -0,205$ . Уменьшение  $\xi_{сп}$  при увеличении  $\theta$  в диапазоне значений от  $5^\circ$  до  $15^\circ$  обусловлено выделением в области большого дна мелких м.т. на внешние траектории их движения (в поперечном направлении) и их перемещением в направлении к меньшему дну (продольном) в области верхней части контура мелочей загрузки. Большая часть из переместившихся мелких м.т. остается в области меньшего дна, а меньшая часть перемещается в обратном направлении (к большему дну) в области нижней части контура мелочей загрузки. Процесс перемещения мелких м.т. в продольном направлении (прямом и обратном) происходит непрерывно, что не позволяет достичь  $\xi_{сп}$  значений, близких к -1. Использование модуля визуализации наглядно это подтверждает.

Дальнейший рост  $\xi_{сп}$  при увеличении  $\theta$  от значений, близких к  $15^\circ$ , до  $25^\circ$  обусловлен тем, что уменьшение острого угла между образующей конусообразного барабана и большим дном становится настолько значительным, что находящиеся в области дна м.т., при увеличившемся по интенсивности воздействию на них расположенных рядом м.т., взаимодействуют с дном, получают большие по величине составляющие продольных скоростей и поднимаются на большую высоту. Перемещение в продольном направлении (как прямом, так и обратном) вышедших у дна на внешние траектории движения мелких м.т. интенсифицируется, увеличивается их количество. Перемещение мелких м.т. в направлении от большого дна к меньшему осуществляется в верхнем контуре мелочей загрузки, в обратном направлении - в нижнем. Указанные особенности движения мелких

м.т. приводят к увеличению  $\xi_{сп}$  при повышении  $\theta$  до значений, превышающих по величине близкие к  $15^\circ$ .

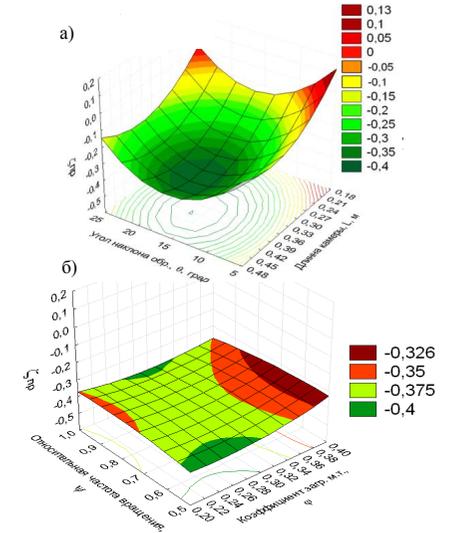


Рис. 2. Зависимость  $\xi_{сп}$  м.т. в конусообразном барабане с  $D = 0,45$  м от: а) от  $\theta$  и  $L$  при  $\phi=0,3$ ;  $\psi=0,75\psi_{кр}$ ; б) от  $\phi$  и  $\psi$  при  $\theta=15^\circ$ ;  $L=0,33$  м

В уравнении (6) квадратичный коэффициент при  $X_2$  имеет небольшую величину и зависимость  $\xi_{сп}$  от  $\phi$  имеет характер, близкий к линейному. Увеличение  $\phi$  при небольших значениях угла  $\theta$  приводит к увеличению  $\xi_{сп}$ ; при значениях  $\theta$  близких к  $15^\circ$  и превышающих его, изменение  $\xi_{сп}$  незначительно. Так, при  $\theta = 5^\circ$ ;  $\psi = 0,75\psi_{кр}$ ;  $L = 0,33$  м изменение  $\phi$  от 0,2 до 0,4 приводит к увеличению  $\xi_{сп}$  соответственно от -0,164 до -0,018. При  $\theta = 20^\circ$ ;  $\psi = 0,75\psi_{кр}$ ;  $L = 0,33$  м изменение  $\phi$  в диапазоне от 0,2 до 0,4 приводит к изменению  $\xi_{сп}$  соответственно от -0,31 до -0,325. Увеличение  $\psi$  при небольших значениях  $\theta$  приводит к уменьшению  $\xi_{сп}$  в область его отрицательных значений. При  $\theta$  близких к  $0^\circ$  (угол между образующей конусообразного барабана и большим дном близок к  $90^\circ$ ) и малых (в рассматриваемом диапазоне значений)  $\psi$  воздействие на расположенные у дна м.т., со стороны расположенных рядом с ними м.т., недостаточно для обеспечения полного выхода из их среды мелких м.т. на внешние траектории. Изменение  $\psi$  при значениях  $\theta$  близких к  $15^\circ$  не приводит к существенным изменениям  $\xi_{сп}$ . Уве-



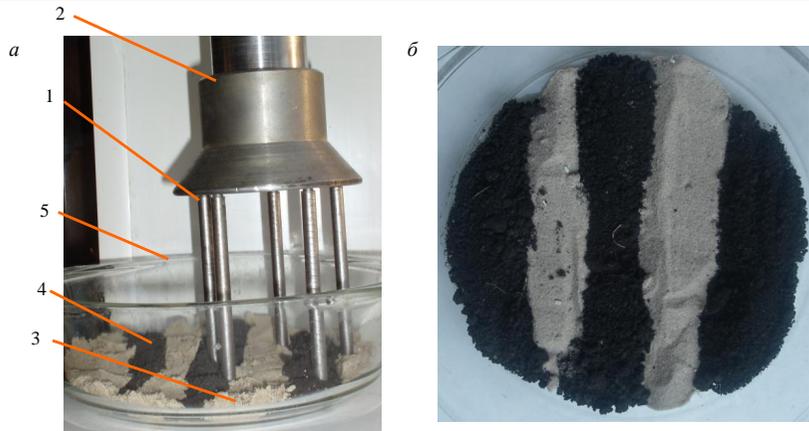


Рис. 2. Организация исследования характера смешивания компонентов в поперечном сечении

Рассмотрим силы, действующие на движущуюся материальную точку  $M$  в рабочей камере деформируемой вращением с эксцентриситетом (рис. 1, 4) [3-5]. При этом рабочая камера имеет следующие геометрические параметры:

$B_1B_2=d_{II}$  - диаметр цапфы рабочей камеры;  
 $A_1A_2=D$  - диаметр основания;  
 $OO_e=d_e$  - эксцентриситет вращения камеры;

где,  $OO_1=L$  - длина камеры;  
 $C_1C_2$  - диаметр срединной части камеры.  
 Ось  $OX$  совпадает с осью симметрии камеры, при этом значения  $x$  изменяются от точки  $O_1$  до  $O$ . Вращение камеры с эксцентриситетом яв-

ляется вращением вокруг оси  $O_1O_e$ . Для расчетов принимаем цилиндрическую систему координат. В этом случае радиус  $r$  описываемый точкой  $M$ , будет изменяться в пределах от

$$0 \leq x \leq L; \quad r_1'(x) - r' \leq r \leq r_2'(x) + r', \quad (1)$$

где  $r'$  - определяется из соотношения подобных треугольников (рис. 4, б);

$$r' = \frac{L-x}{L} d_e. \quad (2)$$

где  $x$  - икссовая координата материальной точки;  $d_e$  - эксцентриситет вращения камеры.

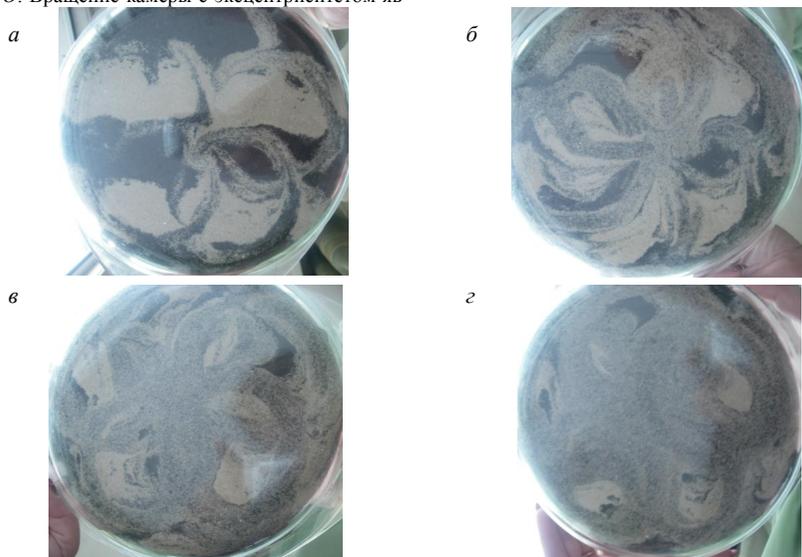


Рис. 3. Характер перемешивания смеси в поперечном сечении

Для упрощения расчетов, поверхность деформирования камеры данной схемы задается параболой  $A_2C_2B_2$  (рис 4, а), формула, которой в общем виде задается  $y^2 = 2px$ . Из построения следует, что  $d_{II} = 0,4D$ , тогда уравнение искомой параболы примет вид

$$y^2 = 0,045 \frac{D^2}{L} x. \quad (3)$$

$$\begin{cases} 0,5D = k_2L^2 + l_2L + m_2 \\ 0,35D = k_2 \frac{L^2}{4} + l_2 \frac{L}{2} + m_2 \\ 0,2D = m_2 \end{cases} \Rightarrow$$

$$r_2(x) = k_2x^2 + l_2x + m_2; \quad (4)$$

$$\begin{cases} k_2 = -\frac{0,6D}{L^2} \\ l_2 = \frac{0,9D}{L} \\ m_2 = 0,2D \end{cases} \quad (5)$$

Из анализа рисунка 1 на загрузку действуют следующие силы:

-  $F_n$  - сила обуславливающая сдвиг межсекторальных слоев загрузки;

-  $F_r$  - сила взаимодействия компонентов смеси со стенками рабочей камеры;

-  $F_e$  - сила, зависящая от эксцентриситета и отвечающая за перемещение загрузки по высоте камеры в результате ее деформирования.

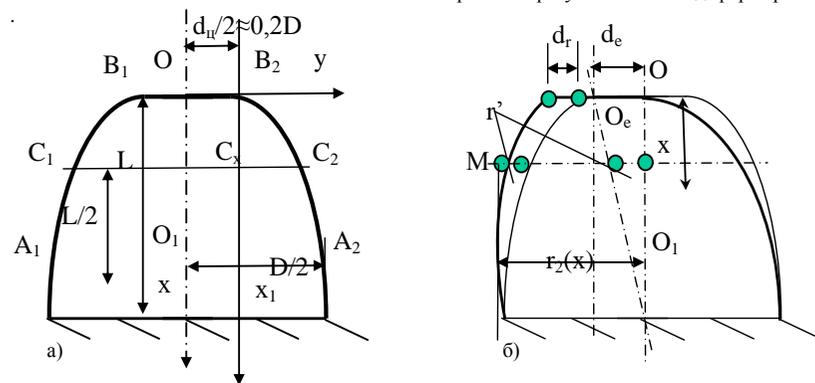


Рис. 4. Расчетная схема

Выражение для элементарной силы  $F_n$ , действующей на элементарную массу  $dm$  выглядит:

$$dF_n = \frac{f_n}{2} (1 - f_n) \omega_0^2 r_e^2(x) dm, \quad (6)$$

где  $dm = \rho r dr dx$ ,  $r_e(x) = \frac{L-x}{L} (d_e + d_r)$

- радиус движения материальной точки вдоль длины камеры;

$d_r$  - максимальное смещение верхней части камеры.

$$F_n = 0,0067 f_n (1 - f_n) \omega_0^2 \rho (d_e + d_r) L (D^2 + 0,5D + 5,7). \quad (8)$$

Подставляя значение величины  $r_2(x)$  вычислим интеграл

$$\int_0^L \left(1 - \frac{x}{L}\right) (k_2x^2 + l_2x + m_2) dx = 0,012L(D^2 + 0,5D + 5,7). \quad (7)$$

Тогда значение силы  $F_n$  во всем рассматриваемом объеме будет определяться выражением после подстановки  $k_2, l_2, m_2$ :

Найдем силу  $F_e$ , зависящую от эксцентриситета деформирования камеры и обуславливающую перемещение загрузки по длине камеры.

$$dF_e = f_e \rho \omega_0^2 r_e(x) \left( \frac{L-x}{L} \right) d\varphi r dr dx. \quad (9)$$

Подставляя значение  $r_2$  вычислим интеграл

$$\int_0^L \left( 1 - \frac{x}{L} \right)^2 \left( k_2 x^2 + l_2 x + m_2 \right)^2 dx =$$

$$= \int_0^L \left( 1 - \frac{x}{L} \right)^2 \left( -\frac{0,6D}{L^2} x^2 + \frac{0,9D}{L} x + 0,2D \right)^2 dx = \quad (10)$$

$$= 0,048LD^2.$$

$$\int_0^L \left[ \left( 1 - \frac{x}{L} \right) \left( k_2 x^2 + l_2 x + m_2 \left( -\frac{d_4}{2} \right) \right) \right] dx =$$

$$= \int_0^L \left[ \left( 1 - \frac{x}{L} \right) \left( -\frac{0,6D}{L^2} x^2 + \frac{0,9D}{L} x \right) + 0,2D - 0,5d_4 \right] dx = \frac{L}{12} (2,4B - 3d_4). \quad (13)$$

Так как рассматриваем движение мелющих тел в пристенной зоне, то положим, что  $dr \approx d_4$ , тогда  $r = r_2(x) - \frac{d_4}{2}$ , при подстановке в выражение (13) значение коэффициентов  $k_2, l_2, m_2$  получаем следующее выражение. Тогда подставляя в

$$F_\tau = \frac{\pi}{6} f_\tau \omega_0^2 d_4 \rho (d_e + d_r) L (2,4D - 3d_4), \quad (14)$$

где  $d_4$  - диаметр частиц базового материала (песка).

Таким образом, получены уравнения для определения сил, затрачиваемых на преодоления сопротивлений смешиваемой среды от конструктивных ( $L, D$ ) и технологических ( $d_\omega, \omega_0, d_4, \rho$ ) параметров.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.

1. Лозовой Н.М. Смесительно-помольный аппарат с изменяемой рабочей камерой/Научные исследования наносистемы и ресурсосберегающие технологии в промышленности строитель-

Аналогично (6) элементарная сила  $dF_e$ , действующая на объем  $dV$ , после подстановки в выражение (9) значения коэффициентов  $k_2, l_2, m_2$  равна:

$$F_e = 0,048\pi f_e \omega_0^2 \rho (d_e + d_r) LD^2. \quad (11)$$

Определим силу  $F_e$  - силу взаимодействия мелющих тел со стенками рабочей камеры.

$$dF_\tau = f_\tau \rho \omega_0^2 r_e(x) dm, \quad (12)$$

Найдем интеграл, отдельно подставляя значение величины  $r_2(x)$

ных материалов: сб. докл. Междунар. науч.-практ. конф., Белгород, 5-8 окт. 2010г./Н.М. Лозовой Белгор. гос. технол. ун-т. - Белгород: Изд-во БГТУ, 2010. - Ч.3. -158-162 С.

2. Лозовая С.Ю. Моделирование движения загрузки в смесительных устройствах с изменяемыми рабочими камерами/ Научные исследования наносистемы и ресурсосберегающие технологии в промышленности строительных материалов: сб. докл. Междунар. науч.-практ. конф., Белгород, 5-8 окт. 2010г./ С.Ю. Лозовая, В.А. Уваров, Н.М. Лозовой Белгор. гос. технол. ун-т. - Белгород: Изд-во БГТУ, 2010. - Ч.3. -153-158 С.

3. Работнов Ю.Н. Механика деформируемого твердого тела/Уч. Пособие для вузов/ Ю.Н. Работнов - 2-е изд., испр. - М.: Наука 1988. - 712 с.

4. Яблонский А.А. Динамика А.А. Яблонский, В.М. Никифорова - 5-е изд., перераб. - М.: Высшая школа 1977. - Ч.2- 368 с

5. Клейн Г.К. Строительная механика сыпучих тел / Г.К.Клейн - М.: Высшая школа, 1979. - 269 с.

Жидков В.В., аспирант  
Богданов В.С., д-р техн. наук, проф.,  
Семикопенко И.А., канд. техн. наук, доц.,  
Логачев И.Н., д-р техн. наук, проф.,  
Дмитриенко В.Г., канд. техн. наук, доц.  
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

### ЗАКОНОМЕРНОСТИ ДВИЖЕНИЯ ЧАСТИЦ ПОРОШКА В ЗОНЕ СЕПАРАЦИИ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ФОРМЫ КЛАССИФИКАТОРА ЦЕНТРОБЕЖНОГО ТИПА\*

V\_dmitrienko@mail.ru

Рассмотрено движение частиц различного диаметра в зоне сепарации цилиндрической формы в зависимости от силы тяжести, аэродинамической силы, пульсации расхода воздуха, неоднородности физико-механических параметров частиц, пульсации скорости вращения диска, расхода порошка. Показано перемещение падающих частиц различной крупности в зависимости от расхода воздуха. Получено соотношение для расчёта граничного размера порошка в зависимости от радиуса равновесной траектории и высоты зоны сепарации.

**Ключевые слова:** классификатор, зона сепарации, цилиндрическая форма, радиальная и тангенциальная скорость, эквивалентный диаметр частицы, плотность.

Подготовленный благодаря рациональному сбросу с диска однородный поток порошкообразного материала поступает в зону сепарации [1, 2, 3], где осуществляется разделение частиц по крупности путем тангенциальной подачи воздуха через цилиндрическую решетку из пластин, установленную под углом  $\beta$  к касательной окружности радиусом  $R_p$ . При этом динамика частиц происходит в аэродинамическом поле циклонного типа. Описание поля скоростей воздушного потока можно описать путем суперпозиции вихресточка в горизонтальной плоскости и поступательного перемещения воздуха в вертикальной плоскости.

В настоящей статье будем рассматривать течение воздуха и траекторию частиц в неподвижной системе цилиндрических координат  $x, \varphi, z$  с началом в точке 0, совпадающей с центром диска. Ось  $Oz$  этой системы направлена вниз по оси сепаратора, а ось  $Ox$  - по радиусу в сторону его возрастания. Угол  $\varphi$  возрастает в направлении вращения диска (по часовой стрелке). Комплексный потенциал вихресточка можем представить как сумму комплексного потенциала стока [4]:

$$W_c = -\frac{q}{2\pi} \ln(xe^{-i\varphi}),$$

и циркуляционного течения (направленного по часовой стрелке)

$$W_u = -\frac{i\Gamma}{2\pi} \ln(xe^{-i\varphi}),$$

где  $q = LH$  - мощность стока,  $m^2/c$ ;  $L$  - объемный расход воздуха, поступающего через решетку в цилиндрический канал сепаратора,  $m^3/c$ ;  $H$  - высота цилиндрического канала, м;  $\Gamma$  - циркуляция вихря, равного в нашем случае

$$\Gamma = 2\pi R_p u_c = \frac{q}{tg\beta}; \quad u_c - \text{тангенциальная составляющая скорости воздуха поступающего через решетку, м/с. Таким образом, комплексный потенциал вихресточка в нашем случае равен}$$

составляющая скорости воздуха поступающего через решетку, м/с. Таким образом, комплексный потенциал вихресточка в нашем случае равен

$$W = \frac{q}{2\pi} \left( \frac{i}{tg\beta} - 1 \right) (\ln x - i\varphi). \quad (1)$$

Выделяя действительную часть из этого выражения, найдем потенциал скорости

$$\Phi = \text{Re } W = -\frac{q}{2\pi} \ln x + \frac{q}{2\pi tg\beta} \varphi,$$

откуда найдем составляющие скорости вихресточка в выбранной цилиндрической системе координат:

для радиальной составляющей

$$u_x = \frac{\partial \Phi}{\partial x} = -\frac{q}{2\pi x}, \quad (2)$$

для тангенциальной составляющей

$$u_\varphi = \frac{\partial \Phi}{x \partial \varphi} = -\frac{q}{2\pi x tg\beta} = -\frac{u_x}{tg\beta}. \quad (3)$$

Скорость нисходящего потока воздуха в цилиндрическом канале, используя модель равномерного распределения вертикальной скорости воздушных масс в поперечном сечении канала, найдем на основании закона сплошности:

$$\pi R_p^3 u_z = qz,$$

откуда имеем вертикальную составляющую винтообразного воздушного течения в зоне сепарации:

$$u_z = \frac{q}{\pi R_p^2} z. \quad (4)$$

На частицу, вовлекаемую в движение рассмотренным воздушным потоком, действуют сила тяжести и сила аэродинамического сопро-

тивления. Уравнение динамики этой частицы в векторной форме имеет вид:

$$m \frac{d\vec{v}}{dt} = m\vec{g} + 3\pi\mu d_s(\vec{u} - \vec{v}),$$

где  $m = \frac{\pi d_s^3}{6} \rho_p$  – масса частицы, кг;  $d_s$  – эквивалентный диаметр частицы, м;  $\rho_p$  – плотность частицы, кг/м<sup>3</sup>;  $\vec{v}$  – вектор скорости частицы, м/с;  $\vec{g}$  – вектор ускорения силы тяжести, м/с<sup>2</sup>;  $\mu$  – динамическая вязкость воздуха, Па·с;  $\vec{u}$  – вектор скорости воздуха, м/с.

Проектируя на координатные оси выбранной системы координат  $x, \varphi, z$ , можем записать следующую систему дифференциальных уравнений в безразмерном виде:

$$\frac{d\bar{x}}{d\tau} = \bar{v}_x; \quad \frac{d\varphi}{d\tau} = \varepsilon_\varphi; \quad \frac{d\bar{z}}{d\tau} = \bar{v}_z; \quad (5)$$

$$\frac{d\bar{v}_x}{d\tau} = \bar{x}\varepsilon_\varphi^2 - K\left(\frac{a_q}{\bar{x}} + \bar{v}_x\right); \quad (6)$$

$$\frac{d\varepsilon_\varphi}{d\tau} = -2\bar{v}_x\varepsilon_\varphi/\bar{x} + K\left(\frac{a_r}{\bar{x}^2} - \varepsilon_\varphi\right); \quad (7)$$

$$\frac{d\bar{v}_z}{d\tau} = F + K(a_z\bar{z} - \bar{v}_z). \quad (8)$$

где  $\bar{x} = x/R_d$ ;  $\bar{z} = z/R_d$ ;  $\bar{v}_x = v_x/\omega_e R_d$ ;  $\bar{v}_z = v_z/\omega_e R_d$ ;  $a_q = q/[2\pi R_d^2 \omega_e]$ ;  $a_r = a_r/tg\beta$ ;  $a_z = 2a_q/\bar{R}_p^2$ ;  $\bar{R}_p = R_p/R_d$ ;  $R_p$  – радиус решетки пластины, м;  $\omega_e$  – угловая скорость вращения диска, рад/с;  $K = 18\mu/[\rho_p d_s^2 \omega_e]$ ;  $F = g/[R_d \omega_e]$ .

Начальные условия определяются условиями схода частиц с вращающегося по часовой стрелке диска, располагая радиальной скоростью  $\bar{v}_1$  и угловой скоростью относительного движения  $\varepsilon_1$  в момент схода частицы [3], легко найти начальное значение тангенциальной скорости падения частицы в неподвижной системе координат  $x, \varphi, z$ :  $v_\varphi(0) = \omega_e R_d - \varepsilon_1 \omega_e R_d$ , и начальной радиальной скорости в этой системе  $v_x(0) = v_1 \omega_e R_d$ . Для вертикальной скорости падения частицы, полагая диск плоским,  $v_z(0) = 0$ .

Что касается задания начальных координат падающей частицы, оно не вызывает особых трудностей  $x(0) = R_d$ ;  $\varphi(0) = \varphi_0 = 0$ ;  $z(0) = 0$ , и поэтому начальные условия для системы безразмерных уравнений (5) – (8) имеют вид:

$$\bar{x}(0) = 1; \quad \varphi(0) = 0; \quad \bar{z}(0) = 0; \quad (9)$$

$$v_x(0) = v_1; \quad \varepsilon_\varphi(0) = \frac{v_\varphi(0)}{x(0)\omega_e} = \frac{v_\varphi(0)}{R_d\omega_e} = 1 - \varepsilon_1;$$

$$\bar{v}_z(0) = 0. \quad (10)$$

При малых массовых силах (для тонкодисперсных частиц), когда

$$\frac{d\bar{v}_x}{d\tau} \approx 0 \quad \text{и} \quad \frac{d\varepsilon_\varphi}{d\tau} \approx 0,$$

уравнения (6) и (7) примут простой вид

$$\bar{x}\varepsilon_\varphi^2 - K\left(\frac{a_q}{\bar{x}} + \bar{v}_x\right) = 0;$$

$$-2\bar{v}_x\varepsilon_\varphi/\bar{x} + K\left(\frac{a_r}{\bar{x}^2} - \varepsilon_\varphi\right) = 0,$$

решение которых можно представить так:

$$\bar{x} = \frac{\sqrt{K a_r}}{(K + 2\frac{\bar{v}_x}{\bar{x}})\sqrt{\bar{v}_x \bar{x} + a_q}}; \quad (11)$$

$$\bar{x}\varepsilon_\varphi = \frac{a_r}{\bar{x} + 2\frac{\bar{v}_x}{\bar{x}}}. \quad (12)$$

Сопоставление расчетов по этим формулам (табл. 1) с результатом численного интегрирования системы «точных» уравнений (5) – (8), показало удовлетворительные совпадения.

Как видим из данных таблицы, скорости в большей степени согласующейся в области стабилизации – подальше от начальной точки ( $\bar{x} > 1$ ), особенно для тангенциальной скорости. Худшие результаты обнаружены для радиальной составляющей, начальные значения которой намного превышает величины стабилизационного значения скорости ( $\bar{u}_x \approx 0$ ).

Уравнение (8), описывающая перемещение частицы в вертикальной плоскости является независимой и сводится к неоднородному линейному уравнению второго порядка

$$\bar{z}'' + K\bar{z}' - Ka_z\bar{z} = F,$$

решение которой примет вид:

$$\bar{z} = \frac{C_1}{Ka_z} \exp\left(\frac{-K+\lambda}{2}\tau\right) + \frac{C_2}{Ka_z} \exp\left(\frac{-K-\lambda}{2}\tau\right) - \frac{F}{Ka_z}. \quad (13)$$

Учитывая однородные начальные условия константы уравнения равны

$$C_1 = \frac{F}{2}\left(1 + \frac{K}{\lambda}\right) = \frac{F}{\lambda}\left(\frac{K+\lambda}{2}\right);$$

$$C_2 = \frac{F}{2}\left(1 - \frac{K}{\lambda}\right) = \frac{F}{\lambda}\left(\frac{K-\lambda}{2}\right),$$

$$\lambda = \sqrt{K^2 + 4Ka_z}.$$

Скорость падения частицы определяется уравнением

$$\bar{v}_z = \frac{d\bar{z}}{d\tau} = \frac{F}{\lambda} \left[ \exp\left(\frac{-K+\lambda}{2}\tau\right) - \exp\left(\frac{-K-\lambda}{2}\tau\right) \right]. \quad (14)$$

Таблица 1

Сопоставление величин радиальной ( $\bar{v}_x$ ) и тангенциальной ( $\bar{v}_\varphi$ ) скоростей частиц, найденных

численным интегрированием ( $\bar{v}_{x1}, \bar{v}_{\varphi1}$ ) и расчётам по формулам

(11) - ( $\bar{v}_{x11}$ ) и (12) - ( $\bar{v}_{\varphi11}$ ) (при  $a_q = 0,1785$ ;  $\beta = 15^\circ$ )

$\bar{x}$	$\bar{v}_{x\varphi}$	$\bar{v}_{x11}$	$\Delta_{v_x}, \%$	$\bar{v}_{\varphi\varphi}$	$\bar{v}_{\varphi11}$	$\Delta_{v_\varphi}, \%$
$d_s = 20 \text{ мкм}; K = 3,884$						
0,8003	-0,0002	-0,00014	30	0,8324	0,8324	-0,00
0,8012	-0,0008	-0,0005	37,5	0,8314	0,8317	-0,04
0,8099	-0,0063	-0,0042	33,3	0,8225	0,8247	-0,30
0,8300	-0,0176	-0,0122	30,7	0,8025	0,8087	-0,80
0,8955	-0,0437	-0,0339	22,4	0,7438	0,7586	-2,00
0,9817	-0,0621	-0,0539	13,2	0,6790	0,6983	-2,80
1,0184	-0,0565	-0,0602	-6,5	0,6590	0,6746	-2,40
1,0361	-0,0247	-0,0628	-15,4	0,6658	0,6636	0,30
1,0374	0,0156	-0,0630	50,4	0,6918	0,6628	4,10
1,0278	0,0868	-0,0616	171	0,7573	0,6687	11,7
$d_s = 30 \text{ мкм}; K = 1,726$						
1,1999	-0,00	-10 <sup>-5</sup>	$\infty$	0,5549	0,5549	-0,00
1,2005	-0,0002	-0,000125	37,5	0,5546	0,5547	-0,02
1,2016	-0,0005	-0,00034	32	0,5541	0,5543	-0,04
1,2036	-0,0011	-0,00072	34,5	0,5532	0,5536	-0,07
1,2066	-0,0020	-0,0013	35	0,5518	0,5524	-0,11
1,2178	-0,0044	-0,0034	22,7	0,5577	0,5485	1,16
1,2220	-0,0035	-0,0041	-17,8	0,5450	0,5470	-0,37
1,2226	0,0045	-0,0042	193	0,5456	0,5468	-5,72
1,2042	0,0405	-0,0008	102	0,5589	0,5533	1,00
1,1116	0,1679	0,0192	11,4	0,6357	0,5872	7,63
$d_s = 40 \text{ мкм}; K = 0,970$						
1,5995	0,0001	0,000055	5,5	0,4160	0,4160	-0,00
1,5951	0,0008	0,00053	33,8	0,4171	0,4170	0,24
1,5903	0,0017	0,0011	35,3	0,4184	0,4178	0,14
1,5850	0,0027	0,00165	38,8	0,4198	0,4189	0,21
1,5803	0,0037	0,0022	40,5	0,4211	0,4200	0,26
1,5709	0,0060	0,0032	47,7	0,4236	0,4218	0,43
1,5595	0,0097	0,0046	52,6	0,4266	0,4241	0,59
1,5393	0,0186	0,0070	62,4	0,4321	0,4283	0,88
1,4723	0,0566	0,0158	72,1	0,4504	0,4422	1,83
1,2486	0,1924	0,0545	71,7	0,5206	0,4889	6,09

Сопоставим полученный результат с параметрами вертикального падения тех же частиц при отсутствии нисходящего потока воздуха, т.е. при  $\bar{u}_z = 0$  (параметры падения для этого случая обозначим нижним индексом 0). В этом случае соотношение (8) примет вид линейного уравнения

$$\frac{d\bar{v}_z}{d\tau} = F - K\bar{v}_z,$$

решение которого нетрудно найти при однородных начальных условиях:

$$\bar{v}_{z0} = \frac{F}{K}(1 - e^{-K\tau}); \quad (15)$$

$$\bar{z}_0 = \frac{F}{K} \left[ \tau - \frac{1}{K}(1 - e^{-K\tau}) \right]. \quad (16)$$

Найдем отношение высоты падения и скорость частиц, определяемые уравнением (13) и (14), к найденным параметрам

$$K_z \equiv \frac{\bar{z}}{\bar{z}_0} = \frac{1}{a_z} \frac{\lambda + K}{2\lambda} e^{\frac{(-K+\lambda)}{2}\tau} + \frac{\lambda - K}{2\lambda} e^{\frac{(-K-\lambda)}{2}\tau} - 1;$$

$$\tau - \frac{1}{K}(1 - e^{-K\tau})$$

$$K_v \equiv \frac{\bar{v}_z}{\bar{v}_{z0}} = \frac{e^{\frac{(-K+\lambda)}{2}\tau} - e^{\frac{(-K-\lambda)}{2}\tau}}{1 - e^{-K\tau}}.$$

Как видим из графиков кривых (рис. 1), построенных по формулам (13) и (14) (сплошные линии) и по формулам (15) и (16) (пунктирные линии), высота падения, как и скорость вертикального перемещения частиц в нисходящем потоке воздуха намного превышает соответствующую величины для случая неподвижного

воздуха. Объясняется это значительным уменьшением аэродинамической силы для частиц при нисходящем течении воздуха.

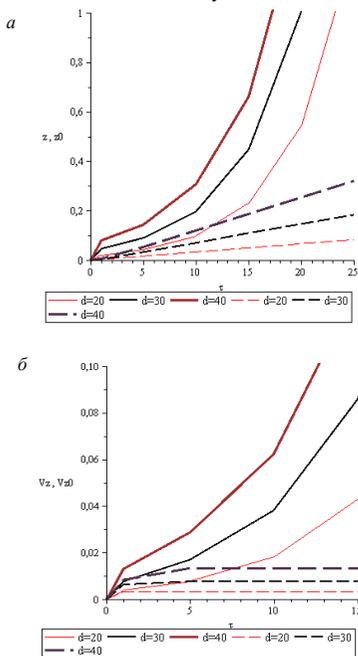


Рис. 1. Изменение высоты падения (а) и вертикальной скорости частицы (б) в зоне сепарации цилиндрической формы классификатора при  $a_q = 0,2$

В результате численного интегрирования системы дифференциальных уравнений (5) – (8), были найдены траектории частиц в зоне сепарации цилиндрической формы при воздушном течении винтообразного типа. Как показали численные эксперименты, траектория имеет явно выраженную форму раскручивающейся спирали. В своей завершающей стадии она имеет асимптотический характер. Наглядно это можно увидеть на графиках радиального перемещения частиц (рис. 2 и 3, пунктиром показано возможное перемещение частиц при условии, если характеристика вихрестика сохраняется и за пределами рассматриваемого цилиндрического канала, т.е. при  $x < 1$  и при  $x > 1,5$ ). Как видно из графиков для крупных частиц ( $d_s \geq 40$  мкм), обладающих заметной инерционностью, начальное перемещение определяется начальным импульсом на заметной высоте падения.

Для мелких частиц ( $d_s \leq 20$  мкм) начальный импульс проявляется лишь в самом начале падения. Сила аэродинамического сопротивления велика и стабилизация радиального перемеще-

ния наступает значительно раньше. Во всех случаях радиальное перемещение практически прекращается на заключительном участке падения частиц, когда стабилизируется радиальная и тангенциальная скорости (первая становится почти равной нулю и вторая стремится к пределу  $v_\varphi^\infty$  (рис. 4)).

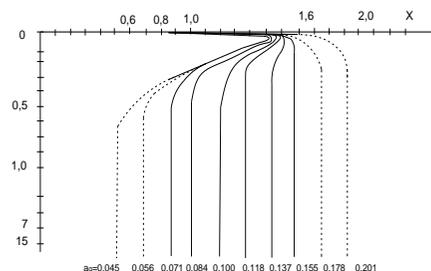


Рис. 2. Радиальное перемещение падающей частицы  $d_s = 40$  мкм в зависимости от расхода воздуха (при  $\beta = 15^\circ$ )

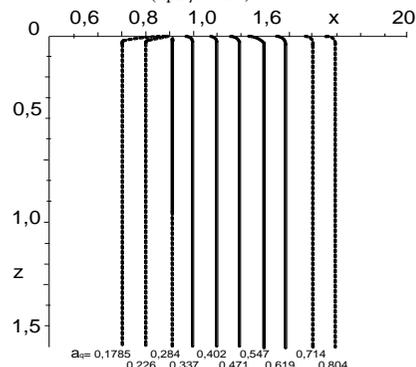


Рис. 3 Радиальное перемещение падающей частицы  $d_s = 20$  мкм в зависимости от расхода воздуха (при  $\beta = 15^\circ$ )

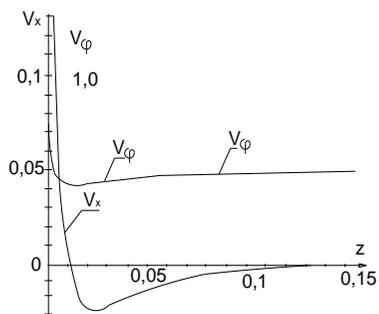


Рис. 4. Изменение радиальной и тангенциальной скорости по высоте падения частицы  $d_s = 30$  мкм (при  $K = 1,726$ ;  $a_q = 0,1366$ ;  $\beta = 15^\circ$ ).

При равенстве центробежной силы и силы аэродинамического сопротивления в силу (6)

$$\bar{x} \varepsilon_\varphi^2 = K \left( \frac{a_q}{\bar{x}} + \bar{v}_x \right), \quad (17)$$

ускорение радиального перемещение частицы становится равной нулю. При этом возможно установление режима, когда  $\bar{v}_x = 0$ , и частица совершает лишь вращение в равновесной цилиндрической поверхности радиусом

$$\bar{x} = \bar{x}_p,$$

и медленное падение со скоростью  $v_z$ , определяемой по формуле (14).

Радиус равновесной цилиндрической поверхности с учетом (12) и (17) определяется очевидным равенством:

$$x_p = \frac{a_r}{\sqrt{K a_q}} = \sqrt{\frac{a_q}{K}} / \text{tg} \beta, \quad (18)$$

или в размерном виде:

$$x_p = \sqrt{\frac{\rho_v}{\pi \mu}} \cdot \sqrt{\frac{Q}{H}} \cdot \frac{d_s}{6 \text{tg} \beta}. \quad (19)$$

Таким образом, радиус равновесной цилиндрической поверхности зависит от крупности частиц, расхода воздуха и угла установки жалюзи (рис. 5 и 6).

Зная радиус  $x_p$  можно найти предельное значение тангенциальной скорости  $v_\varphi^\infty$ . Для этого воспользуемся соотношением (12) при  $x = x_p$

$$v_\varphi^\infty = a_r / x_p,$$

или с учетом (18)

$$v_\varphi^\infty = \sqrt{K a_q}, \quad (20)$$

т.е. предельная тангенциальная скорость вращения частиц зависит от крупности и расхода воздуха. Чем выше эти параметры, тем больше величина предельной скорости  $v_\varphi^\infty$ .

Проанализируем теперь устойчивость предельного равновесия. В результате пульсации расхода воздуха, неоднородности физико-механических параметров частиц, пульсации скорости вращения диска, расхода порошка возможны случаи вылета частиц из цилиндрической поверхности предельного равновесия. Возникает вопрос о поведении падающей частицы в результате этого отклонения.

Рассмотрим уравнения (6) в условиях предельного равновесия, когда

$$x \varepsilon_\varphi^2 \approx K a_q / x \text{ при } x = x_p, \quad (21)$$

уравнение радиального перемещения примет вид:

$$\frac{dv_x}{d\tau} \approx -K v_x \quad (22)$$

интегрируя которое дважды, получим:

$$x - x_p \approx \Delta v_x \frac{1 - e^{-K \tau}}{K}, \quad (23)$$

где  $\Delta v_x$  – изменение скорости в момент  $\Delta \tau = 0$ .

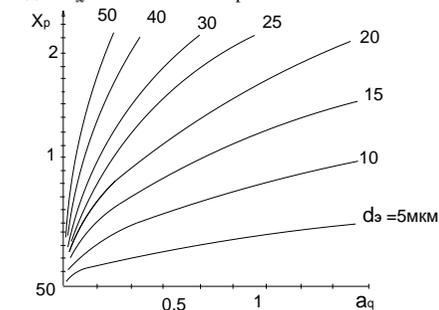


Рис. 5. Изменение радиуса равновесного цилиндра в зависимости от диаметра частицы и расхода воздуха (при  $\omega_s = 86,9$  рад/с;  $\beta = 15^\circ$ )

Видим, что при изменении радиальной составляющей скорости момент нахождения частицы на равновесной цилиндрической поверхности ( $x = x_p$  при  $\Delta \tau = 0$ ), она смещается в сторону возрастания радиального перемещения при  $\Delta v_x > 0$ , или в обратную сторону – при  $\Delta v_x < 0$

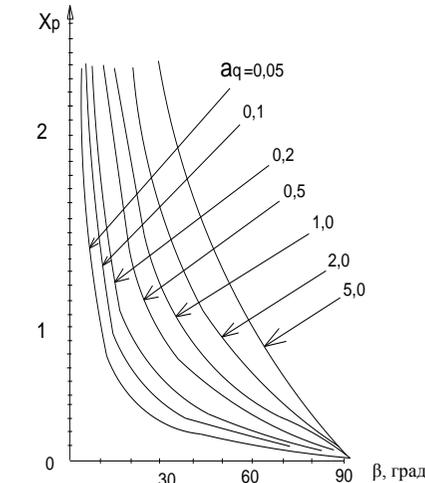


Рис. 6 Изменение радиуса равновесного цилиндра в зависимости от расхода воздуха и угла установки жалюзи

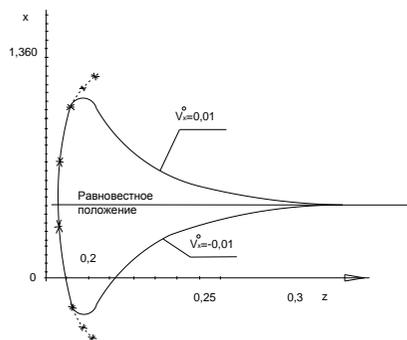


Рис. 7. Изменение отклонения частиц от равновесного положения по высоте падения (численный эксперимент  $d_s = 30\text{мкм}$ ;  $k = 1,726$ ;  $a_q = 0,2268$ ;  $\beta = 15^\circ$ ;  $x_p = 1,3531$ ; начальное условие:  $x = 1,353$ ;  $\varphi = 12,0651$ ;  $z = 0,1839$ ;  $V_x = \pm 0,01$ ;  $V\varphi = 0,6257$ ;  $V_z = 0,0075$  при  $\tau = 25$ ).

Знаком \* обозначают точки, определённые равенством (23) с учётом (17)

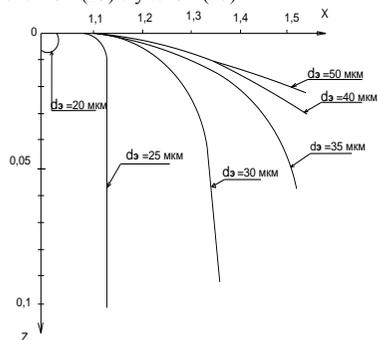


Рис. 8. Радиальное перемещение падающих частиц разной крупности в цилиндрическом потоке (при  $a_q = 0,2268$ ;  $\beta = 15^\circ$ )

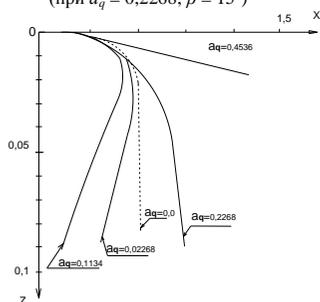


Рис. 9. Радиальное перемещение падающей частицы  $d_s = 30\text{мкм}$  в зависимости от расхода воздуха (при  $\beta = 15^\circ$ )

Предельное смещение

$$\delta = (x - x_p) / \underset{\lambda \tau \rightarrow \infty}{\Delta U_x} = \frac{\Delta U_x}{K}, \quad (24)$$

зависит от величины и знака изменения скорости, а также от крупности частицы. Чем крупнее частицы, тем больше ее инерционность и, следовательно, больше отклонение от равновесного состояния. Как видно из численного эксперимента (рис. 8), основанного на численном интегрировании полной системы дифференциальных уравнений (5) – (8), отклонения в начале возрастают, а затем уменьшаются до нуля. Объясняется это восстанавливающим действием центробежной силы  $v_\varphi^2 / x$ , величина которой при воз-

растании радиуса  $x$  (при  $v_\varphi^2 > 0$ ) вначале падает, а затем растет, а при уменьшении радиуса  $x$  наоборот, вначале возрастает, а затем падает. В обоих случаях, изменение этой силы компенсируется колебаниями силы аэродинамического сопротивления и в конечном итоге на небольшом участке вертикального перемещения положение стабилизируется – частица возвращается в равновесный цилиндр. Таким образом, при небольших отклонениях в скорости, радиальное перемещение достаточно быстро затухает, и частица возвращается в устойчивое состояние вращения в равновесном цилиндре с вертикальным перемещением со скоростью  $\bar{V}_z$ .

Более заметное разделение траекторий происходит при изменении крупности частиц (рис. 8) и расхода воздуха (рис. 9). Последнее подтверждает практическое значение расхода воздуха на границу разделения частиц по крупности.

\*Исследования выполнены при поддержке Совета по грантам Президента РФ (код проекта НШ-588.2012.8).

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сапожников М.Я. Механическое оборудование предприятий строительных материалов и конструкций. М.: Высшая школа, 1971, 382с.
2. Богданов В.С. Особенности движения воздуха в центробежном сепараторе/ Современные технологии в промышленности строительных материалов и стройиндустрии/ Богданов В.С., Логачев И.Н., Дмитриенко В.Г., Мелихов С.В., Жидков В.В.: Сб. докл. Междунар. науч.-практич. конф. – Белгород: Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2005. – №11. – С. 141-144.
3. Богданов В. С. Закономерности сегрегации частиц на вращающемся диске сепаратора центробежного типа/ Современные технологии в промышленности строительных материалов и стройиндустрии/ Богданов В.С., Логачёв И.Н., Дмитриенко В.Г., Жидков В.В.: Сб. докл. Междунар.науч.-практич.конф.-Белгород: Вестник БГТУ им.В.Г.Шухова. -2011.
4. Повх И.Л. Техническая гидромеханика. Л. Машиностроение, 1969г. ,524с.

Воронов В. П. канд. физ.-мат. наук, проф.,  
Несмеянов Н. П., канд. техн. наук, доц.,  
Горшков П. С., аспирант

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

## СПИРАЛЬНО-ЛОПАСТНОЙ ПРОТИВОТОЧНЫЙ СМЕСИТЕЛЬ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СУХИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ СМЕСЕЙ

voronov@mail.com

В статье кратко описаны перспективы развития рынка сухих строительных смесей. Разработана конструкция спирально-лопастного противоточного смесителя, дано описание конструкции и принципа его действия.

Предложено математическое описание процесса перемешивания в спирально-лопастном противоточном смесителе.

**Ключевые слова:** сухая строительная смесь, смеситель, топливно-энергетический ресурс, качество.

На сегодняшний момент технологии сухих строительных смесей (ССС) играют огромную роль в развитии мирового рынка строительных материалов. Смеси имеют большое значение не только с точки зрения эстетической отделки здания, но все чаще они обеспечивают теплоизоляцию и существенно увеличивают эффективность строительства. За последние годы сухие строительные смеси (ССС) заняли прочные позиции на строительном рынке отделочных технологий. По всему миру, в том числе в Китае и Бразилии, где в настоящее время отмечаются наибольшие темпы роста производства ССС, появляются новые разработки для решения конкретных задач строительной отрасли. С 2005 года новые рынки растут более чем на 20% в год и экономический кризис незначительно повлиял на этот рост. Мировое производство сухих строительных смесей в 2009 оценивали от 120 млн.т до 170 млн.т.

Бурное развитие инновационных технологий, изучение материалов на нано-уровне и комплексный подход открывает перед этой отраслью большие перспективы. Основным мотивом развития производства ССС конечно является большой рост спроса на модифицированную сухую смесь. С постоянно растущим темпом роста строительства жилого сектора использование сухих смесей является наилучшим вариантом как в плане качества, номенклатуры и времени при строительстве, так и в отделке или косметическом ремонте. Использование сухих смесей по принципу “залил водой и используй” сделало их популярными на рынке ССС.

Производство ССС началось около 10 лет назад, и знания, накопленные за этот период, необходимо совершенствовать и развивать. Стремительно растущую отрасль ССС в ближайшее время ждут энергетические перемены, что повлечет за собой более жесткие требования к оборудованию в плане потребления топливно-энергетических ресурсов.

Основными процессами технологической цепочки производства ССС, оказывающих существенное влияние на их эксплуатационные характеристики, являются: подготовка сырьевых компонентов, их дозировка и смешивание. Создание смесителей, как важнейшего оборудования при производстве ССС, более совершенной конструкции с минимизацией потребляемых ресурсов и увеличением номенклатуры выпускаемой продукции на единичном оборудовании являются приоритетными задачами, стоящими перед инженерами в области производства ССС.

Решением таких задач занимаются на кафедре механического оборудования (МО) Белгородского государственного технологического университета имени В.Г. Шухова под руководством кандидата технических наук Несмеянова Н.П. Предлагаемые разработки связаны с усовершенствованием существующих смесительных установок и направлены на улучшение качества выпускаемой продукции, расширение ассортимента и повышение эффективности использования модифицирующих добавок в составе ССС.

С учетом предъявляемых требований разработан спирально-лопастной противоточный смеситель принудительного действия (рис. 1) для перемешивания различных сыпучих материалов. В конструкцию была воплощена идея создания противоточных конвективных потоков

С учетом предъявляемых требований разработан спирально-лопастной противоточный смеситель принудительного действия (рис. 1) для перемешивания различных сыпучих материалов. В конструкцию была воплощена идея создания противоточных конвективных потоков

перемешиваемого материала (рис. 2), как в горизонтальном, так и в вертикальном направлениях. Создание этих потоков обеспечивается за счет установленных спиралей на внутренней поверхности смесительного резервуара.

Смеситель для перемешивания сыпучих материалов (рис. 1) работает следующим образом: перемешиваемые компоненты загружаются

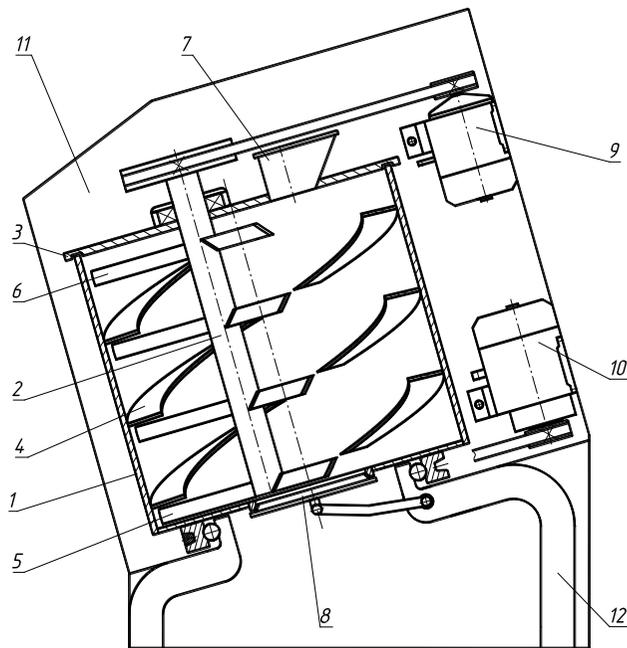


Рис. 1. Схема спиральнолопастного противоточного смесителя:

1 – смесительный резервуар, 2 – лопастной вал, 3 – крышка, 4 – спираль, 5 – смесительная лопасть, 6 – отражательная лопасть, 7 – загрузочный патрубок, 8 – разгрузочная крышка, 9 – привод лопастного вала, 10 – привод смесительного резервуара, 11 – корпус смесителя, 12 – основание смесителя

При этом лопастной вал 2 вращается в противоположную сторону вращения барабана 1. А направление вращения барабана смесителя выбирается в соответствии с направлением витков шнека 4. В результате вращения вала лопасти 5 поднимают смешиваемые компоненты и набрасывают их на шнек 4, тем самым перемещая и в вертикальном и в горизонтальном направлении. Перемещаясь по поверхности шнека, смесь падает на второй ряд лопастей и, переместившись как в вертикальном, так и в горизонтальном направлении попадает на среднюю часть шнека и продвигается вверх. Так смесь достигает верхней части барабана смесителя, где лопасти 6, имеющие обратный угол установки, отно-

сительно лопастей нижних рядов, срезают движущуюся смесь со шнека и направляют вниз навстречу основному потоку смеси. После того, как смесь перемешалась, она выгружается через нижний люк посредством открывания крышки 8. После разгрузки смесителя процесс повторяется.

Таким образом, предлагаемая конструкция смесителя для получения ССС позволяет увеличить степень однородности готового продукта и сократить время перемешивания за счет создания движения исходных компонентов смеси как в горизонтальном, так и в вертикальном направлениях внутри барабана смесителя.

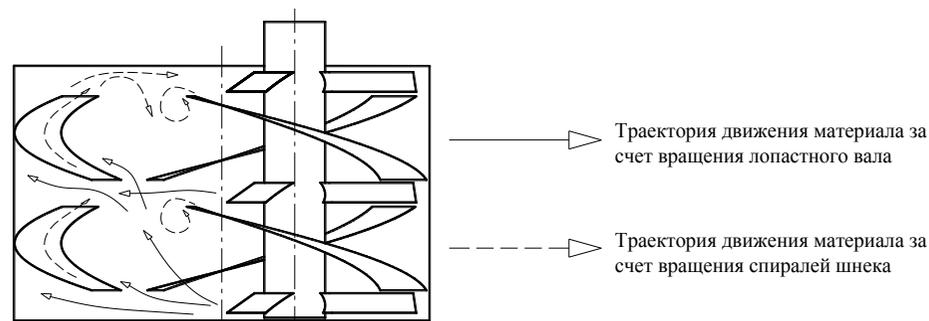


Рис. 2. Схема траекторий движения материала в спиральнолопастном противоточном смесителе

Для описания процессов, протекающих в спиральнолопастном смесителе и определения скоростей движения частиц, как в радиальном, так и в осевом направлениях, необходимо сформулировать ряд допущений, на основе которых можно произвести моделирование движения материала в смесителе.

Движение материала в смесителе будем рассматривать с учетом того что, что частицы материала при своем движении не взаимодействуют друг с другом, не совершают вращательного движения и представляют собой идеальную несжимаемую сыпучую среду с насыпной плотностью  $\gamma$ . Таким образом, в лопастном смесителе поведение сыпучего материала аналогично поведению идеальной несжимаемой жидкости.

Пусть в результате вращения с постоянной  $\omega$  лопастей, имеющих геометрические размеры:  $h$  и  $b$  ( $h$  – высота,  $b$  – длина), сыпучий материал под действия сил внутреннего трения вовлекается во вращательное движение с той же частотой  $\omega$ . В результате чего на частицы сыпучего материала действует центробежная сила, которая способствует перемещению частицы сыпучего материала в радиальном направлении. Если через  $H_0$  обозначить высоту загрузки сыпучего материала в состоянии покоя, а величиной  $Vz$  будем характеризовать приращение уровня загрузки в результате вращения лопасти. Тогда перемещение массы сыпучего материала  $V_m$  в радиальном направлении со скоростью  $V_r$  при установившемся режиме вращения лопастей будет приводить, при определенных условиях [max], к циркуляции сыпучей среды как показано на рис. 3. На основании закона сохранения энергии можно записать следующее соотношение:

$$\frac{V_m \cdot v_r^2}{2} = V_m \cdot g \cdot Vz + F_{тр} \cdot V \quad (1)$$

где  $g$  – ускорение свободного падения;  $F_{тр}$  – сила трения, величина которой определяется следующим соотношением:

$$F_{тр} = (M - V_m) \cdot g \cdot f \quad (2)$$

здесь  $M$  – полная масса сыпучего материала, равная:

$$M = \gamma \cdot V \quad (3)$$

$$\gamma = \sum_i \gamma_i \cdot \beta_i \quad (4)$$

$$\beta_i = \frac{V_i}{V} \quad (5)$$

$$V = \pi \cdot (R^2 - \frac{d^2}{4}) \cdot H \quad (6)$$

где  $\gamma_i$  – плотность  $i$  компонента смеси;  $\beta_i$  – объемная доля компонента смеси;  $R$  – радиус цилиндрического корпуса смесителя;  $V_i$  – объем  $i$  компонента смеси;  $V$  – суммарный объем сыпучей среды;  $d$  – диаметр вала смесителя;  $f$  – динамический коэффициент трения, связанный с углом трения покоя  $\varphi$  посредством соотношения:

$$f = \operatorname{tg} \varphi \quad (2.7)$$

Расчет динамического угла трения для сыпучей среды можно произвести, используя методику, изложенную в работе [1]. На основании (1) находим величину скорости перемещения сыпучего материала в радиальном направлении:

$$v_r = \sqrt{2 \cdot g \cdot Vz \left( 1 + \left( \frac{M}{V_m} - 1 \right) \cdot f \right)}$$

Для расчета величины  $Vz$ , входящую с отношением (8) воспользуемся тем фактом, что при вращении лопасти вокруг вала смесителя образуется воронка (рис. 3) (цилиндрический корпус смесителя при этом неподвижен).

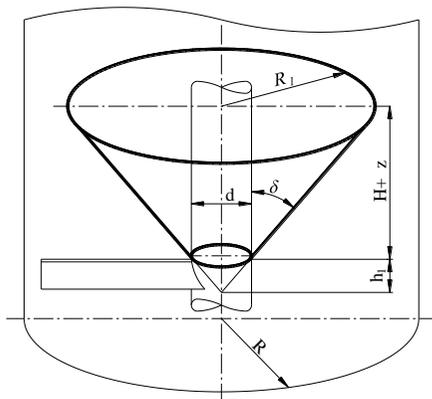


Рис. 3. Расчетная схема для вычисления объема образующей воронки в результате вращения лопасти смесителя

Геометрия данной воронки представляет собой усеченный конус, и определяется следующими величинами  $H + Vz$  - высота усеченного конуса и  $\delta$  - угол, который образует образующая усеченного конуса с осью симметрии. Поэтому согласно расчетной схеме, представленной на рисунке 1, находим что:

$$\frac{R_1}{H + Vz + h_1} = \text{tg} \delta \quad (9)$$

$$\frac{\frac{d}{2}}{h_1} = \text{tg} \delta \quad (10)$$

Объем усеченного конуса, представленного на рис. 1, будет определяться следующим соотношением:

$$V_k = \frac{\pi}{3} \cdot R_1^2 \cdot (H + Vz + h_1) - \frac{\pi}{3} \cdot \frac{d^2}{4} \cdot h_1 \quad (11)$$

Таким образом, для вычисления скорости (8) перемещения сыпучего материала в радиальном направлении необходимо:

- экспериментально определить коэффициент динамического угла трения  $f$  для выбранного сыпучего материала, согласно методике, предложенной в работе;
- вычислить величину приращения уровня загрузки сыпучего материала  $Vz$ ;
- найти полную массу загрузки сыпучего материала и  $V_m$  - величину массы материала, перемещенную в радиальном направлении.

Подстановка полученных значений позволяет получить окончательно аналитическое выражение для вычисления значения радиальной скорости перемещения сыпучего материала.

Использование спиральных лопастей, установленных на внутренней поверхности корпуса смесителя, создает дополнительное движение потоков перемешиваемого материала в вертикальном направлении. Методика расчета скорости движения частиц в осевом направлении будет представлена в следующей статье.

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Несмеянов, Н.П. Стабилизация качества сухих строительных смесей на основе пневмомеханического способа перемешивания / Н.П. Несмеянов, П.С. Горшков // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова – Белгород: БГТУ им. В.Г. Шухова, 2009. - №4. – С. 51.
2. Макаров, Ю.И. Аппараты для смешения сыпучих материалов / Ю.И. Макаров. – М.: «Машиностроение», 1973. – 216 с.

Полянсков Ю. В., д-р техн. наук, проф.,  
Евсеев А. Н., канд. техн. наук, доц.,  
Емелин С. В., аспирант  
Ульяновский государственный университет

**МОДЕЛЬ РАСЧЕТА СНИМАЕМОГО МАТЕРИАЛА ПРИ ПЛОСКОМ ШЛИФОВАНИИ**

ccd@ulsu.ru

В статье приведен вывод модели, позволяющий определять объем снимаемого материала при плоском шлифовании.

**Ключевые слова:** Шлифование, математическая модель, смазочно-охлаждающая жидкость.

Анализ зоны резания занимает немаловажную часть в научных исследованиях. При рассмотрении систем применения смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ), возникает необходимость моделирования зоны резания. Авторами ранее выполнялось построение модели поведения параметров систем применения СОЖ [1] в связи, с чем возникла необходимость моделирования зоны резания. Хотя существует много разнообразных моделей зон резания [2,3,4], нами была рассмотрена объемная задача по определению объема снимаемого материала в единицу работы режущим инструментом на примере плоского шлифования.

где  $R$  – радиус шлифовального круга;  $t$  – глубина шлифования;  $v_{заг}$  – скорость заготовки при плоском шлифовании. Ширина зоны контакта шлифовального круга с заготовкой равна

$$l = \sqrt{2Rt - t^2} \quad (2)$$

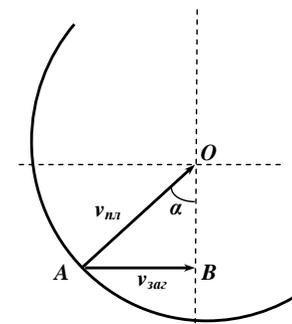


Рис. 2. Соотношение векторов скоростей при плоском шлифовании

Снимаемый припуск представим в виде суммы бесконечно малых элементарных слоев толщиной  $l_T$  (рис. 3), тогда скорость пластины для каждого элементарного слоя, равна

$$v_{пл} = v_{заг} \frac{\sqrt{2Rt_T - t_T^2}}{R} \quad (3)$$

где  $t_T$  – глубина шлифования текущего элементарного слоя. Соответственно, ширина зоны контакта текущего элементарного слоя шлифовального круга с заготовкой равна  $l_T = \sqrt{2Rt_T - t_T^2}$ , следовательно, для скорости пластины (3) получаем

$$v_{пл} = v_{заг} \frac{l_T}{R} \quad (4)$$

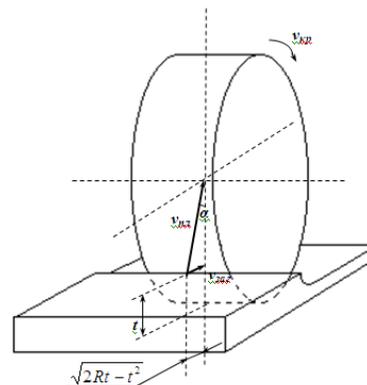


Рис. 1. Схема процесса плоского шлифования, для расчета радиальной скорости пластины

Зону контакта обрабатываемой детали и шлифовального круга представим в виде тонкой элементарной пластины (рис. 1), двигающейся по радиусу к центру шлифовального круга со скоростью  $v_{пл}$ . Из соотношения сторон треугольника AOB (рис. 2), образованного векторами  $v_{пл}$  и  $v_{заг}$ , получаем:

$$v_{пл} = v_{заг} \text{Sin} \alpha = v_{заг} \frac{\sqrt{2Rt - t^2}}{R} \quad (1)$$

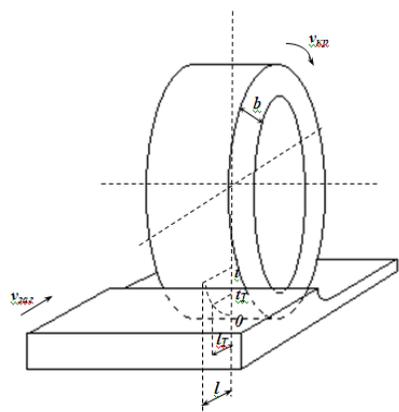


Рис. 3. Схема процесса плоского шлифования, для расчета глубин шлифования элементарных слоев в пределах зоны резания

Представим рабочую поверхность круга в виде множества элементарных слоев бесконечно малой толщины  $dy_s$ , содержащих одинаковое число вершин зерен, а зону контакта обра-

батываемой детали и круга в виде тонкой элементарной пластины толщиной  $dl$  (рис. 4), тогда элементарный объем стружки, срезаемой в единицу времени зернами шлифовального круга, равен

$$V_i = S_i dn_s, \quad (5)$$

где  $S_i$  – площадь поперечного сечения единичного среза;  $dn_s$  – высота элементарного слоя, срезаемого одновременно работающими зернами.

Высота элементарного слоя, срезаемого одновременно работающими зернами равна [2]

$$dn_s = K_1 n_0 f(y_s) dy_s, \quad (6)$$

где  $n_0$  – число зерен, расположенных на площади  $Bdl$ ;  $f(y_s)$  – плотность распределения высот выступающих зерен над уровнями связки,  $dy_s$  – высота слоя срезаемого одним зерном,  $K_1$  – коэффициент, зависящий от режимов резания [2] (для плоского шлифования = 0,44). Число зерен определяется по следующему выражению [2]

$$n_0 = KBdl, \quad (7)$$

где  $K$  – поверхностная концентрация зерен,  $B$  – ширина шлифования.

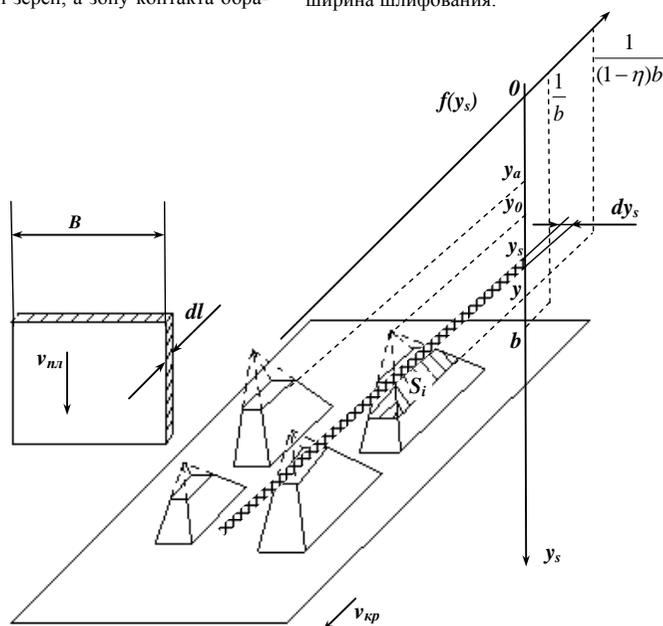


Рис. 4. Схема для расчета объема стружки, срезаемой зернами шлифовального круга.

Плотность распределения высот выступающих зерен над уровнями связки, равна [2]

$$f(y_s) = \frac{1}{(1-\eta)b}, \quad (8)$$

где  $\eta$  – параметр, характеризующий степень затупления зерен [0,1];  $b$  – максимальная высота выступающих зерен над связкой круга. Площадь поперечного сечения единичного среза равна площади трапеции и определяется по следующему выражению

$$S_i = tgy[(y - y_0)^2 - (y_s - y_0)^2], \quad (9)$$

где  $y_0$  – координата вершины неизношенного зерна слоя  $dy_s$ ;  $y$  – половина угла при вершине зерна. Учтывая, что

$$(y - y_0) = \frac{(y_s - y_0)}{\eta}, (y_s - y_0) = \frac{\eta}{1-\eta} (y - y_s),$$

получаем

$$S_i = tgy \frac{(1-\eta^2)}{(1-\eta)^2} (y - y_s)^2. \quad (10)$$

Суммарный объем всех элементарных горизонтальных слоев получим интегрированием в пределах  $[y_a, y]$  выражения (5) с учетом (6), (7), (8), (9), (10)

$$V_i = \int_{y_a}^y tgy \frac{(1-\eta^2)}{(1-\eta)^3} \frac{K_1 KBdl}{b} (y - y_s)^2 dy_s = tgy \frac{(1-\eta^2)}{(1-\eta)^3} \frac{K_1 KBdl}{3b} (y - y_a)^3 \quad (11)$$

$$V = \int_0^l \frac{K_1 B}{3} \frac{K_2 v_{зац}}{v_{сп}} \frac{l_T}{R} dl_T = \frac{K_1 B}{6} \frac{K_2 v_{зац}}{v_{сп}} \frac{l^2}{R} = K_3 B \frac{v_{зац}}{v_{сп}} \frac{2Rt - t^2}{R}. \quad (15)$$

где  $K_3 = -K_1 K_2 / 6$  (для плоского шлифования = 0,506). Получено выражение (15), позволяющее рассчитывать объем снимаемой стружки в единицу времени, в зависимости от параметров резания.

Для данной модели зоны резания (15) совместно с моделью поведения параметров элементов систем применения СОЖ [1] проводились экспериментальные исследования с применением комплексов программ. Отмечено повышение точности на 16 % при расчетах объема снимаемого материала по сравнению с другими моделями зон резания [2, 3].

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Емелин, С.В. «Модель поведения концентрации механических примесей при движении смазочно-охлаждающей жидкости» // Полянский Ю.В., Евсеев А.Н., Емелин С.В. // Автоматизация и современные технологии. – 2010. – №11. – С. 32-34.

Принимая во внимание, что

$$(y - y_a) = (1 - \eta)y,$$

получаем

$$V_i = tgy(1-\eta^2) \frac{K_1 KBdl}{3b} y^3. \quad (12)$$

Координата  $y$  в данном случае равна параметру  $H$  [2].

$$H = \sqrt[3]{\frac{K_2 b v_{зац}}{tgy K v_{сп} (1-\eta^2)}}. \quad (13)$$

где  $v_{сп}$  – скорость вращения круга,  $K_2$  – коэффициент, зависящий от режимов резания [2] (для плоского шлифования = 0,69). Следовательно, после подстановки (13) в (12), получаем

$$V_i = \frac{K_1 Bdl}{3} \frac{K_2 v_{зац}}{v_{сп}} = \frac{K_1 Bdl}{3} \frac{K_2 v_{зац}}{v_{сп}} \frac{l_T}{R}. \quad (14)$$

Объем снимаемого материала получим интегрированием объемов всех элементарных слоев припуска (14) на отрезке  $[0, l]$

2. Сухоруков, Ю. Н. Исследование влияния коэффициента шлифования на режущую способность прерывистых кругов / Сухоруков Ю.Н., Якимов А.А., Новиков Ф.В. // Совершенствование процессов абразивно-алмазной и упрочняющей обработки в машиностроении. Межвузовский сборник научных трудов. – Пермь, Пермский политехнический институт, 1990. – 164 с.

3. Новиков Ф.В. «А.с. 1426756 А2 СССР. МКИ4 В24 В9/00» // Новиков Ф.В., Якимов А.А. // Способ глубинного шлифования цилиндрической детали (СССР). № 58521361. - опубл. 20.04.86. Бюл. № 36.

4. Егоров, Н.И. Влияние среды и режимов обработки на процесс шлифования жаропрочных сплавов / Н.И. Егоров, Г.И. Саутин // Вестник машиностроения, 1980. № 9. с. 53 – 55.

Богданов В. С., д-р. техн. наук, проф.,  
 Логачев И. Н., д-р. техн. наук, проф.,  
 Дмитриенко В. Г., канд. техн. наук, доц.,  
 Жидков В. В., аспирант  
 Белгородский государственный технологический университет им. В.Г.Шухова

**ЗАКОНОМЕРНОСТИ СЕГРЕГАЦИИ ЧАСТИЦ НА ВРАЩАЮЩЕМСЯ ДИСКЕ  
 КЛАССИФИКАТОРА ЦЕНТРОБЕЖНОГО ТИПА\***

V\_dmitrienko@mail.ru

Рассмотрено движение частиц на вращающемся диске центробежного классификатора в зависимости от центробежной и кориолисовой силы, силы сопротивления и ускорения относительно движения. Определено место (координаты) подачи исходного материала на разбрасывающий диск. Получены соотношения скорости схода частиц с диска, что даёт возможность рассчитать скорость движения частиц в зоне сепарации цилиндрической формы.

**Ключевые слова:** тонкодисперсный порошок, динамика относительного движения, сила сопротивления, центробежная, кориолисова силы, вращающийся диск, координаты загрузки, граница диска, угол сброса.

Известный принцип разделения по крупности частиц порошковых материалов в горизонтальном потоке воздуха успешно реализуется при равномерном распределении сепарируемого материала. С целью организации однородного распределения частиц в новом классе центробежных сепараторов, подача порошкообразного материала часто осуществляется вращающимся в горизонтальной плоскости диском [1, 2]. В настоящей статье рассматриваются особенности динамики частиц на плоском диске, осуществляющем подачу материала в зону воздушной сепарации.

Рассмотрим движение частиц порошка по плоскому диску, вращающемуся в горизонтальной плоскости с постоянной угловой скоростью, рад/с:

$$\omega_e = 2\pi n,$$

где  $n$  - частота вращения диска,  $c^{-1}$ .

На скользящую частицу из активных сил действует механическая сила трения  $\vec{T}$  и аэродинамическая сила  $\vec{A}$ . Первую выразим через коэффициент трения  $f_{mp}$  и нормальную реакцию поверхности диска. Для придания направления запишем ее величину в векторной форме:

$$\vec{T} = -mgf_{mp} \frac{\vec{v}}{|\vec{v}|},$$

или в безразмерном виде:

$$\vec{T} = \frac{\vec{T}}{m\omega_e^2 R_d} \vec{v} = -a_{mp} \vec{v},$$

где

$$a_{mp} = \frac{gf_{mp}}{\omega_e^2 R_d |\vec{v}|}, \quad (1)$$

$M$  – масса частицы, кг;  $g$  – ускорение силы тяжести,  $m/c^2$ ;  $\vec{v}$  – вектор скорости перемещения частицы по диску,  $m/c$ ;  $|\vec{v}|$  – абсолютная величина вектора скорости перемещения частицы,  $m/c$ ;  $R_d$  – радиус диска, м;  $|\vec{v}| = |\vec{v}| \cdot (\omega_e R_d)^{-1}$  – абсолютная величина вектора безразмерной скорости перемещения частицы.

Вектор аэродинамической силы для тонких частиц, определяется законом Стокса [3], а для крупных частиц (крупнее 50 микрон) квадратичным законом сопротивления:

$$\vec{A} = -\psi \frac{\pi d_p^2}{4} \cdot \frac{(\vec{v} - \vec{u})|\vec{v} - \vec{u}|}{2},$$

где  $\psi$  – коэффициент лобового сопротивления, определяемый в узком диапазоне чисел Рейнольдса соотношением стоксовского типа:

$$\psi = \frac{B}{Re}; \quad Re = \frac{|\vec{v} - \vec{u}| d_p \rho}{\mu}, \quad (2)$$

а для частиц неправильной формы (например, для частиц материалов после механического дробления) – соотношением озееновского типа [4]:

$$\psi = \frac{24}{Re} + \psi_0,$$

где  $\psi_0$  – коэффициент лобового сопротивления в области автомодельности;  $d_p$  – эквивалентный диаметр частиц, м;  $\vec{u}$  – вектор скорости воздуха,  $m/c$ ;  $\rho$  – плотность воздуха,  $kg/m^3$ ;  $\mu$  – динамическая вязкость воздуха, Па·с.

Аппроксимируя в узком диапазоне  $Re_1 < Re < Re_2$  (при  $Re_2/Re_1 \leq 2$ ), можно найти коэффициент  $B = 24 + \psi_0 \cdot Re_2 \cdot \ln 2$  и

выразить аэродинамическую силу линейным соотношением:

$$\vec{A} = -\frac{B}{8} \pi \mu d_p (\vec{v} - \vec{u}), \quad (3)$$

отличающимся от формулы Стокса лишь численным коэффициентом  $\frac{B}{8}$  вместо 3.

Поскольку движение скользящих частиц происходит в пограничном слое (анализ показал, что при  $\omega_e \geq 86,9 \text{ рад/с}$  толщина этого слоя намного больше диаметра частиц порошка; она составляет более 400 микрон), скорость воздуха можно принять равной нулю и поэтому суммарную безразмерную силу сопротивления ( $\vec{C} = \vec{T} + \vec{A}$ ) можно выразить простейшим линейным соотношением:

$$\vec{C} = -f \vec{v}, \quad f = a_{mp} + \frac{6B}{8} \cdot \frac{\mu}{d_p^2 \rho \omega_e} \quad (4)$$

а радиальную и тангенциальную составляющую этой силы – через соответствующие проекции безразмерной скорости перемещения частицы:

$$C_x = -f \vec{v}_x; \quad \vec{v}_x = v_x / (\omega_e \cdot R_d); \quad (5)$$

$$C_y = -f \vec{v}_y; \quad \vec{v}_y = v_y / (\omega_e \cdot R_d), \quad (6)$$

где  $\rho$  – плотность частиц,  $kg/m^3$ ;  $v_x, v_y$  – радиальная и тангенциальная составляющие вектора скорости частицы.

Будем рассматривать относительное движение частицы по горизонтальному диску, вращающемуся с постоянной угловой скоростью по часовой стрелке (рис. 1), вектор угловой скорости  $\omega_e$  направлен перпендикулярно плоскости рисунка от зрителя. Выбор этого направления продиктован желанием рассматривать восходящее относительное движение, при котором происходит увеличение текущих координат траектории  $X$  и  $\varphi$  в выбранной полярной системе координат.

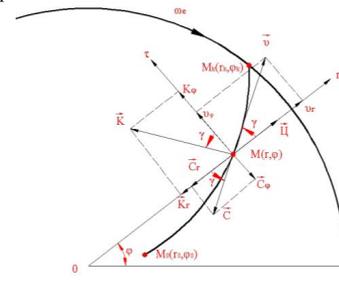


Рис. 1. Кинематическая схема относительного скольжения частицы по вращающемуся диску

Уравнение динамики относительно движения [5] в нашем случае в векторной форме имеет вид

$$m \vec{a}_0 = \vec{C} + \vec{C}_c + \vec{K}; \quad (7)$$

где  $\vec{C}$  – сила сопротивления, Н;  $\vec{C}_c$  – центробежная сила, Н;  $\vec{K}$  – Кориолисова сила, Н;  $\vec{a}_0$  – вектор ускорения относительного движения, составляющие которого в силу постоянности угловой скорости вращения имеют равные (точками над координатами обозначены производные во времени):

$$a_x = \ddot{x} - x\dot{\varphi}^2; \quad a_\varphi = \dot{x}\dot{\varphi} + 2\dot{x}\dot{\varphi}.$$

Переносная сила инерции представлена центробежной силой  $\vec{C}_c$ , радиальная и тангенциальная составляющие которой определяются очевидными равенствами

$$C_{c_x} = m x \omega_e^2; \quad C_{c_\varphi} = 0.$$

Кориолисова сила инерции, направление вектора которой определяется правилом Н.Е.Жуковского, может быть представлена

$$\vec{K} = 2m \vec{\omega} \times \vec{v},$$

а составляющие этого вектора:

$$K_x = -2m \omega_e x \dot{\varphi}; \quad K_\varphi = 2m \omega_e \dot{x}.$$

Проектируя исходное векторное уравнение (7) на оси полярной системы координат, и разделив составляющие векторов на  $m \omega_e^2 R_d$ , получим следующую систему уравнений в безразмерном виде

$$\ddot{x} = \ddot{x}(\varphi)^2 - f \dot{x}' + \ddot{x} - 2\dot{x} \dot{\varphi}'; \quad (8)$$

$$\ddot{\varphi} = -2\dot{x} \dot{\varphi}' - f \dot{\varphi}' + 2\dot{x}', \quad (9)$$

где  $\ddot{x} = x / R_d$ ;  $\dot{x} = \frac{d\ddot{x}}{d\tau} = \dot{\ddot{x}}$ ;  $\ddot{x}'' = \frac{d^2 \ddot{x}}{d\tau^2} = \frac{d\dot{\ddot{x}}}{d\tau^2}$ ;

$$\dot{\varphi} = \frac{d\varphi}{d\tau}; \quad \varphi'' = \frac{d^2 \varphi}{d\tau^2}; \quad \tau = t \omega_e.$$

Здесь штрихами над координатами обозначены производные по безразмерному времени  $\tau = t \omega_e$ . В правой части уравнений первые члены представляют собой безразмерное ускорение центробежной силы (в уравнении (8)) и кориолисовой силы (в уравнении (9)) относительного движения частицы, последние члены – составляющие безразмерного ускорения кориолисовой силы переносного движения, а третий член правой части уравнения (8) представляет собой безразмерное ускорение центробежной силы этого движения.

После очевидных преобразований систему уравнений (8) и (9) перепишем, опуская знак осреднения (черту над величинами), в следующем виде

$$x'' = x(1 - \varphi)^2 - fx'; \quad \varphi'' = 2 \frac{x'}{x} (1 - \varphi) - f\varphi'. \quad (10)$$

В общем виде из-за нелинейности уравнений их решение возможно лишь численными методами. Для удобства численного интегрирования эту систему можно записать в виде системы четырех уравнений первого порядка

$$\frac{dx}{d\tau} = v_x; \quad \frac{d\varphi}{d\tau} = \varepsilon_\varphi; \quad (11)$$

$$\frac{dv_x}{d\tau} = x(1 - \varepsilon_\varphi)^2 - fv_x; \quad (12)$$

$$\frac{dv_x}{d\tau} = 2 \frac{v_x}{x} (1 - \varepsilon_\varphi) - f\varepsilon_\varphi, \quad (13)$$

с неоднородными в общем случае начальными условиями

$$x = x_0; \quad \varphi = \varphi_0; \quad v_x = v_0; \quad \varepsilon_\varphi = \varepsilon_0; \quad \text{при } \tau = 0. \quad (14)$$

Уравнения динамики (12) и (13) допускает аналитическое решение лишь в одном частном случае скольжения частиц без сил сопротивления ( $f = 0$ ). В этом случае уравнение (13) сводится к уравнению с разделяющимися переменными

$$\frac{d\varepsilon_\varphi}{1 - \varepsilon_\varphi} = 2 \frac{dx}{x}; \quad (15)$$

имеющее при начальных условиях (14) следующее решение

$$\varepsilon_\varphi = 1 - \frac{n_0}{x^2}; \quad (16)$$

где для удобства записи принято

$$\varphi - \varphi_0 = \frac{\sqrt{\left(\frac{x}{x_0}\right)^2 (1 + H_0^2) - 1 - H_0}}{(1 + H_0^2)(1 - \varepsilon_0)} - \arctg \sqrt{\left(\frac{x}{x_0}\right)^2 (1 + H_0^2) - 1 + \arctg H_0}. \quad (19)$$

Соотношения (18) и (19) описывают относительную траекторию частиц, скользящих без сопротивления по вращающемуся в горизонтальной плоскости диску. Траектории (рис. 2) построенные в соответствии с этими соотношениями представляют собой спирали раскручивающихся под действием кориолисовых сил в сторону противоположную направлению вращения диска. Длина этих спиралей в существенной степени зависит от положения начальной точки траектории  $x_0$  (расстояния от оси вращения до точки загрузки частицы на диск). Чем ближе точка загрузки к оси вращения, тем длиннее траектория частиц, тем больше угол сброса частиц с диска  $\varphi_k(1)$ .

Ниже будет показано, что при большой силе сопротивления ( $f \rightarrow \infty$ ) угол сброса составля-

$$n_0 = (1 - \varepsilon_0)x_0^2.$$

С учетом (16) можем теперь проинтегрировать уравнение (12), описывающее радиальное перемещение частицы (при  $f = 0$ ). После очевидных преобразований получим

$$v_x \frac{dv_x}{dx} = \frac{n_0^2}{x^2};$$

откуда

$$v_x = \sqrt{v_0^2 + n_0^2 \left( \frac{1}{x_0^2} - \frac{1}{x^2} \right)} = \frac{n_0}{x_0} \sqrt{1 + H_0^2 - \left( \frac{x_0}{x} \right)^2} \quad (17)$$

Интегрируя это уравнение (имея ввиду, что

$$\frac{dx}{d\tau} = v_x) \text{ найдем}$$

$$x = \sqrt{\left( \frac{n_0}{\varepsilon_0} \right)^2 + \left( \sqrt{x_0^2 - \left( \frac{n_0}{\varepsilon_0} \right)^2} + \varepsilon_0 \tau \right)^2}, \quad (18)$$

где для простоты записи принято

$$H_0 = \frac{v_0 x_0}{n_0} = \frac{v_0}{(1 - \varepsilon_0)x_0}; \quad b_0 = \sqrt{v_0^2 - \left( \frac{n_0}{x_0} \right)^2}.$$

Уравнение (16) с учетом (18) перепишем в виде следующего разрешимого в квадратурах дифференциального уравнения

$$\frac{d\varphi}{d\tau} = 1 - \frac{n_0(1 + H_0^2)}{x_0^2 \{1 + [H_0 + (1 + H_0^2)(1 - \varepsilon_0)\tau]^2\}},$$

решение которого имеет вид:

ет  $\varphi_k(\infty) = 0$ , т.е. поток полидисперсного порошка будет занимать практически всю поверхность криволинейного треугольника с вершинами  $M_0(x_0, 0)$ ,  $M_k(1, \varphi_k)$  и  $B(1, 0)$ . Кривая  $M_0M_k$  – представляет собой траекторию частицы с «нулевым» коэффициентом сопротивления, загружаемой в точке  $M_0(x_0, 0)$ , отрезок  $M_0B$  – траектория частицы с бесконечно большим коэффициентом сопротивления, а дуга  $M_kB$  – граница диска, с которой сбрасывается частица полидисперсного порошка, загружаемого на диск в точке  $M_0$ .

Очевидно, степень использования границы диска  $H_d$  будет характеризоваться отношением

$$H_d = \frac{\varphi_k}{2\pi}, \quad (20)$$

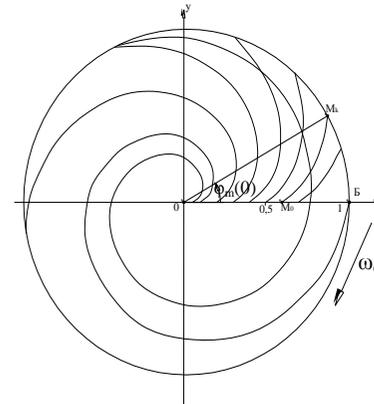


Рис. 2. Изменение траектории частиц в зависимости от положения точки загрузки  $x_0$  (при  $v_0 = \varepsilon_0 = 0,1$ )

где  $\varphi_k$  в силу (19)

$$\varphi_k = \frac{\sqrt{1 + H_0^2 - 1 - H_0}}{(1 + H_0^2)(1 - \varepsilon_0)} - \arctg \sqrt{\frac{1 + H_0^2}{x_0^2} - 1 - 1 + \arctg H_0}. \quad (21)$$

Чем ближе точка загрузки порошка к оси вращения, тем больше степень использования диска (рис. 3). Так при  $x_0 = 0,1$  степень использования практически равна 1. А при удалении точки загрузки до  $x_0 = 0,2$  степень использования чуть больше 1/2. Поэтому при удалении точки загрузки  $x_0$  с целью полного использования границы диска необходимо использовать несколько точек загрузки (например при  $x_0 = 0,2$  необходимо две точки загрузки, размещенных на диаметре диска на расстоянии  $0,2R_d$  от его оси вращения).

Что касается скорости скользящих без трения частиц, то она имеет асимптотический характер: как радиальная, так и угловая скорости достаточно быстро принимают предельное значение. Это свойство можно использовать для линеаризации уравнений (12) и (13), т.е. положим для первого  $(1 - \varepsilon)^2 \approx b_\varphi \approx const$  для второго  $\frac{v_x}{x} \approx a_x \approx const$ .

С учётом этих допущений упомянутая система уравнений преобразуется в систему линейных уравнений второго порядка

$$x'' + fx' - b_\varphi x = 0 \quad (22)$$

$$\varphi'' + (f + 2a_x)\varphi' - 2a_x\varphi = 0, \quad (23)$$

решение которых не вызывает затруднения:

$$x = C_1 e^{a_1 \tau} + C_2 e^{a_2 \tau}; \quad v_x \equiv x' = C_1 a_1 e^{a_1 \tau} + C_2 a_2 e^{a_2 \tau}$$

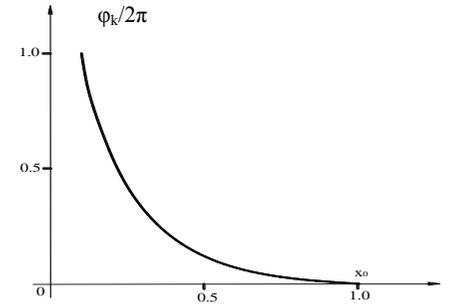


Рис. 3. Изменение угла раскрытия границ потока скользящих частиц от положения точки загрузки  $x_0$  (при  $v_0 = \varepsilon_0 = 0,1$ )

$$\varphi = \varphi_0 + (\varepsilon_0 - \delta) \frac{1 - e^{-\lambda \tau}}{\lambda} + \delta \tau; \quad ;$$

где для удобства записи принято

$$\lambda = f + 2a_x; \quad \delta = \frac{2a_x}{\lambda} = \left(1 + \frac{f}{2a_x}\right)^{-1};$$

$$C_1 = \frac{v_0 - a_2 x}{a_1 - a_2}; \quad C_2 = -\frac{v_0 - a_1 x}{a_1 - a_2};$$

$$a_1 = \frac{f}{2} (\sqrt{1 + \gamma} - 1); \quad a_2 = -\frac{f}{2} (\sqrt{1 + \gamma} + 1);$$

$$a_1 - a_2 = f \sqrt{1 + \gamma}; \quad \gamma = \left(\frac{2}{f}\right)^2 b_\varphi.$$

Используем полученные решения для определения принятых констант  $a_x$  и  $b_\varphi$ . Учитывая, что  $a_2 < 0$  и  $|a_1| \ll |a_2|$ , можем при  $\tau \gg 1$  записать

$$v_x \approx C_1 a_1 e^{a_1 \tau}; \quad x \approx C_1 e^{a_1 \tau}; \quad \varepsilon_\varphi \approx \delta.$$

что позволяет получить систему уравнений

$$b_\varphi = (1 - \delta)^2;$$

$$a_x = a_1 = \frac{f}{2} (\sqrt{1 + \gamma} - 1),$$

дающей возможность найти зависимость искомых параметров от коэффициента силы сопротивления  $f$ :

$$a_x = \frac{f}{2} \left( \sqrt{1 + \frac{4}{f^2} b_\phi} - 1 \right); \quad (24)$$

$$b_\phi = \frac{f^2}{8} \left( \sqrt{1 + \frac{16}{f^2}} - 1 \right). \quad (25)$$

и определить конечную величину скорости скольжения частиц (при  $x=1$ )

$$v_x |_{x=1} = v_1 = a_x; \quad (26)$$

$$v_\phi |_{x=1} = \varepsilon_1 = 1 - \sqrt{b_\phi}; \quad (27)$$

$$v |_{x=1} = v_k = \sqrt{a_x^2 + (1 - \sqrt{b_\phi})^2}. \quad (28)$$

Для оценки точности полученных приближенных решений было выполнено численное интегрирование исходной системы уравнений (11) – (13). Сопоставление конечных величин скорости, рассчитанных по приближенным формулам (26) и (27), со значениями, полученными численным интегрированием системы (11) – (13) при начальных условиях  $x_0 = v_0 = \varepsilon_0 = 0,1$ ;  $\varphi_0 = 0$  приведено в табл. 1.

Угол схода при этом определяем по формуле:

$$\operatorname{tg} \beta_1 = \frac{\varepsilon_1}{v_1}.$$

Как видно из этих данных приближенный расчет достаточно точно описывает параметр схода частиц с вращающегося диска при  $f \geq 0,4$ . Скоростные параметры относительной скорости схода частиц с диска графически предоставлены на рис. 4.

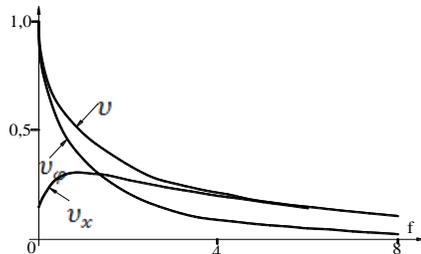


Рис. 4. Изменение скорости частицы при сходе с вращающегося диска в зависимости от коэффициента сопротивления ( $x_0 = 0,1$ ;  $v_0 = \varepsilon_0 = 0,1$ )

Таблица 1

f	$\sqrt{b_\phi}$	Угловая скорость $\xi_1$		Радиальная скорость $v_1$		Угол схода $\beta_1$ , рад	
		по ф.(27)	числен.	по ф.(26)	числен.	по ф.(29)	числен.
0	0	1,0	0,9910	0	0,1342	1,5708	1,4362
0,1	0,22083	0,7792	0,6894	0,1764	0,2197	1,3482	1,2623
0,2	0,30842	0,6917	0,4917	0,2242	0,2905	1,2574	1,1303
0,4	0,42544	0,5746	0,4274	0,2701	0,2985	1,0376	0,9610
0,6	0,50829	0,4917	0,3752	0,2902	0,3002	0,9611	0,8960
0,8	0,57264	0,4274	0,3319	0,2985	0,2980	0,8392	0,8392
1,0	0,62481	0,3752	0,2953	0,3002	0,2933	0,7888	0,7888
1,2	0,66815	0,3319	0,2640	0,2980	0,2870	0,7437	0,7437
1,4	0,70473	0,2953	0,2372	0,2933	0,2798	0,7032	0,7032
1,6	0,73595	0,2640	0,2138	0,2870	0,2720	0,6662	0,6662
1,8	0,76284	0,2372	0,1757	0,2798	0,2558	0,5964	0,5964
2,0	0,78615	0,2138	0,1462	0,2720	0,2398	0,5475	0,5475
2,4	0,82427	0,1757	0,1231	0,2558	0,2246	0,5014	0,5014
2,8	0,85377	0,1462	0,1046	0,2398	0,2104	0,4614	0,4614
3,2	0,87693	0,1231	0,0898	0,2246	0,1974	0,4269	0,4269
3,6	0,89535	0,1046	0,0635	0,2104	0,1696	0,3583	0,3583
4,0	0,91018	0,0898	0,0469	0,1974	0,1477	0,3075	0,3075
5,0	0,93646	0,0635	0,0282	0,1696	0,1163	0,2379	0,2379
6,0	0,95306	0,0469	0,0187	0,1477	0,0954	0,1936	0,1936
8,0	0,97174	0,0282	0,00862	0,1163	0,0652		
10	0,98128	0,0187	0,0049	0,0954	0,0494	0,0989	0,0989
15	0,99138	0,00862		0,0652			
20	0,99509	0,0049		0,0494			
35	0,99838	0,00162		0,0285			
50	0,99920	0,0008		0,0200			
80	0,99969	0,00031		0,01249			
100	0,99980	0,0002		0,0100			
1000	1,0	0,000002		0,0010			
$\infty$	1,0	0		0			

Как видно из графиков (рис. 5) траектория скольжения частиц заметно изменяется от коэффициента сопротивления  $f$ . Предельные значения коэффициента сопротивления  $f \rightarrow 0$  и  $f \rightarrow \infty$ . Для случая скольжения частиц без сопротивления ( $f \rightarrow 0$ ), траектория наиболее протяженная, а угол схода  $\beta_1$  (угол между радиусом диска и вектором относительной скорости  $v_k$  при сходе частиц с диска) практически равен  $\pi/2$ , для случая  $f \rightarrow \infty$ , характерно  $\beta_1 \rightarrow 0$ . Коэффициент сопротивления зависит от диаметра частиц, в силу (4) и (1):

$$f = f_T + f_a;$$

$$\text{где } f_T = \frac{P}{|v|}; \quad f_a = \frac{S}{d_s^2}; \quad \bar{d}_s = \frac{d_s}{R_d}; \quad P = \frac{f_{mp} g}{\omega_e^2 R_d^2};$$

$$S = K \frac{\mu}{d_s^2 \rho_q \omega_e}.$$

Здесь,  $K$  – численный коэффициент равный  $K = 18$  для тонких частиц ( $d_s \leq 50$  мкм) и  $K = 6B/8$  ( $d_s > 50$  мкм). При  $R_d = 0,1$  м;  $\omega_e = 86,9$  рад/с;  $\rho_q = 2400$  кг/м<sup>3</sup>;  $f_{mp} = 0,5$ , имеем  $P = 6,495 \cdot 10^{-3}$ ,  $S = 8,628 \cdot 10^{-9}$ ,  $d_s = d_s^* \cdot 10^{-5}$ , где  $d_s^*$  – диаметр частиц в мкм.

Численные значения коэффициента сопротивления для этого случая приведено в табл. 2.

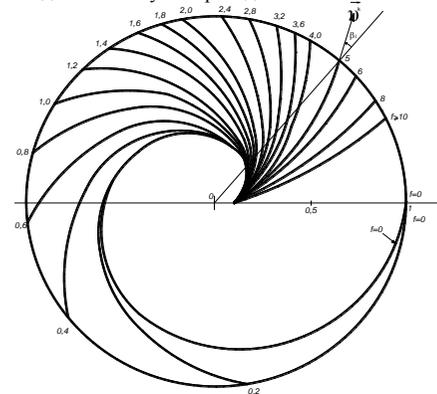


Рис. 5. Изменение траектории скольжения частиц в зависимости от коэффициента сопротивления

При этом величина  $|v|$  определялась по формулам (24), (25), (28), задавшись значением  $f$ . Затем определялся  $f_m$ , потом  $f_a = f - f_m$  и наконец  $d_s = \sqrt{S/f_a}$ .

Таблица 2

Значения коэффициентов сопротивления для частиц различной крупности

$d_s$ , мкм	$f$	$f_a$	$v_k$	$d_s$ , мкм	$f$	$f_a$	$v_k$
1,3	1000	993,5	0,0010	20,9	3,6	3,572	0,2350
4,0	100	99,35	0,0100	22,1	3,2	3,175	0,2561
4,4	80	79,48	0,0125	23,6	2,8	2,778	0,2809
5,6	50	49,67	0,0200	25,5	2,4	2,379	0,3103
6,7	35	34,80	0,0285	28,0	2,0	1,981	0,3460
8,8	20	19,87	0,0496	29,5	1,8	1,782	0,3668
10,2	15	14,90	0,0658	31,3	1,6	1,583	0,3900
12,5	10	9,933	0,0972	33,5	1,4	1,3844	0,4162
14,0	8,0	7,946	0,1197	36,2	1,2	1,1854	0,4461
16,1	6,0	5,958	0,1550	39,7	1,0	0,9865	0,4805
17,7	5,0	4,964	0,1811	44,4	0,8	0,7875	0,5213
19,8	4,0	3,970	0,2169	51,4	0,6	0,5886	0,5710

Таким образом, уже при загрузке полидисперсного порошка диском происходит разделение частиц по крупности. Этому способствуют силы Кориолиса и силы сопротивления движения частиц при их скольжении по вращающемуся диску.

\*Исследования выполнены при поддержке Совета по грантам Президента РФ (код проекта НШ-588.2012.8).

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Сапожников М.Я. Механическое оборудование предприятий строительных материалов и конструкций. М.: Высшая школа, 1971, 382с.

2. Богданов В.С. Особенности движения воздуха в центробежном сепараторе/ Современные технологии в промышленности строительных материалов и стройиндустрии/Богданов В.С., Логачев И.Н., Дмитриенко В.Г., Мелихов С.В., Жидков В.В.: Сб. докл. Междунар. науч.-практ. конф.– Белгород: Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова.– 2005. – №11. – С. 141–144.

3. Фукс Н.А. Механика аэрозолей. М.: Изд-во АН СССР, 1961, 352с.

4. Логачев И.Н., Логачев К.И. Аэродинамические основы аспирации. С-Пб.: Химиздат., 2005, 659с.

5. Никитин Н.Н. Курс теоретической механики. М.: Высшая школа, 1990, 607с.

Лозовой Н. М., аспирант  
Белгородский государственный технический университет им. В.Г.Шухова

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ В СМЕСИТЕЛЬНО-ПОМОЛЬНОМ УСТРОЙСТВЕ С ИЗМЕНЯЕМОЙ РАБОЧЕЙ КАМЕРОЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

lozwa88@mail.ru

При проведении экспериментальных исследований были определены основные факторы и диапазоны их варьирования со звездными точками, а именно частота вращения, время смешения, и процентное соотношение компонентов смеси. Функция отклика - коэффициент неоднородности смеси. Получено уравнение регрессии в кодированном и декодированном видах, а также были построены графики зависимости функции отклика (коэффициента неоднородности) от основных факторов.

**Ключевые слова:** смесительно-помольное устройство, изменяемая камера, силы, функция отклика.

В настоящее время широкое распространение получили готовые строительные смеси, в состав которых входят функциональные и модифицирующие добавки, имеющие сложный состав, которые поставляются в продажу в готовом виде. Поэтому аппарат-смеситель способный качественно смешивать и гомогенизировать порошки из исходных компонентов, отличающихся друг от друга по размеру частиц (от долей микрона до 5 мм) и плотности (от 0,5 г/см<sup>3</sup> до 4,0 г/см<sup>3</sup>) является основным агрегатом технологического цикла производства сухих смесей и их составляющих. Практика показала, что для получения многокомпонентных смесей наиболее целесообразно использовать аппараты с вертикальными внутренними перемешивающими устройствами.

Разработано смесительно-помольное устройство с изменяемой рабочей камерой периодического действия [1]. Для определения

зависимости коэффициента неоднородности смеси от основных факторов была проведена серия экспериментов с использованием лабораторной установки (рис. 1), которая состоит из камеры 1 объемом 3 л, закрепленной на основании 2 кольцом 3. Камера 1 крепится хомутами к цапфе 4, посредством водила 5 и подшипникового узла 6 вращение цапфе передается от шпинделя сверлильного станка. Загрузка осуществляется через отверстие 7, выгрузка посредством шибера 8.

К цапфе 4 крепятся лопатки 9, в основание 2 сделаны отверстия 10 для выгрузки материала, ширина, которых составляет 6 мм, их размер обусловлен тем, что при необходимости камера заполняется мелкими телами размером более 6 мм и устройство может работать как мельница сверхтонкого помола.

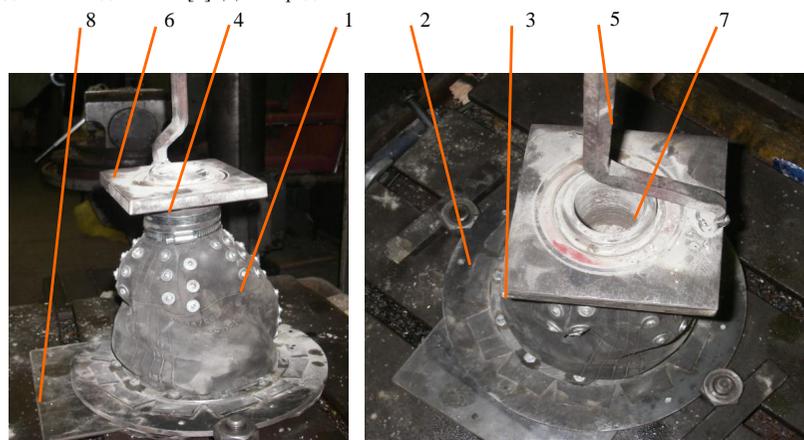


Рис. 1. Экспериментальная установка

Для исследования перемешиваемости материалов с разными физико-механическими свойствами использовался цемент марки 350 и калиброванный песок с размерами 1,25 – 2,5 мм. При проведении экспериментальных исследований были определены основные факторы и диапазоны их варьирования со звездными точками, а именно частота вращения, от 60 до 180 оборотов в минуту, время смешения, от 1 до 7 минут, и процентное

соотношение компонентов смеси от 90/10 до 60/40. Функция отклика - коэффициент неоднородности смеси. Получено уравнение регрессии в кодированном и декодированном видах, а также были построены графики зависимости функции отклика (коэффициента неоднородности) от основных факторов.

В кодированном виде уравнение регрессии для смешения песка и цемента имеет вид

$$Y = 12,01 - 1,3x_1 - 12,52x_2 + 2,3x_3 + 1,13x_1x_2 + 5,2x_1x_3 - 1,1x_2x_3 - 2,43x_1^2 + 7,24x_2^2 + 6,1x_3^2, \quad (1)$$

где формулы преобразования будут иметь вид:

$$x_1 = \frac{t-240}{110}; \quad x_2 = \frac{K-25}{9}; \quad x_3 = \frac{n-130}{40}. \quad (2)$$

С использованием аналитического пакета Maple 13 производим декодирование уравнения регрессии:

```
> restart;
> x1:=(t-240)/110; x2:=(K-25)/9; x3:=(n-30)/30;
> d1:=12.01-1.3*x1-12.52*x2+2.3*x3+1.13*x1*x2+5.2*x1*x3-1.1*x2*x3-2.43*x1^2+7.24*x2^2+6.1*x3^2;
> expand(d1);
```

Получим:

$$K_n = 112,8 + 0,65t - 6K - 0,61n + 0,07tK + 0,1tn - 0,04Kn - 0,75t^2 + 0,1K^2 + 0,61n^2 \quad (3)$$

Для определения наиболее характерных графических структур визуализируем уравнение регрессии до декодирования в виде анимированных графиков (рис. 2). Для анализа выбираем графические структуры для коэффициен-

та неоднородности  $K_n = 1$  (рис. 2, а, б), как наиболее желаемый результат, для удобства анализа ориентируем по осям, а так же для сравнения  $K_n=6,8\%$  (рис. 2, в);  $K_n=30\%$  (рис. 2, г);  $K_n=60,9\%$  (рис. 2, д).

```
> with(plots);
> animate(implicitplot3d,[(12.01-Kn)-1.3*x1-12.52*x2+2.3*x3+1.13*x1*x2+5.2*x1*x3-1.1*x2*x3-2.43*x1^2+7.24*x2^2+6.1*x3^2, x1=-1.5..1.5, x2=-1.5..1.5, x3=-1.5..1.5], Kn=1..65, scaling=CONSTRAINED, axes=FRAMED, orientation=[-56,49], frames=50);
```

Анализ трехмерных фигур (рис. 2, а, б) показывает, что для получения коэффициента неоднородности  $K_n=1\%$  смеси необходимо обеспечить следующие режимы смешения: время от 350 до 420 с при числе оборотов цапфы от 60 до 160 об/мин соответственно (фиг. 1, рис. 2, а) или время от 60 до 130 с при числе оборотов цапфы от 130 до 180 об/мин (фиг. 2, рис. 2, а) для смеси компонентов изменяющихся в диапазоне от 80/20 до 60/40 (фиг. 1, 2, рис. 2, б). Таким образом, любая точка, попадающая на фигуры 1 и 2 рисунка 2, а, б будет показывать при каком соотношении времени, коэффициенте соотношения смеси и числе оборотов цапфы можно получить коэффициент неоднородности смеси  $K_n=1\%$ .

Фигура на рисунке 2, д показывает, что коэффициент неоднородности смеси равен  $K_n=61\%$ :

- во первых, при времени смешения до 240 с, числе оборотов цапфы до 80, коэффициенте соотношения смеси примерно 80/10, это можно объяснить тем, что у песка и цемента большая разница в размере частиц и их весе в этом случае слишком малы частота вращения цапфы и коэффициент соотношения компонентов, цемент просыпается в пустоты между частицами песка;

- во вторых, при времени смешения до 350 с, числе оборотов цапфы более чем 160, коэффициенте соотношения смеси примерно до 84/16, здесь при большем числе оборотов и времени смешения частицы песка распределяются ближе к стенкам камеры, что тоже снижает однородность смеси.

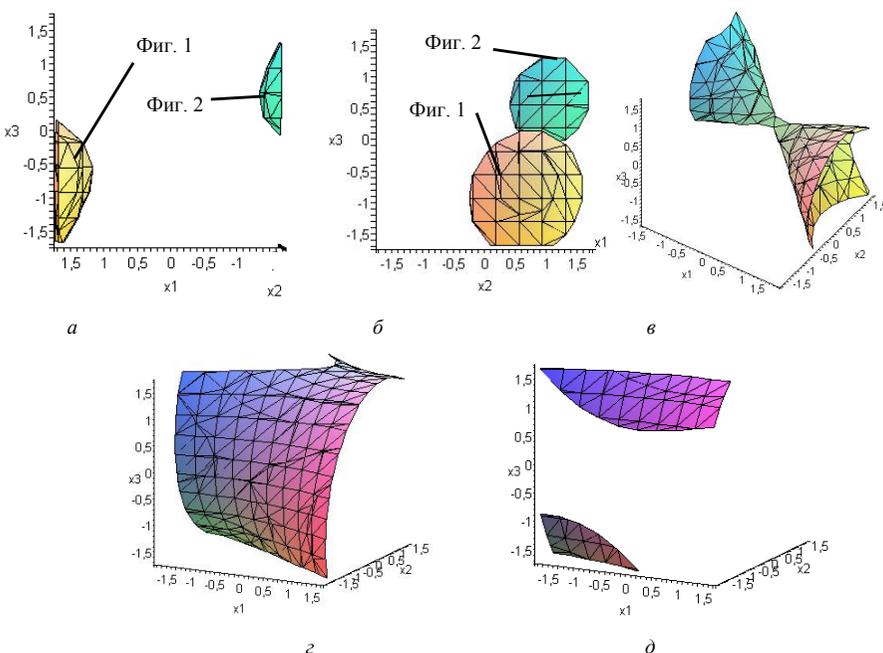


Рисунок 2. Графики зависимости коэффициента неоднородности от основных:  
 а, б –  $K_n=1\%$ ; в –  $K_n=6,8\%$ ; с –  $K_n=30\%$ ; д –  $K_n=60,9\%$

Таким образом, можно предположить, что в данном устройстве при меньшей разнице размера частиц песка и цемента наименьший коэффициент однородности можно получить при числе оборотов цапфы до 300 об/мин, что в 5-10 раз меньше, чем в известных высокоскоростных аппаратах и при меньшем времени смещения, за счет того, что частицы материала перемешиваются в поперечном сечении вращением цапфы с лопатками, а в продольном за счет деформирования камеры.

Полученные результаты экспериментальных исследований показали работоспособность разрабатываемого устройства, возможность использовать его для смещения материалов с различными физико-механическими характеристиками.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лозовой Н.М. Смесительно-помольное устройство с изменяемой рабочей камерой периодического действия // патент на полезную модель № 104090, заявка № 2010139937, дата поступления 28.09.2010, В.А. Уваров, зарегистрировано 10.05.2011/ Лозовая С.Ю., Уваров В.А.
2. Лозовая С.Ю. Моделирование движения загрузки в смесительных устройствах с изменяемыми рабочими камерами / Научные исследования наносистемы и ресурсосберегающие технологии в промышленности строительных материалов: Междунар. науч.-практ. конф., Белгород, 5-8 окт. 2010г./ С.Ю. Лозовая, В.А. Уваров, Н.М. Лозовой Белгор. гос. технол. ун-т. –Белгород: Изд-во БГТУ, 2010. –Ч.3. –153-158 С.

# ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЯМИ

Чижова Е. Н., д-р экон. наук, проф.,  
 Чмирева Е. В., аспирант,  
 Кривцунова О. Л., аспирант,  
 Евтушенко Е. И., д-р техн. наук, проф.,  
 Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

## МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТРАНСФЕР ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЙ КАК СПОСОБ АКТИВИЗАЦИИ ИННОВАЦИОННОЙ СРЕДЫ В ЭКОНОМИКЕ СТРАНЫ

chizhova\_elena@mail.ru

В статье рассмотрены проблемы значимости межгосударственного трансфера высоких технологий, исследовано его влияние на инновационную среду в экономике страны. Доказана необходимость развития эффективной инфраструктуры межгосударственного трансфера технологий, совершенствования правового регулирования в данной сфере, осуществления строгого контроля за передаваемыми инновациями.

**Ключевые слова:** трансфер технологий, межгосударственный трансфер технологий, высокие технологии, инновационная среда, инновация, малое инновационное предпринимательство, интеграция.

В настоящее время перед Россией стоит задача скорейшего формирования экономики инновационного типа и её интеграции в мировое инновационно-технологическое пространство на новых принципах, что возможно лишь при условии формирования и развития инновационной среды, интенсивном использовании и воспроизводстве научно-технического потенциала в направлении повышения конкурентоспособности с точки зрения долгосрочного технико-экономического развития.

Важным условием инновационной экономики является функционирование трансфера технологий. Английское слово «трансфер» обозначает «перенос», «перемещение», «передача». Инновационный трансфер представляет собой систему передачи результатов научно-технической деятельности с целью использования самых различных объектов интеллектуального процесса - изобретений, промышленных образцов, компьютерных программ и т.д., которые в собирательном значении называются технологиями, для оказания научно-технических услуг, применения технологических процессов, выпуска продукции [1]. "Как показывает мировой опыт, трансфер инновационных технологий является одним из инструментов инновационной трансформации национальной (региональной) экономики" [2].

В современных условиях фундаментальная роль принадлежит не любым технологиям, а так

называемым высоким, которые отождествляются с понятием "инновация". Высокие технологии (биотехнологии, нанотехнологии, аэрокосмические технологии и т.д.), образующие инновационный потенциал, являются высокодоходными и способны создавать и революционизировать спрос. Поэтому обмен такими технологиями представляет особую важность.

В целом логистика научно-технического трансфера строится на осознании того, что трансфер высоких технологий подразумевает применение знаний, целевое их использование, являясь особенно сложным видом коммуникации, поскольку зачастую требует слаженных действий двух и более индивидуумов или функциональных ячеек, разделенных структурными, культурными и организационными барьерами.

В современном понимании трансфер - это деятельность по передаче технологий, которая является особым бизнесом - малым инновационным предпринимательством. В современном понимании малое инновационное предпринимательство - это предприятия, которые не только осуществляют инновационную деятельность в различных отраслях промышленности и сферы услуг, но и являются специализированными центрами трансфера технологий (ЦТТ). Центр трансфера технологий – структурное подразделение организации, обладающей инновационными разработками либо самостоятельное юридическое лицо, основная задача которого - ком-

мерциализация разработок, создаваемых в материнских организациях (соответственно, в организациях, которым он оказывает услуги) [3]. Они выступают в качестве инновационных инкубаторов для бизнеса, который в дальнейшем продается.

Для активизации инновационной среды инновационной системе России, включая инновационное законодательство, приходится решать вопросы обеспечения выхода отечественных высоких технологий, в том числе произведенных субъектами малого и среднего предпринимательства, на мировые рынки. Поэтому приоритетным направлением государственной инновационной политики РФ является особый вид трансфера – межгосударственный трансфер. Межгосударственный трансфер технологий – это деятельность по передаче технологий между двумя или более государствами. Однако, несмотря на повышение значимости трансфера технологий в этой области есть ещё нерешенные вопросы. В современной зарубежной научной литературе теория межгосударственного трансфера технологий также недостаточно разработана и отстает от потребностей практики.

Межгосударственный трансфер высоких технологий выступает способом реализации инновационного потенциала, являясь одновременно и инструментом его наращивания. Одним из направлений государственной политики в этой сфере, играющим большую роль в процессе трансфера технологий, является правовая политика. Её цель – обеспечить баланс интересов всех участников трансферного процесса. Она должна исходить из реальной оценки и последующего внимания к технологиям, по которым конкретное государство может обеспечить свое лидерство в рамках участия в "технологическом" разделении труда.

Основные формы межгосударственного трансфера технологий по своему экономическому содержанию делятся на коммерческие (возмездные) и некоммерческие (безвозмездные).

К некоммерческим формам передачи технологий относят: научно-технические международные публикации (доклады, конференции, каталоги, выставки); обмен результатами исследований посредством личных контактов и посещений научно-исследовательских учреждений и промышленных предприятий (стажировки, командировки и др.); обмен производственно-техническими достижениями и опытом по долгосрочным программам.

К коммерческим формам передачи технологий относят её передачу по международным лицензионным договорам, путем продажи оборудования и материалов (или передачи в арен-

ду), оказания услуги типа инжиниринг, через учреждение совместных фирм (предприятий), стратегическое НИОКР-партнерство, создание дочерних компаний на территории стран, которые отличаются высоким инновационным потенциалом и т.п.

Эксперты считают, что в государственную стратегию по трансферу технологий за рубеж необходимо включить перечень форм, которые отвечают интересам экономического роста России. Наибольшее значение имеет торговля лицензиями, а также инжиниринг [4]. Для этого требуется совершенствование правового регулирования заключения лицензионных соглашений и обеспечение должной охраны интеллектуальной собственности.

Одной из форм межгосударственного трансфера является создание НИОКР-альянсов, которые включают субъектов инновационной деятельности из разных стран. Эта форма актуализирует обеспечение защиты интересов российских разработчиков и предпринимателей, которые участвуют в этих альянсах. Данный способ трансфера ещё отличается правовой неопределенностью, в том числе в вопросах распределения прав на созданный продукт и налогообложения [5]. Однако это не должно быть основанием для его малой привлекательности. Напротив, именно подобная форма осуществления НИОКР соответствует духу международного сотрудничества, без которого глобальный трансфер технологий невозможен.

Межгосударственный трансфер технологий опирается на развитые политические, экономические, научно-технические и гуманитарные связи между странами. Создание политических, международно-правовых, экономических и других условий налаживания взаимовыгодной торговли и обменов технологиями лежит в ведении федеральных органов власти и институтов, но в значительной степени зависит и от самостоятельных усилий регионов. Исходя из индивидуального потенциала, существующей структуры экономики, местоположения, ситуации на предприятиях, для каждого региона необходим свой, отличный от других, комплекс мероприятий. Поэтому и от органов региональной власти требуются активные действия и интегрированное управление всеми ресурсами. Это способно усилить межгосударственное инновационное сотрудничество.

К сожалению, в настоящее время инновационно-технологический потенциал России слабо реализуется даже в рамках национальной, не говоря уже о мировой, экономики. На мировом рынке высоких технологий Россия представлена в основном "Росвооружением". Для России ха-

рактерны не только недостаточные объемы финансирования и высокая степень огосударствления НИОКР, но и "ножницы" между затратами на НИОКР и коммерческим эффектом от их реализации. Сохраняющиеся проблемы расширенного воспроизводства инновационно-технологического потенциала, а самое главное – его реализации посредством трансфера, в том числе экспортного, ведут к деградации и необратимому отставанию значительного числа технологических разработок, сказываясь на внешнеполитическом образе России [6].

Экономические проблемы межгосударственного трансфера технологий, как уже отмечалось, связаны с законодательными. Несмотря на большое внимание российской науки к вопросам правового обеспечения инновационного процесса, пока отсутствует комплексное видение правового регулирования межгосударственного трансфера новейших технологий при всех имеющихся разработках в области правового обеспечения тех или иных инфраструктурных элементов инновационной системы [7]. С правовой точки зрения межгосударственный трансфер – это комплексный институт, который включает в себя нормы гражданского, налогового, таможенного, финансового и административного права. В целом, он должен исходить из концептуальной модели трансфера российских технологий за рубеж, которая пока не создана. Вместе с тем, очевидны наиболее значимые элементы трансферного законодательства – нормативно-правовое регулирование механизмов межгосударственного трансфера, осуществление охраны и защиты прав авторов и инвесторов, порядок заключения и регистрации сделок по передаче технологий, осуществление льготной политики, порядок финансирования создания высоких технологий, критерии технологий, которые могут быть переданы за рубеж. В последнем случае имеются в виду технологии не только гражданского, но и двойного назначения, которые востребованы за рубежом и согласие на передачу которых дано государственным заказчиком или иным правообладателем. Надлежащая организация межгосударственного трансфера – необходимое условие обеспечения эффективного функционирования национальной инновационной системы в целом [8].

Для осуществления продвижения технологий также необходима эффективная инфраструктура межгосударственного трансфера, которая в соответствии с международными стандартами является деятельностью по распознаванию конкурентных идей и разработок, поиску их финансирования и доведению до заказчика или покупателя. Благодаря созданию такой ин-

фраструктуры межгосударственного трансфера, который функционирует в форме экспорта и импорта, осуществляется обмен высокими технологиями, происходит включение национальной экономики в мировую.

Институциональное обеспечение межгосударственного трансфера предполагает надлежащее обеспечение всех его звеньев, начиная с этапа создания конкурентоспособных на мировом рынке технологий до успешного осуществления продажи (передачи) технологического продукта.

Коммерческая отдача от российских технологий, переданных за рубеж, во многом зависит как от эффективности функционирования инфраструктуры российского трансфера, так и от эффективности международного научного и научно-технического сотрудничества [9]. Межгосударственный трансфер российских новейших технологий встраивается в международное научно-техническое сотрудничество государств, что расширяет возможности его финансирования.

Приоритетными для России технологическими направлениями (критические инновации) являются: разработка в области топлива и энергетики, экологии и рационального природо- и недропользования, космические технологии, информационно- и телекоммуникационные технологии, а также технологические достижения в сфере вооружения. По-видимому, данные технологии, обеспечивающие национальную безопасность, а также технологии, предназначенные для повышения уровня жизни населения, могут быть интересны и за рубежом. Но вполне понятно, что не все технологии из сферы обеспечения национальных интересов могут быть проданы за рубеж. Это опять-таки актуализирует организационно-правовое обеспечение трансфера технологий. Оно предполагает не только регулирование их создания и передачи, но и деятельность по контролю над трансфером с точки зрения интересов технологической безопасности страны и национальной безопасности в целом. Опыт такого контроля имеется у США [10]. Россия может его использовать при формировании трансфера технологий, отвечающего требованиям инновационной экономики, с учетом российских условий.

Необходимость формирования системы гибких и разнообразных механизмов межгосударственного трансфера продиктована, с одной стороны, обеспечением активного участия в технологическом обмене, а с другой – необходимостью противодействия утечке российских технологий за рубеж, что приносит невосполнимый вред экономике и инновационно-

технологическому потенциалу. Существуют разные формы утечки (промышленный шпионаж, нарушение порядка патентования за рубежом). Подчас утечка связана с самой природой трансфера. Известно, что передаваемая вследствие лицензионного соглашения технология зачастую предполагает передачу оборудования, а также предусматривает оказание научно-технической помощи, которая также содержит неучтенные технологии. Это требует строгого контроля над передаваемыми инновациями. Особенно это касается технологий так называемого двойного назначения и технологий, которые тесно связаны с обеспечением национальной безопасности России. Основанием подобного контроля служат положения ст. 10 и 16 закона "О науке и государственной научно-технической деятельности", ст. 5 закона "О военно-техническом сотрудничестве РФ с иностранными государствами".

Контроль выполняет двоякую роль:

- 1) защиты технологического потенциала России;
- 2) обеспечения его реализации на международных рынках.

Однако регулирование в данной сфере должно сочетать меры пресекательного (в случае незаконной передачи иностранным физическим и юридическими лицам высоких технологий) и стимулирующего характера. Последние должны быть направлены на обеспечение заинтересованности научного сообщества и бизнес-сообщества в создании и совершенствовании технологий, которые могут укрепить конкурентные преимущества России на мировом рынке технологий.

Успешное осуществление межгосударственного трансфера технологий в большой степени зависит от государственной политики, но также зависит и от его субъектов - участников трансферного процесса. В процессе межгосударственного трансфера технологий могут возникнуть различные проблемы. Выделим некоторые из них с предложением их решения:

- языковой барьер. Предлагаемое решение – воспользоваться услугами переводчика.
- разница культур. Предлагаемое решение – не нужно подстраиваться под национальные обычаи другой стороны, но нужно учитывать и уважать их.

- отсутствие квалифицированных специалистов для поиска иностранных партнеров, это может позволить лишь крупная компания, с большим количеством исследовательского персонала. Предлагаемое решение – обратиться для одноразового процесса межгосударственного трансфера технологий к внешнему консультанту

или сетям. Сети – это разновидность коммуникативных технологий. Они позволяют обеспечить контакты в целях поиска партнеров и заказчиков и, следовательно, имеют большое значение для успешного осуществления межгосударственного трансфера.

- отсутствие опыта международных переговоров. Предлагаемое решение – обратиться к консультанту.

- необходимость изменения технологического процесса, переналадки и обновления оборудования для внедрения новой технологии, требующие дополнительных затрат. Предлагаемое решение – забота о минимизации таких изменений должна быть одним из определяющих факторов, поскольку, чем меньше требуется изменений, тем проще пойдет трансфер технологии. Заранее необходимо собрать максимум информации о технической вооруженности зарубежных партнеров и продумать несколько предложений по решению частных проблем реорганизации их производства.

- высокие коммерческие риски перестройки сложившейся системы снабжения (потребность в новых материалах, новых комплектующих, новом оборудовании, которые нужны фирме для новой технологии). Предлагаемое решение – исследование рынка, формирование будущего спроса, использование сбытовой сети (и подготовка к ее перестройке, если это необходимо).

- в некоторых случаях стратегия предприятия другой стороны в чистом виде несовместима с раскруткой предлагаемой технологии. Предлагаемое решение – либо распрощаться с этой фирмой и искать другую, либо найти изобретательское решение, совмещающее несовместимые вещи (например, быструю экономическую отдачу и долговременный исследовательский этап НИОКР по новой технологии).

- недостаточность информационного обеспечения. Предлагаемое решение – осуществление мониторинга степени восприимчивости и заинтересованности зарубежных рынков в российских разработках, а также маркетинговые исследования мировых рынков высоких технологий. Информационное обеспечение трансфера предусмотрено п. 2 ст. 9 закона "О науке и государственной научно-технической политике", но требует дальнейшей конкретизации.

Предложенные решения наиболее часто возникающих проблем у участников трансферного процесса, на наш взгляд, способны наладить взаимовыгодный обмен технологиями. Это имеет огромную важность, так как успешное осуществление межгосударственного трансфера новейших технологий – один из существенных

факторов обеспечения активизации инновационной среды в экономике страны.

Отсутствие в России развитой системы межгосударственного трансфера новейших технологий на сегодняшний день приводит к пассивному участию в обмене технологиями, к невостребованности результатов научной и научно-технической деятельности, в результате чего в государственный бюджет не возвращаются средства, израсходованные на научные, научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы. В дальнейшем такое положение вещей может привести к тому, что из-за морально устаревшей или неразвитой индустриальной базы товары и услуги массового спроса будут иметь низкое качество, затраты производства не будут окупаться, станет проблематичным экспорт. Это вызывает необходимость дальнейшего развития инфраструктуры межгосударственного трансфера технологий, совершенствования правового регулирования в данной сфере, осуществления строгого контроля за передаваемыми инновациями.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Московкин В. М.* Методы анализа и инструменты транграничной кооперации/ В. М. Московкин // Региональная экономика: тенденции и перспективы. - 2009. - № 3. - С. 2.
2. *Акперов И. Г.* Трансфер инновационных технологий: готовность, препятствия, возможности/ И. Г. Акперов, А. В. Петрашов // Инновации. - 2008. - № 5. - С. 106.

3. Проект стратегии инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года // Минэкономразвития России. – Москва. – 2010. – С. 100.

4. *Черненко В. И.* Глобальный трансфер инноваций как инструмент интернационализации российской малого высокотехнологичного бизнеса/ В. И. Черненко, М. Г. Толстобров // Вестник СПбГУ. – Сер. 8. – Менеджмент. - 2007. – Вып. 1. - С. 56 - 61.

5. *Шугурова И.* Политико-правовые аспекты трансфера российских технологий за рубеж/ И. Шугурова // Международные процессы. – 2010. - № 1. - С. 74-81.

6. *Baev P.* Russian Energy Policy and Military Power. L, 2008. - P. 35.

7. *Светланов А. Г.* Правовое регулирование инновационных процессов - задача российской правовой политики/ А. Г. Светланов // Интеллектуальная собственность в России и ЕС. М., - 2008. - С. 3 – 19.

8. *Жиц Г. И.* О некоторых аспектах оценки параметров инновационного трансфера/ Г. И. Жиц, М. Н. Квашнина // Инновации. - 2007. - № 5. - С. 36.

9. *Шульгин Д.* Проблемы и опыт трансфера технологий/ Д. Шульгин // Наука и инновации. - 2008. - № 12. - С. 63.

10. *Осипова Н. Ю.* Контроль в отношении экспорта технологий: новые тенденции правового регулирования/ Н. Ю. Осипова // Государство и право. - 2009. - № 2. - С. 112 – 113.

Цветаев С. С., аспирант,  
Логачев К. И., д-р техн. наук, проф.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

### АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

tsvetaev@narzan-aqua.ru

Рассматриваются проблемы необходимости разработки и внедрения на предприятиях систем автоматизации технологических процессов, благодаря чему обеспечивается качественное управление и прогнозирование, снижение простоев производственных мощностей и себестоимости выпускаемой продукции.

**Ключевые слова:** информационные технологии, программные комплексы, модульная автоматизация, информационная система, автоматизированное предприятие.

Информационные технологии в производстве развиваются в течение последних 30 лет, и призваны решать многие задачи и проблемы производственного процесса с которыми сталкивается человек. Информационные технологии (ИТ) представляются на предприятиях информационными системами (ИС) различных классов, сетями и коммуникациями, сервисами. Качественно можно выделить этап с 2002 – 2011 гг. Фокус автоматизации в эти годы был сделан на бизнес-процессах предприятия.

На приведенных ниже графиках показано распределение по ИС и функциональным возможностям этих ИС на промышленных предприятиях:

#### Какая ERP-система используется на вашем предприятии?

Приведенные данные показывают, что большинство российских производственных компаний не занимаются автоматизацией технологических процессов и внедрением SCADA-

систем. Основной упор в автоматизации делается на автоматизацию бизнес-процессов.

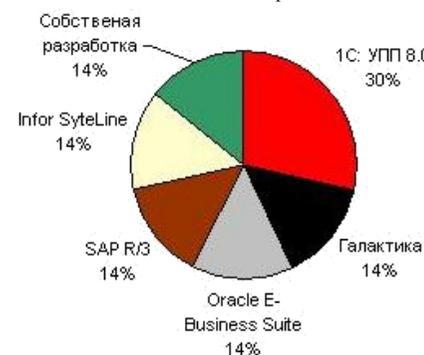


Рис. 1. Распределение по ИС

#### Какие функциональные области покрывает ERP-система в вашей компании?

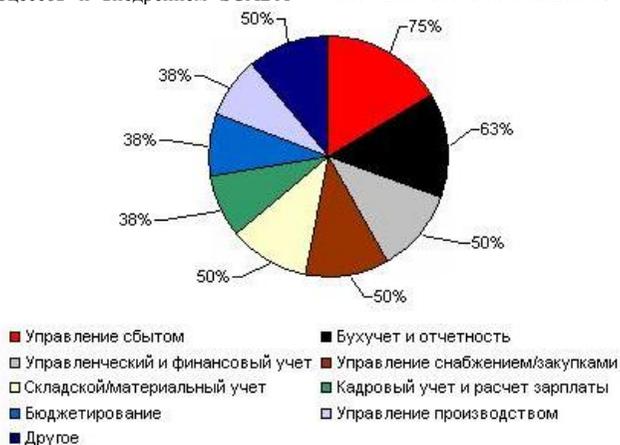


Рис. 2. Распределение по функциональным особенностям

Из приведенных на рисунке 2 данных можно сказать, что развитие автоматизации идет по пути внедрения «классических» моделей ERP-систем: управление сбытом, бухгалтерский учет и т.д.

Большинство экспертов считает, что при определении конфигурации сложной системы, включающей в себя ERP, MES, SCADA, CAD/CAM/CAE и т.п., выбор должен осуществляться исходя из потребностей предприятия и возможностей интеграции решений, а не от ERP-системы. Другая часть экспертного сообщества приходит к выводу, что время заказных / самостоятельных разработок прошло и на крупных предприятиях должны использоваться тиражные решения, или что все определяется TCO (Совокупная стоимость владения). В различных дискуссионных кругах отмечается, что при помощи тиражных решений все потребности покрыть невозможно и «самописные» разработки все равно будут использоваться [1].

Если представить структуру «автоматизированного предприятия», то получится следующая схема:

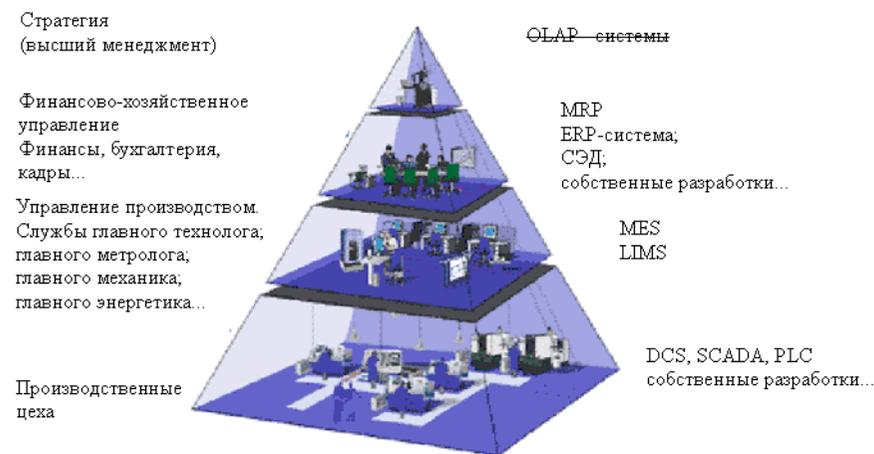


Рис. 3 Принципиальная схема автоматизации

Пункт 1 на предприятии представлен вместе с купленным оборудованием и смысловой нагрузки на персонал не несет. Его задача автономно контролировать заданные параметры оборудования при монтаже. Пункты 2 и 3 на предприятии отсутствуют. Пункты 4 и 5 покрываются собственными разработками и «стандартом» ведения бухгалтерского учета - программой от компании 1С. Чтобы понять значение пунктов 1 - 3 нужно ответить на следующие вопросы:

Из рисунка 3 следует, что в информационной системе производственного предприятия существует несколько уровней:

1. Автоматизация сбора данных с датчиков - PLC (Programming Logical Controller)
2. Данные от систем автоматизации передаются для обработки и управления в программные комплексы – SCADA (Supervise Code And Data Acquisition), DCS (Distribution Control System).
3. Системы MES (Manufacturing Execution Systems) формируют информацию о ходе производственного процесса, используя данные предыдущего уровня в удобной и понятной форме.
4. Системы, которые включают в себя автоматизацию бухгалтерского и управленческого учёта, общий документооборот на предприятии, планирование – MRP (Manufacturing Resource Planning).
5. Системы - OLAP (On-Line Analytical Processing) позволяют консолидировать данные для оперативного принятия управленческих решений [2].

#### Что и для чего автоматизировать?

Эффекты от внедрения пунктов 1 и 2 (рис. 3) могут значительно превзойти затраты на их реализацию в очень короткие сроки, но для этого необходимо наличие следующих составляющих:

1. Организация обмена данными с устройствами связи с объектом.
2. Ведение базы данных реального времени с технологической информацией.

3. Обработка и отображение информации на экране монитора в понятной для человека форме.

4. Реализация алгоритмов контроля и управления технологическими процессами.

5. Аварийная сигнализация и управление тревожными сообщениями.

6. Подготовка и генерирование отчетов о ходе технологического процесса.

#### **В какой стратегии автоматизировать?**

Автоматизация на предприятии исходя из целесообразности осуществляется двумя стратегиями:

1. Комплексная автоматизация – покрывающая все производственные узлы и технологические операции. Как правило, это универсальная система одного поставщика или одной платформы.

2. Модульная автоматизация – покрывающая все производственные узлы и технологические операции. Как правило, это системы различных поставщиков, а порой и различные платформы, так называемая «поскутная автоматизация».

Выбор пути зависит от многих внешних / внутренних условий. Экспертно можно сказать, что стратегия «модульной автоматизации» позволяет эффективно автоматизировать технологические и бизнес процессы предприятий.

#### **Каковы проблемы автоматизации?**

На рисунке 3 показаны основные контуры автоматизации предприятия. Если задать вопрос о том кто отвечает за обеспечение работоспособности бухгалтерской программы, ответ будет один – ИТ отдел предприятия. А если спросить про внедрение и поддержку SCADA или MES модулей, то отсюда будет вытекать и первая проблема – проблема полномочий (ПП). Кто же должен отвечать за этот участок автоматизации? Служба ИТ или служба главного инженера? Можно сказать, что оба отдела ответственны. Но где два ответственных – там нет ответственности.

Проблема компетенции / экспертизы (ПКЭ) – это следствие ПП. Если на предприятии принято что ИТ отдел отвечает за MES и Scada, то в отделе должен быть компетентный человек в этой отрасли знаний.

Проблема внедрения и эксплуатации (ПЭ). При реализации проектов возможно несколько схем работы со Scada и Mes модулями. Это интеграция оборудования, реализация с нуля и подключение оборудования. Каждая схема уникальна и требует отдельного подхода для решения.

Проблема интерпретации и моделирования (ПИМ). Это проблема обработки получаемых данных. Для обработки, визуализации и моделирования на основании полученных данных требуется программное обеспечение (ПО).

#### **Какие эффекты ожидать от внедрения Scada и Mes модулей?**

После преодоления всех сложностей автоматизации на предприятии можно получить:

1. Быструю и достоверную диагностику состояния объектов.

2. Сбор информации для статистической обработки и прогнозирования, анализа потерь.

3. Круглосуточный контроль над работой оборудования.

4. Снижения влияния человеческого фактора.

5. Снижение эксплуатационных расходов. Оптимизация технологического процесса [3].

Автоматизация технологических процессов приоритетная задача для развития предприятий. Каждая из стратегий автоматизации имеет свои ограничения и для достижения максимального эффекта есть смысл комбинировать стратегии.

#### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Кириллов Д. В. Комплексные системы управления предприятием / Д.В. Кириллов // Учебное пособие, Издательство Самара, 2008. – 60с.
2. Исаев А.М. Разработка ТИ - стратегии предприятия нефтеперерабатывающей промышленности / А.М. Исаев // Электронный журнал школы IT-менеджмента. – 2009. - №14.
3. Ельцов А. К вопросу о диспетчеризации / А. Ельцов // Автоматизация и производство. – 2010. - №2. – С.26-29.

*Шипицын А. В. канд. экон. наук, доц.*

*Белгородский университет кооперации, экономики и права*

## **ИНВЕСТИЦИОННАЯ ОЦЕНКА БАНКОВСКИХ АКЦИЙ И ЕЕ ПРОБЛЕМЫ (НА ПРИМЕРЕ ОАО «ГАЗПРОМБАНК»)**

market\_div@mail.ru

*В статье осуществлена практическая оценка инвестиционной стоимости обыкновенных акций ОАО «Газпромбанк». Описаны проблемы, возникающие при оценке акций индивидуальным инвестором.*

*Ключевые слова: инвестиционная оценка акций, фундаментальный анализ акций.*

Инвестиционная оценка акций, или фундаментальный анализ акций, - это инструмент для поиска «справедливой» цены акций и сравнения ее с текущей рыночной ценой. В ситуации отклонения рыночной цены от «справедливой» инвестор может купить недооцененные рынком акции и коротко продать переоцененные. Постулатом фундаментального анализа является положение, что рыночные цены могут отклоняться от справедливых цен, но со временем к ним обязательно возвращаются, поэтому инвестор, имея представление о справедливых ценах, может получить доходность выше средней.

Основателями фундаментального анализа были Бенджамин Грэхем и Давид Додд [1], из современных авторов можно назвать, например, Асвата Дамодарана [2]. Однако, несмотря на достаточный срок развития инвестиционной оценки, в мировом сообществе оценщиков нет окончательного согласия по многим вопросам и существуют разнообразные мнения. Поэтому основной проблемой оценки акций и фундаментального анализа является не теория, а практическая реализация оценки. Эта проблема особенно остро касается оценки акций российских компаний, большинство которых не торгуется или неликвидны.

В этой статье мы попытаемся практически оценить акции Газпромбанка, исходя из теории оценки [2] и возможностей индивидуального инвестора, располагающего только публикуемой информацией и ограниченными временными и финансовыми ресурсами. Опишем также основные проблемы, которые возникают при оценке банковских акций. Оценка акций Газпромбанка проводилась на дату 1 января 2011 года.

#### **1. Оценка акций Газпромбанка затратным подходом**

В затратном подходе стоимость бизнеса равна рыночной стоимости активов, задействованных в бизнесе. А стоимость собственного капитала равна стоимости бизнеса, уменьшенной на рыночную стоимость долга. Затратный подход имеет два метода: метод чистых активов и метод ликвидационной стоимости.

**Оценка по методу чистых активов.** Этот метод адекватно оценивает стоимость финансовых компаний (Газпромбанка в том числе), потому что балансовая стоимость активов финансовой компании незначительно отличается от их рыночной стоимости.

Рассматривая активы Газпромбанка в балансовой ведомости, мы видим, что большинство активов оценены по рыночной стоимости (денежные средства, средства в других банках, ценные бумаги). Их стоимость можно рассчитать за минусом «Резервов на убытки» из пассива баланса.

Правильным подходом будет продисконтировать все выданные ссуды и кредиты, затем использовать приведенную стоимость активов и пассивов, предусматривающих процентные платежи и дивиденды. Для этого нужно иметь детальную информацию по всем статьям баланса (сумма, требуемая ставка доходности, срок погашения, ставка дисконтирования). В силу недостаточности информации мы не можем провести подобные расчеты и оставим балансовую оценку как единственную для нас возможную.

Проблемными активами с точки зрения оценки являются «Инвестиции в дочерние предприятия», «Основные средства, нематериальные активы и запасы», и, «Прочие активы». В сумме эти статьи составляют 58 426 730 тыс. руб. или 3,64% всех активов. Проблема этих активов состоит в том, что они оценены по исторической стоимости, очень редко совпадающей с их текущей рыночной стоимостью. Для переоценки их по рыночной стоимости нужно переоценить каждый имеющийся актив. Например, в основных средствах, каждое здание должно быть переоценено по сложившимся рыночным ценам на дату оценки. Акции дочерних предприятий – переоценены по каждому предприятию (в отчете по ценным бумагам мы нашли 39 дочерних предприятий). Прочие активы – аналогичная переоценка по каждому активу. В силу ограниченности информации мы не можем решить эту проблему, равно как и сделать логичные предположения об их рыночной стоимости (она может быть как намного выше, так и намного ниже балансовой). Единственным выходом мы видим использование балансовой стоимости этих активов в качестве рыночной.

Рассматривая пассивы Газпромбанка, мы видим, что большинство заемных средств оценено по рыночной стоимости (депозиты, средства других банков), потому что это денежные средства, переданные банку на некоторый срок, и их стоимость не изменяется.

Проблемными активами для оценки являются долгосрочные «Финансовые обязательства», «Выпущенные долговые обязательства», и «Про-

чие обязательства», которые должны быть оценены по рыночной стоимости. В сумме эти статьи составляют 72563172 тыс. руб., или 4,52% активов. В балансе они оценены по номинальной стоимости, в то время как при обращении на рынке их стоимость может значительно отличаться от номинальной, в зависимости от сложившихся процентных ставок.

Сделать рыночную оценку находящихся в обращении облигаций можно по котировкам на дату последней отчетности (1 января 2011 г.). Рыночную стоимость облигаций можно определить, умножив их номинальную стоимость на котировку в процентах. Просуммировав рыночную стоимость всех выпусков облигаций, и вычтя номинальную стоимость, мы получим положительную разницу в 143 379 644 – 143 060 081 = 2 319 563 тыс. руб., на эту разницу рыночная стоимость облигаций превышает балансовую и ее надо добавить к балансовой стоимости долга.

Теперь, когда мы имеем всю информацию об активах и долге, мы можем оценить Стоимость собственного капитала Газпромбанка = Рыночная стоимость активов – Рыночная стоимость долга = 1 606 972 628 – (1 478 595 153 + 2 319 563) = 126 057 912 тыс. руб.

Газпромбанк имеет 1 997 777 выпущенных акций (номинальной стоимостью 1000 руб.), таким образом, стоимость одной акции будет равна 63 099,09 руб.

Для сравнения - балансовая стоимость акции равна 64 216,16 руб. То есть оценка акции по методу чистых активов меньше балансовой стоимости акции, потому что рыночная стоимость долга выше его балансовой стоимости.

У нашего расчета есть проблемы: 1) основные средства, нематериальные активы, запасы, инвестиции в дочерние предприятия взяты по балансовой стоимости, но их рыночная стоимость может отличаться от балансовой; 2) выданные ссуды и полученные депозиты и кредиты не дисконтировались, и взяты по балансовой стоимости, но их рыночная стоимость может отличаться от балансовой. Мы не можем знать, насколько, и в какую сторону эти недостатки искажают стоимость собственного капитала банка.

**Оценка по методу ликвидационной стоимости.** В нашем случае этот метод не имеет практического смысла, потому что не соблюдаются условия применения метода. Экономические выгоды от продолжения бизнеса превышают сумму, получаемую от реализации активов. Активы банка, которые можно реализовать – это основные средства и нематериальные активы (с большой потерей стоимости), ценные бумаги (если они неликвидны – то с большой потерей стоимости), ссудный портфель (с потерей стоимости). Потеря стоимости произойдет в силу специфичности активов (банковское оборудование, ссудный портфель), в силу всевозможных юридических, брокерских, административных и других издержек, а

также в силу большого объема активов (мы говорим о продаже активов третьего по величине банка России). Потери стоимости могут составить 5-10% в лучшем случае, а взятые банком депозиты и кредиты все равно нужно возвращать. Собственный капитал банка по балансу составляет 8% от активов, поэтому его может не хватить даже на покрытие издержек при продаже активов. Получается, что оценка собственного капитала по методу ликвидационной стоимости равна нулю или ниже нуля. Других причин использовать метод, таких как конфликт с миноритариями или предстоящая ликвидация бизнеса также нет. Возможного банкротства банка вряд ли стоит ожидать (один из лучших кредитных рейтингов в России). Поэтому для работающего банка мы будем придерживаться принципа «действующего предприятия» и оценивать его другими методами.

## 2. Оценка акций Газпромбанка доходным подходом

В доходном подходе стоимость компании определяется величиной дисконтированных потоков выгод, приносимых бизнесом. Доходный подход предоставляет оценщику два основных метода – метод капитализации и метод дисконтирования. Основная разница между этими методами в том, что метод капитализации предполагает постоянные денежные потоки (возможно со стабильным темпом роста), а метод дисконтирования используется при изменчивых денежных потоках в краткосрочном периоде, которые становятся постоянными в долгосрочном периоде. В практическом применении оба метода имеют две основные трудности: 1) прогнозирование денежных потоков и 2) определение величины ставки дисконтирования (капитализации).

Проанализируем **денежные потоки** Газпромбанка по отчету о прибылях и отчету о денежных потоках. Для расчета потоков экономических выгод на собственный капитал точкой отчета является годовая чистая прибыль, которую надо скорректировать. Корректировки включают: + неденежные расходы, +/- изменения операционного капитала, - капитальные затраты, +/- изменение финансовых обязательств, - привилегированные дивиденды. Отчет о денежных потоках во многом уже включает эти корректировки. Нам необходимо выделить устойчивые и изменчивые денежные потоки и понять, насколько мы можем опираться на них при прогнозировании будущих потоков.

Мы сгруппировали денежные потоки по признаку устойчивости. Устойчивые денежные потоки относятся к основным операциям банка – он должен получать депозиты, выдавать ссуды, производить обслуживание счетов и получать за это комиссионные, нести операционные расходы, производить капиталовложения в основные средства и начислять амортизацию. Можно сказать, что получение дохода по ценным бумагам, а также их покупка, продажа и хранение до погашения

также устойчивые операции, потому что денежные потоки по крайней мере имеют один знак и сходный размер из года в год.

Валютные операции, изменение резервов, налоги, а также увеличение или уменьшение активов и пассивов мы отнесли к изменчивым денежным потокам, потому что они сильно колеблются по своей величине от года к году и меняют знак. Некоторые статьи (налоги, изменение резервов, продажа основных средств) мы отнесли к изменчивым потокам в силу случайного характера их величины по периодам.

Результаты группировки денежных потоков вызывают разочарование, потому что стоимостной размер изменчивых потоков не сильно отличается от размера устойчивых потоков. По этой причине конечный результат – денежный поток на собственный капитал сильно колеблется (с изменением знака) по годам. И если мы вполне можем полагаться на устойчивые потоки при прогнозировании, то случайные потоки невозможно прогнозировать, потому что их величина зависит от таких факторов: 1) управленческих решений в конкретном периоде, 2) финансового результата от этих решений за конкретный период. Например, решение проводить операции с валютой исторически дало банку как прибыль, так и существенный убыток, однако мы не можем знать, будут ли менеджеры спекулировать на валютном рынке в прогнозном периоде, каков будет их размер позиции, и какой от этой деятельности будет финансовый результат. Подобные управленческие решения, которые невозможно прогнозировать, касаются изменения резервов, продажи основных средств, изменения размеров позиций по ценным бумагам, ссудной задолженности, изменения размеров отдельных источников краткосрочного финансирования. Вывод – в нашем случае, доходный подход терпит фиаско из-за невозможности прогнозировать денежные потоки.

Рассмотрим определение **ставки дисконтирования** на собственный капитал Газпромбанка. Существует несколько методов ее определения, главным образом build-up, CAMP, фактической исторической доходности, арбитражного ценообразования.

В модели **build-up** ставка дисконтирования «строится» из компонентов доходности и риска – безрисковой ставки Rf, премии за риск вложений в акции EPR, и премии за специфические риски вложения в данную компанию SRP. По сути, два первых компонента в сумме – это доходность вложения в диверсифицированный портфель акций. Оценить сумму Rf + EPR для российских акций можно по средней доходности фондового индекса ММВБ. Мы взяли все доступные данные с сентября 1997 по 2011 год и рассчитали среднемесячную капитальную доходность индекса ММВБ. Ее значение за этот период равно +2,70%, а в годовом выражении +32,45%. Если брать данные только на начало года за этот период, то

среднегодовая доходность составит +37,71%. Можно использовать индекс «ММВБ Финансы», котировющийся с ноября 2008 года. Среднемесячная доходность этого индекса равна +3,62%, а в годовом выражении +43,42%. Минимум, максимум, медиана и среднеквадратичное отклонение «ММВБ Финансы» выше, чем индекса ММВБ, то есть риск финансовой отрасли выше, чем в среднем по рынку.

Специфический риск инвестиций в Газпромбанк существует, но он не высок, потому что это третий по величине банк России и его кредитные рейтинги высоки. Возможно, что специфический риск Газпромбанка ниже, чем в среднем по финансовой отрасли. Мы допускаем, что премия за специфический риск SRP для Газпромбанка равна нулю.

Но почему получаются такие большие значения ставки дисконтирования? Если исходить из расчетов SBB1 по американскому рынку, то американский рынок акций с 1926 по 2003 год приносил в среднем +12,41% годовых. Получается, дополнительная премия российского рынка составляет 37,71% – 12,41% = 25,30%. Как ее объяснить? Частично ее можно объяснить повышенной инфляцией в России. Если верить статистике, то среднегодовая инфляция в России в 2000-2009 годах составила 13,15%. Оставшиеся 12,15% частично можно объяснить страновым риском (неустойчивость власти, инфраструктуры, законов, налогов, валютного курса, процентных ставок), этот риск повышает как безрисковую ставку, так и премию за риск инвестирования в акции. Но все равно это слишком большая премия. Ставка дисконтирования в 37,71% означает, что денежные потоки 5-го года прогнозного периода теряют 80% будущей стоимости, 10-го года – 96% будущей стоимости, а 15-го года – 99% будущей стоимости. Дисконтирование по такой ставке крайне понижает стоимость бизнеса, а оценка акций по такой ставке покажет, что их рыночная цена в несколько раз больше их фундаментальной стоимости (то есть акции сильно переоценены рынком). По сути дела, рассчитанная нами величина ставки – это не что иное, как среднегодовая доходность индекса ММВБ в 1997-2010 годах. И это факт, который нельзя отбросить. Но и объяснить такую сверхдоходность с точки зрения здравого смысла тоже нельзя, поэтому метод build-up дал нам больше вопросов, чем ответов.

Поскольку акции Газпромбанка не обращаются в свободной продаже на рынке, и у них нет котировок, использование модели **CAMP** и метода **фактической доходности** для определения ставки дисконтирования не представляется возможным.

Использование теории **арбитражного ценообразования** может дать точку отсчета для ставки дисконтирования. Некоторые аналитические агентства публикуют ставки дисконтирования на собственный капитал для Сбербанка (13,0% ...

16,7%). Если учесть, что акции Газпромбанка неликвидны, то ставка дисконтирования у Газпромбанка должна быть выше, чем у Сбербанка. Добавим 5% премии за неликвидность и получим для Газпромбанка ставку дисконтирования 18% ... 21,7%. Это, с одной стороны, очень высокое значение, а с другой - очень низкое, потому что среднегодовая инфляция в 13,15% не учтена. Если ее добавить к найденному, то получится 31,15% ... 43,7%. Это почти совпадает с рассчитанным ранее значением 32,45 – 43,42% по методу build-up. Получается тот же результат: факты не поддаются объяснению с точки зрения здравого смысла, и при дисконтировании акции опять будут оценены в несколько раз ниже их возможной цены.

### 3. Оценка акций Газпромбанка рыночным подходом

В рыночном подходе стоимость компании определяется путем сравнения с рыночной стоимостью компаний-аналогов. Рыночный подход снабжает оценщика двумя методами: методом рынка капиталов и методом прецедентных сделок.

Главной проблемой при использовании этих методов является подбор компаний-аналогов. Для оценки Газпромбанка **методом рынка капиталов** в качестве компаний-аналогов мы будем использовать крупные российские банки, входящие в индекс «ММВБ Финансы», а именно: Сбербанк, ВТБ, БСП, Возрождение, Банк Москвы, Росбанк.

Для оценки мы будем использовать мультипликаторы, подходящие к банковской деятельности. Такими мультипликаторами будут Р/Е (отношение рыночной котировки акции к чистой прибыли на акцию), MVEС/ЕВТ (отношение рыночной стоимости собственного капитала к прибыли до выплаты налогов), MVEС/NCF-е (отношение рыночной стоимости собственного капитала к чистому денежному потоку акционерам). Выбор этих мультипликаторов основывается на том, что они подходят для банковской деятельности, в отличие от мультипликаторов, в формуле которых фигурирует выручка от продаж (для банка эта величина не релевантна), или активы (мы не имеем доступа к информации о деталях активов), или амортизация (у банков очень низкий процент основных средств в активах и соответственно низкая величина амортизации).

Рассчитаем мультипликаторы для компаний-аналогов, найдем их среднее значение по выбранным компаниям и используем его для оценки акций Газпромбанка. Мы не будем проводить нормализацию отчетности компаний-аналогов и каких-либо корректировок, потому что банковская отчетность достаточно верно отражает положение дел, как мы могли убедиться при анализе отчетности Газпромбанка. Мы также не будем корректировать значения мультипликаторов для компаний-аналогов, потому что их среднее значение сгладит все неровности.

Использование мультипликаторов для оценки акций заключается в расчете их средних значений, и использовании этих значений для оценки акций. Формулы расчета:

$P^* = \text{среднее } P/E * E(\text{Газпромбанк})$

$P^* = \text{среднее } MVEС/ЕВТ * EBT(\text{Газпромбанк})$

$P^* = \text{среднее } MVEС/NCF-е * NCF-е(\text{Газпромбанк})$   
где  $P^*$  – искомая оценка стоимости акций Газпромбанка.

Мультипликатор Р/Е показывает, насколько акции «дешевы». Чем ниже его значение, тем дешевле относительная цена акций. У Сбербанка и Банка Москвы Р/Е равно 13-15. У ВТБ его значение почти в два раза выше 24. Самое высокое значение у банка Возрождение 55. Среднее Р/Е = 28. С точки зрения инвестора надо покупать акции, у которых это отношение ниже, поэтому можно сказать, что покупка акций Сбербанка и Банка Москвы – хорошая инвестиция, а покупка акций банка Возрождение – плохая. Оценка акций Газпромбанка по мультипликатору Р/Е равна 172 219 руб. По мультипликатору MVEС/ЕВТ оценка акций Газпромбанка равна 135 246 руб. Эти значения в 2-3 раза выше балансовой стоимости акций Газпромбанка. Денежный поток на собственный капитал NFC-е у Газпромбанка отрицательный, поэтому мультипликатор MVEС/NCF-е использовать невозможно.

На наш взгляд, метод рынка капиталов – самый удобный в использовании при оценке акций. Однако у него есть концептуальный недостаток: мы можем получить оценку, согласующуюся с выбранными компаниями-аналогами, но эти компании сами по себе могут быть переоценены, так и недооценены в сравнении с другими компаниями-аналогами, которых мы не выбрали, и наша оценка будет несостоятельна.

Мы не видим смысла в использовании **метода прецедентных сделок** для оценки акций Газпромбанка, потому что каждая историческая сделка особена, имеет свои причины и обстоятельства, и их повторение для другой сделки невозможно.

Приведем найденные оценки стоимости акций Газпромбанка. На 1 января 2011 года по методу чистых активов мы получили 63 099 руб. Балансовая стоимость акции равна 64216 руб. По мультипликатору MVEС/ЕВТ мы получили 135 246 руб. По мультипликатору Р/Е мы получили 172 219 руб. Среднее значение всех этих оценок будет 108 695 руб. за одну акцию ОАО «Газпромбанк».

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Graham B., Dodd D. Security Analysis: Principles and Technique / Sixth Edition – McGraw-Hill, 2009.

2. Дамодаран А. Инвестиционная оценка: Инструменты и методы оценки любых активов / Пер. с англ. – 4-е изд. – М.: Альпина Бизнес Букс 2007. – 1340 с.

**Ряпухина В. Н., аспирант  
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г.Шухова**

## ИННОВАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ РЕГИОНА: МЕТОДИКА И ИНСТРУМЕНТЫ ОЦЕНКИ

viktorer\_r@mail.ru

*Рассмотрена экономическая атрибуция понятия оценки инновационного потенциала, выделены элементы оценки, приведены основные принципы проведения оценки. Рассмотрены результатный, затратный, сравнительный, интегральный или синтетический, частный, комплексный, ресурсный, результатный, стоимостной методы, а также детальный, диагностический, рейтинговый и модельный подходы. Проанализированы конкретные примеры существующих методов и их комбинаций, выделены их достоинства и недостатки. Классифицированы методы и подходы к оценке инновационного потенциала региона. Даны некоторые рекомендации по проведению оценки и использованию её результатов.*

**Ключевые слова:** инновационный потенциал региона, оценка инновационного потенциала региона, классификация методов оценки инновационного потенциала региона.

Потенциальные характеристики инновационной деятельности регионов России, как показывают многие исследования, значительно превышают результативные показатели, что указывает на то, что имеющийся инновационный потенциал используется неэффективно. Андрианов говорит о том, что «результативная составляющая выступает отражением конечного результата реализации имеющихся возможностей; таким образом, она выступает своего рода целевой характеристикой инновационного потенциала» [1]. В современной российской экономике ситуация такова, что располагаемые инновационные возможности не всегда могут быть реализованы и поэтому часто не находят воплощения на практике. Проблема заключается в отсутствии комплексного подхода к исследованиям, методологическим разработкам и концепции оценки инновационного потенциала и его эффективного использования. Поэтому, конкретной задачей является измерения параметров инновационного потенциала и определения его места в экономическом потенциале региона.

Среди ученых-экономистов нет единства мнений по поводу содержания категории оценки инновационного потенциала и её соотношения с другими категориями экономики. Проведенный анализ выявил необходимость дальнейшей разработки базы критериев и инструментов оценки, а также предельных оценок характеризующих достаточность или недостаточность потенциала. Такая методика оценки должна отвечать требованиям эффективного оценивания потенциала и степени его использования, и могла бы помочь выявить способы увеличения потенциала, а также возможные стратегии развития и оптимизации затрат на инновационную деятельность.

Величина инновационного потенциала зависит от количества располагаемых ресурсов в

совокупности со способностью адекватно реагировать на изменения внешней среды и умением приспособиться к этим изменениям. Специфика оценки потенциала региона заключается в необходимости учета результатов комплексного экономического анализа, который бы затрагивал аспекты деятельности региона и базировался на принципах системности. Основными элементами оценки потенциала региона являются – объект оценки, категория оценки, критерий, система показателей, единицы измерения, оценочная шкала. Процесс оценки необходимо проводить на основе принципов четкой организации в определенной последовательности. В отношении системы показателей рекомендуется применять следующие требования [2. с. 474]: общетеоретическая интерпретация, взаимосвязь и целенаправленность; обеспечение сравнимости, единой направленности показателей групп и всей системы; наличие в системе основных регулируемых параметров, опорных категорий; возможность регулирования значений величин показателей; возможность получения прогноза о направленности динамики показателей.

Анализ многочисленных отчетственных исследований показал, что пока не была разработана единая методика оценки уровня инновационного потенциала. В целом существующие методы позволяют проиллюстрировать состояние только некоторых составляющих экономики региона, а подходам, представленным в научной литературе, присущи следующие недостатки: отсутствие комплексного анализа экономико-социальных показателей, экономическое развитие оценивается исходя в основном лишь из нестабильных финансовых показателей хозяйственной деятельности. Мы согласны с Д.С. Андриановым, считающим, что «инновационный потенциал бессмысленно измерять без оценки

способности его практической реализации» [1], т.е. эффективное развитие возможно при условии достаточного уровня использования инновационного потенциала.

Инновационный потенциал любой экономической системы целесообразно рассматривать в динамике процессов социально-экономического развития и в зависимости от состояния рынка. В общем случае оценка позволяет установить степень осуществления поставленных задач и влияние различных изменений на полноту использования экономического потенциала; оценка – это результат определения количественных и качественных характеристик объекта. Применяются основные три категории оценки: результаты, расходы, совокупность результатов и расходов; и соответствующие группы методов оценки: результатный, затратный, сравнительный.

Если в целях исследования во внимание берется только прошлое время, то применяется затратный метод, если настоящее – то сравнительный, если будущее – результатный. При использовании затратного метода (материального), оценка инновационного потенциала производится по стоимости инновационных объектов, т.е. по сумме расходов на их создание и функционирование. Сравнительный метод (результатно-доходный) – определяет стоимость на базе сопоставления с аналогами, которые уже были объектами рыночных отношений. Результатный метод (доходный) – оценивает потенциал на основе величины чистого потока положительных результатов от его использования. Инновационный потенциал – общая характеристика совокупных хозяйственных возможностей относительно текущего функционирования и стабильного развития [2, с. 475], поэтому для его оценки применяется полный набор общеметодологических инструментов исследования. Анализ опубликованных исследований, показывает, что наиболее объективным и адекватным критерием оценки является рыночная стоимость, а также, что необходимо использовать принципы международных стандартов. В зависимости от целей, оценка элементов потенциала проводится либо исходя из стоимости затрат на создание, либо исходя из ожидаемых денежных потоков от его использования, так как стоимость можно рассматривать с позиции прошлых, настоящих и будущих результатов.

Оценивать потенциал можно синтетическим или интегральным и частным методами. Первый подразумевает существование некоего общего универсального показателя, который должен вобрать в себя оценки более частных показателей, существование которых не отрица-

ется; частный метод подразумевает разработку системы показателей. Интегральный метод имеет ряд недостатков – в частности не позволяет сделать адекватный вывод о совокупности разнообразных сторон функционирования системы и может привести к противоречивости выводов из-за несовместимости сводимых в единый показатель результатов. В настоящее время наиболее часто можно встретить так называемый комплексный метод, который является синтезом частного и интегрального метода. Мы придерживаемся мнения о том, что в современных условиях целесообразно применять комплексный метод оценки инновационного потенциала. По типу основного объекта оценки из существующих подходов можно выделить ресурсный, результатный и стоимостной. В ходе изучения современной научной литературы нами были выделены также детальный и диагностический подходы к измерению инновационного потенциала. Первый подразумевает, что оценка инновационного потенциала проводится в целях оценки возможностей и перспектив по реализации некоего конкретного инновационного проекта.

Е.М. Марченко, М.В. Разумова предлагают детальный метод оценки инновационного потенциала региона на основе анализа конкретных инвестиционных проектов имеющих инновационный характер, предлагаемых научно-исследовательскими и производственными предприятиями региона, анализа структуры (прежде всего отраслевой) инновационного потенциала региона, расчета и анализа динамики основных индикаторов инновационного развития региона [3]. Данный метод позволяет провести кластеризацию территории по критерию инновационной активности и сделать прогноз эффективности структур поддержки инновационной деятельности. Методика данного исследования базируется на следующих мероприятиях: составление описания всех перспективных инноваций путем опроса научных, проектных, конструкторских и производственных организаций региона; получение информационной поддержки со стороны администрации региона; получение необходимых оценок по минимальному набору аналитической информации, приведенному выше; моделирование динамики реализации инноваций; вычисление величины инновационного потенциала в денежном выражении. Мы считаем, что данный метод будет весьма эффективным при оценке инновационного потенциала региона в плане перспективы реализации конкретного проекта. Его неоспоримым преимуществом является несложность методологии расчетов, однако данным методом является

весьма трудоемким с точки зрения сбора информации и привлечения большого количества экспертов.

Диагностический подход предполагает проведение оценки общего состояния по ряду характерных параметров инновационной деятельности региона. Целью проведения оценки инновационного потенциала региона может быть составление рейтинга регионов и определение в нем места конкретного, оцениваемого региона. Также оценка может проводиться для составления модели инновационного развития региона. Таким образом, в зависимости от конечного вида получаемой в ходе измерения инновационного потенциала оценки можно выделить рейтинговый и модельный подходы. При рейтинговом подходе возникает необходимость предварительного мониторинга ряда других регионов для последующего сопоставления результатов оценки. Например, функциональный метод оценки инновационной активности и конкурентоспособности региона, которую предлагает использовать Т.В. Погодина с применением следующих статистических данных: внутренние затраты на исследование и разработки в процентах к ВВП или ВРП (X1), доля занятых исследованиями и разработками в процентах к общему числу занятых (X2), доля основных фондов исследований и разработок в общей их стоимости (X3), затраты на технологические инновации в процентах к ВВП или ВРП (X4), позволяет составить рейтинг инновационной активности и конкурентоспособности регионов, а также изменение этого показателя в динамике [4]. Данная модель имеет следующий вид:

$$R = 0,3 X1 + 0,2 X2 + 0,2 X3 + 0,3 X4.$$

Несложность расчетов и доступность данных для расчета являются несомненными преимуществами данного метода. Однако используемые показатели иллюстрируют ограниченное количество факторов инновационной активности региона и, кроме того, модель ориентирована на общие закономерности инновационной активности Приволжского федерального округа, что вносит некоторый субъективный характер в расчеты и препятствует использованию данной модели для оценки других регионов.

Ещё одним представителем рейтингового подхода является С.Г. Алексеев, который рассматривает инновационный потенциал как совокупность инновационных ресурсов и предлагает оценивать инновационный потенциал региона на основе наличия и степени развития структурных элементов потенциалов, которыми обладает регион, а также эффективность их использования. В его исследовании предлагается интегральный показатель величины инновационного

потенциала, который довольно легко рассчитать по предложенной автором методике [5]. При этом учитывались следующие принципы: комплексность характеристики всего инновационного потенциала; наличие показателей в системе статистики; возможность унификации показателей; возможность сведения к единой оценочной величине (для интегрального метода). Для оценки Сибирского федерального округа исследователь предлагает использовать пять групп показателей величины инновационного потенциала региона. Первая – показатели научного потенциала в численности занятых в экономике (НП): доля численности персонала, занятого исследованиями и разработками (Н1); отношение численности докторов, кандидатов, докторантов (Н2). Вторая – показатели кадрового потенциала в численности занятых в экономике (КП): доля работников с высшим образованием (К1), отношение численности студентов ВУЗов (К2). Третья – показатели технического потенциала (ТП): коэффициент годности основных фондов (Т1), коэффициент обновления основных фондов (Т2), фондовооруженность труда (Т3). Четвертая – показатели финансово-экономического потенциала к ВРП (ФЭП): отношение объемов инвестиций в основной капитал (Э1), отношение внутренних затрат на исследования и разработки (Э2), отношение затрат на технологические инновации (Э3). Пятая – показатели информационно-коммуникационного потенциала (ИКС): доля организаций, использовавших Интернет, в общем числе организаций, использовавших ИКТ (И1), отношение затрат на ИКТ в ВРП (И2), число ПК на 100 работников (И3), доля абонентов сотовой связи в численности населения (И4).

С.Г. Алексеев в целях приведения показателей к сопоставимому виду и повышения их репрезентативности рассчитывает показатели по отдельным регионам по отношению к наилучшему среди них показателю, который принимается за единицу. Он использует средний коэффициент весомости отдельных показателей рассчитанный как сумма количественных оценок экспертов взвешенная по числу этих экспертов. Полученные результаты инновационной активности после соотнесения с наилучшим результатом умножаются на средний коэффициент весомости. Количественные значения по отдельным составляющим инновационного потенциала региона рассчитывались как суммы значений соответствующих показателей, например

$$НП = Н1 + Н2, КП = К1 + К2 \text{ и т.д.}$$

Для комплексной оценки инновационной активности извлекался корень  $n$ -ой степени из произведения  $n$ -ого количества рассчитанных

показателей.

$$ИП = \sqrt[3]{ИП * КП * ТП * ФЭП * ИКС}$$

По полученным результатам можно ранжировать регионы как обладающие высоким, средним, низким и крайне низким уровнем инновационной активности. По нашему мнению, в данном методе стоит отметить соотношение системы показателей с реальными показателями форм отчетности российской статистики, что значительно облегчает задачу по сбору и систематизации данных. Недостатком данного метода мы могли бы назвать большой объем математических расчетов и необходимость расчета показателей для большого количества регионов в целях определения места конкретного региона в рейтинге.

Если говорить о модельном подходе к оценке инновационного потенциала региона, то А.С. Вострикова рассматривает инновационный потенциал региона как способность и готовность к ведению инновационной деятельности, в своем исследовании она предложила методику построения инновационного профиля региона. Для оценки ресурсной составляющей, обуславливающей возможность вести инновационную деятельность, была использована модель пограничных параметров, определяющая удовлетворительное и неудовлетворительное состояния данной сферы. Идея автора заключается в сопоставлении фактических и нормативных параметров для оценки различных сторон инновационных процессов в Тамбовской области [6]. Для этого была выбрана система взаимосвязанных показателей ресурсной и результатной составляющих инновационного потенциала как частного, так и интегрального характера. Принципы выбора метода оценки были следующими: возможность комплексной характеристики всех этапов инновационного процесса: «наука - инновации - производство», гибкость параметров, ограниченность числа и наличие показателей в системе статистики. Значения пограничных параметров были приняты на основе методических и методологических исследований оценочных характеристик инновационного потенциала, представленных в публикациях ведущих ученых РАН (Багриновский К., Бендиков М., Варшавский А.Е., Куклин А.А., Львов Д.С., Макаров В.Л., Сенчагов В., Татаркин А.И., Хрусталев Е.).

Москвина О.С. также рассматривает инновационный потенциал как меру способности и готовности экономического субъекта осуществлять инновационную деятельность. Данный автор предлагает нормативную модель оценки ин-

новационного потенциала региона [7], когда отношение  $I <= R$  характеризует неудовлетворительное состояние, неравенство  $R < I < Z$  характеризует кризисное состояние и неравенство  $I > Z$  характеризует удовлетворительное состояние инновационного потенциала региона. При этом  $I$  – значение обобщающего показателя, характеризующего ресурсную и результативную составляющую инновационного потенциала,  $R$  – пороговое значение обобщающего показателя инновационного потенциала, выраженное через характеристику параметра, отражающего границу минимально допустимого уровня его состояния,  $Z$  – пороговое значение обобщающего показателя инновационного потенциала, выраженное через характеристику параметра, отражающего границу его предкризисного состояния. В качестве достоинств метода А.С.Востриковой и О.С.Москвиной стоит отметить простоту и объективность расчетов, наличие используемых показателей в стандартной форме статистической отчетности для хозяйствующих субъектов, наглядной конечной оценки (инновационный профиль региона), которая позволяет определить в динамике положительные и отрицательные факторы инновационного потенциала региона. Однако, по нашему мнению, использование в качестве пограничных параметров для оценки инновационного потенциала регионов РФ одних и тех же оценочных критериев не всегда является обоснованным в связи с различиями типа инновационного развития регионов.

В заключении мы можем привести обобщенную классификацию существующих методов оценки инновационного потенциала региона, более подробно рассмотренных выше. По типу объекта оценки выделяют ресурсный, результатный и стоимостной методы. В зависимости от категории оценки выделяют результатный, затратный и сравнительный методы. В зависимости от типа системы показателей можно выделить интегральный или синтетический, частный и комплексный методы. Исходя из критерия оценки можно выделить детальный и диагностический подход. По характеру оценки выделяют рейтинговый и модельный метод. Крайне важным является выбор системы критериев и методики оценки инновационного потенциала региона, т.к. только его достаточный уровень позволит эффективно вести инновационную деятельность. С точки зрения прямой зависимости между инновационным потенциалом региона и его социально-экономическим развитием в экономической литературе существует несколько методологий разработки и применения критериев измерения. Чаще всего исследователи предлагают использовать группы показа-

телей, характеризующих различные структурные элементы инновационного потенциала и тогда возникает проблема сопоставимости используемых критериев. Главными условиями проведения адекватной оценки является соответствие методики оценки уровню социально-экономического образования, каковым является регион, затем – всесторонность оценки – отслеживание инновационной составляющей во всех процессах, анализ внешней и внутренней среды. Логическим продолжением проведения данной оценки является выявление внешних и внутренних возможностей, разработка и проведение управленческих решений. Оптимальное соотношение ресурсной, результатной и внутренней составляющей с границей предельного отклонения параметров обеспечивает эффективное ведение инновационной деятельности. В связи с актуальностью данной проблемы многие российские ученые предлагали свою методологию выбора и применения критериев измерения инновационного потенциала региона.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Андрианов, Д.С. Сущность и структура инновационного потенциала организации /Д.С.Андрианов // Вестник ТИСБИ [Электронный ресурс]. – 2006 г. - № 4. Режим доступа: <http://tisbi.ru/science/vestnik/2006/issue4/econom2.html>

2. Экономический потенциал административных и производственных систем: Монография / Под общ. ред. О.Ф. Балацкого. – Сумы: ИТД «Университетская книга», 2006. – 973 с.

3. Марченко, Е.М., Разумова, М.В. К вопросу об оценке инновационного потенциала / Е.М. Марченко, М.В. Разумова // Экономика региона (электронный научный журнал) [Электронный ресурс] – 2007 г. - № 18 (декабрь). - часть 2. Режим доступа: <http://journal.vlsu.ru>

4. Погодина, Т.В. Экономический анализ и оценка инновационной активности и конкурентоспособности регионов Приволжского федерального округа / Т.В.Погодина // Экономический анализ. - 2004. - № 5. – С. 16-22.

5. Алексеев, С.Г. Интегральная оценка инновационного потенциала региона / С.Г. Алексеев // Евразийский международный научно-аналитический журнал. Проблемы современной экономики. [Электронный ресурс] – г. - № 2 (30). Режим доступа: <http://www.m-economy.ru/art.php3?artid=25619>

6. Вострикова А.С. Факторы и проблемы «регионализации» инновационной политики /А.С.Вострикова // Вестник Тамбовского университета. Серия: Гуманитарные науки. – 2008 г. - № 9. с. 455-459

7. Москвина, О.С. Инновационный потенциал как фактор устойчивого развития региона / О.С. Москвина //Экономические и социальные перемены в регионе: факты, тенденции, прогноз. – 2005. - № 30

*Всяких Ю. В., канд. экон. наук, ст. пр.,  
Всяких М. В., канд. экон. наук, ст. пр.  
Национальный исследовательский университет БГУ*

## **ОЦЕНКА ДЕЙСТВУЮЩЕЙ НОРМАТИВНО-ПРАВОВОЙ БАЗЫ, РЕГУЛИРУЮЩЕЙ ПОРЯДОК ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННЫХ УСЛУГ, В ТОМ ЧИСЛЕ В ЭЛЕКТРОННОМ ВИДЕ\***

vsyakh@bsu.edu.ru

*Современный этап экономического развития России и выбранный курс на модернизацию требуют мобилизации всех прогрессивных инструментов, позволяющих сократить издержки и повысить качество течения тех или иных процессов взаимодействия государства и общества. Особое место в данном аспекте занимают государственные и муниципальные услуги и технологии их предоставления. Для адекватного регулирования постоянно совершенствуется нормативно-правовая база, регулирующая порядок оказания государственных и муниципальных услуг, где главным вектором в последнее время выступает их переход на электронную систему порядка обращения заказчиков и предоставления услуг.*

*Ключевые слова:* государственные и муниципальные услуги, электронный документооборот, государственное регулирование универсальные электронные карты.

Традиционный порядок предоставления государственных и муниципальных услуг - это давно знакомый и привычный всем, законодательно установленный порядок обслуживания населения исполнительными органами государственной власти.

В соответствии с этим порядком, чтобы получить государственную услугу, заявителю необходимо лично обратиться в орган государственной власти (или другую уполномоченную государством организацию) с заявлением и пакетом документов, собранных из разных инстанций.

До настоящего времени традиционный порядок был единственной возможностью подтвердить и реализовать свои права и льготы на получение государственных услуг, таких, например, как: оформление социального пособия, регистрация прав собственности на недвижимость, оформление льготного проезда в транспорте, получение бесплатного медицинского лечения и др. Но в условиях административной реформы, проводимой в Российской Федерации и ее субъектах, поставлена задача реализации принципа «одного окна» при предоставлении государственных и муниципальных услуг гражданам и бизнесу, что, в свою очередь, открывает новые, альтернативные и более удобные пути получения государственных услуг.

В настоящий момент происходит становление информационного общества в России, что влияет на повсеместное использование и внедрение новых коммуникационных и информационных технологий, а также использования сети Интернет. Первоочередной задачей для диверсификации намеченого курса по созданию ин-

формационного общества является приведение в соответствие существующей и принимаемой нормативно-правовой базы с потребностями всех сторон, потенциально задействованных ими. Внедрение информационных технологий в конечном счете позволяет сократить издержки обслуживающих государственных структур, снизить временные затраты потребителей услуг, повысить их доступность, а также просто по другому строить систему взаимоотношений в данной сфере, что даст существенный стимул развития экономике государства в целом.

Так или иначе, первый шаг в этом направлении за государством. Именно государственные структуры берут на себя обязанности по разработке и внедрению доступных информационных технологий для граждан и экономических структур, при этом контроль соблюдения прав и осуществления обязанностей также ложится на государство.

Одним из ключевых курсов административной реформы в стране выступает повышение качества исполнения услуг. В последние годы издан свод правовых актов в области административной реформы, а так же оказания государственных и муниципальных услуг.

Важным шагом в данном направлении стало послание Президента РФ Федеральному Собранию РФ от 12.11.2009, где говорится, что в 2010 году государственные услуги станут предоставляться по электронным каналам связи. В первую очередь эти нововведения коснулись выдачи водительских удостоверений, приема квалификационных экзаменов, постановки объектов недвижимости на кадастровый учет, а также доступа к информации из государствен-

ных фондов и прочих услуг. В послании говорилось о том, что к 2012 году, таким образом, будет предоставляться более 60 значимых государственных услуг [1].

Сегодня с целью осуществления данной программы Президентом Российской Федерации и Правительством Российской Федерации приняты важные организационные меры. На протяжении 8 лет действовала Федеральная целевая программа «Электронная Россия» (2002-2010 годы) [2]. Была разработана и утверждена Концепция административной реформы в 2006-2010 годах [3] и Концепция формирования в Российской Федерации электронного правительства до 2010 года [4]. Сейчас действует Федеральная программа «Реформирование государственной службы Российской Федерации» (2009-2013 годы) [5].

Результатами данных федеральных программ и осуществления предпринимаемых мер в соответствии с данными документами выступают:

- избежание случаев повтора при сборе информации органами государственной власти и тем самым снижение затрат для граждан и организаций ее предоставляющих;

- организация предоставления государственных услуг в электронной форме, придание официального статуса электронным формам взаимодействия, обеспечение подлинности и достоверности информации в процессах электронного взаимодействия органов государственной власти между собой, а также с населением и организациями путем использования электронной цифровой подписи;

- повышение оперативности предоставления государственных услуг, требующих межведомственного взаимодействия, снижение числа обращений граждан и организаций в органы государственной власти и сокращение времени вынужденного ожидания, внедрение единых стандартов обслуживания населения, создание условий для предоставления государственных услуг на принципе «одного окна»;

- разработка и внедрение стандартов государственных услуг, предоставляемых органами исполнительной власти, а также административных регламентов в органах исполнительной власти;

- повышение качества и доступности, предоставляемых организациям и гражданам государственных услуг, упрощение процедуры и сокращение сроков их оказания, снижение административных издержек со стороны граждан и организаций, связанных с получением государственных услуг, а также внедрение единых стандартов обслуживания граждан;

- достижение качественного уровня исполнения государственными служащими своих должностных (служебных) обязанностей и оказываемых ими гражданам и организациям государственных услуг;

- повышение эффективности взаимодействия органов исполнительной власти и гражданского общества;

- повышение прозрачности деятельности и открытости информации о деятельности органов государственной власти, расширение возможности доступа к ней и непосредственного участия организаций, граждан и институтов гражданского общества в процедурах формирования и экспертизы решений, принимаемых на всех уровнях государственного управления.

Взаимодействие с потребителями электронных государственных услуг в информационном обществе в первую очередь осуществляется на принципе дистанционного обслуживания путем передачи определенного набора информации в стандартизированных формах шаблонов документов. Данная схема отражает порядок деятельности так называемого «электронного правительства». Ключевым элементом осуществления своих функций органами власти в этом направлении является налаженный документооборот.

Существенным барьером выступает то, что традиционно законодательство было ориентировано на взаимодействие с гражданами путем именно бумажного документооборота и это создает множество сложностей при внедрении электронных форм коммуникации и приводит к значительным бюрократическим преградам.

Среди основных нормативных актов законодательства Российской Федерации, регулирующих сферу электронного документооборота и функционирования системы предоставления электронных государственных и муниципальных услуг можно выделить следующие:

- Гражданский кодекс Российской Федерации (часть первая) от 30.11.1994 № 51-ФЗ;

- Федеральный закон от 27.07.2006 № 149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и о защите информации»;

- Федеральный закон от 10.01.2002 № 1-ФЗ «Об электронной цифровой подписи»;

- Федеральный закон от 27.07.2006 № 152-ФЗ «О персональных данных»;

- Федеральный закон от 02.05.2006 № 59-ФЗ «О порядке рассмотрения обращений граждан Российской Федерации»;

- Федеральный закон от 22.10.2004 № 125-ФЗ «Об архивном деле в Российской Федерации»;

- Федеральный закон от 09.02.2009 № 8-ФЗ «Об обеспечении доступа к информации о деятельности государственных органов и органов местного самоуправления»;

- Федеральный закон от 22.12.2008 № 262-ФЗ «Об обеспечении доступа к информации о деятельности судов в Российской Федерации»;

- Федеральный закон от 27.07.2004 № 79-ФЗ «О государственной гражданской службе Российской Федерации».

Также к 2010 году был утвержден ряд нормативно-правовых актов, непосредственно связанных с системой электронных услуг, предоставляемых органами государственной и муниципальной власти Российской Федерации:

- утвержденная поручением Президента РФ от 7 февраля 2008 г. № Пр-212 «Стратегия развития информационного общества в Российской Федерации»;

- Распоряжение Правительства РФ от 6 мая 2008 г. № 632-р «О концепции формирования в Российской Федерации электронного правительства до 2010 года»;

- утвержденная распоряжением Правительства РФ от 17 ноября 2008г. № 1662-р «Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года»;

- утвержденные распоряжением Правительства РФ от 17 ноября 2008г. № 1663-р «Основные направления деятельности Правительства РФ на период до 2012 года».

- План перехода на предоставление государственных услуг и исполнение государственных функций в электронном виде федеральными органами исполнительной власти, утвержденный распоряжением Правительства РФ от 17 октября 2009 г. № 1555-р.

- Федеральный закон от 27.07.2010 № 210-ФЗ «Об организации предоставления государственных и муниципальных услуг».

Перечисленные документы в той или иной мере затрагивают вопросы внедрения электронных коммуникационных систем в сферу предоставления государственных услуг.

Так, распоряжение Правительства РФ № 1555-р устанавливает порядок подачи заявлений и документов, а также регулирует порядок отслеживания оказанных массовых и наиболее востребованных услуг со стороны их потребителей. К таким услугам в соответствии с документом следует относить государственную регистрацию прав на недвижимое имущество и сделок с ним, прием налоговых деклараций, регистрация юридических лиц, регистрация работодателей в Пенсионном фонде РФ, прием квалификационных экзаменов и выдача водительских

удостоверений, регистрация и технический осмотр автотранспортных средств.

Итогом этой законотворческой деятельности будет реализация проекта создания электронного правительства, в общем смысле систематизирующего организацию деятельности органов государственной власти, за счет повсеместного внедрения информационно-коммуникационных технологий. Это обеспечит принципиально новый уровень оперативности и удобства получения организациями и населением государственных услуг и оперативных данных об итогах работы государственных органов. В общем смысле можно говорить электронном правительстве как узаконенной системе электронного документооборота для нужд государственного управления, в центре которой будет автоматизация всей совокупности процессов управления, которая поспособствует повышению эффективности работы органов государственной власти.

Однако процесс внедрения системы предоставления электронных государственных и муниципальных услуг столкнулся с определенными трудностями, рассмотрим их подробнее.

В первую очередь конкретные государственные структуры иногда коренным образом отличаются по степени проникновения информационных систем в сферу своей деятельности, что вносит необходимость применения дифференцированного подхода при оценке возможности задействования их в системе электронных государственных услуг.

Вторым препятствием является то, что по-прежнему крайне неразвита и недоступна инфраструктура осуществления доступа к рассматриваемым услугам, отсутствуют необходимые сайты в сети Интернет и должное информационное обеспечение для населения. Как и прежде, получение государственных услуг во многих случаях требует личного присутствия их потребителей, что негативно сказывается на эффективности системы в целом. В-третьих, по-прежнему не налажена система, гарантирующая информационную безопасность взаимодействия государственных структур между собой и населением. Пожалуй, основным препятствием успешного продвижения системы государственных услуг выступает недостаточно организованная нормативно-правовая база оказания услуг в электронном виде и отсутствие единых стандартов в области обменом информацией.

Обозначенные проблемы не могут быть разрешены путем преодоления на отдельно взятом уровне, подход должен иметь комплексный носящий комплексный межведомственный характер. Требуется поэтапная реализация всеобъем-

люющего программного подхода для преодоления разрозненности в работе государственных информационных систем, выработки общих стандартов и подходов в их взаимодействии.

Для устранения имеющихся трудностей в 2010 году Правительством РФ принята новая редакция Федеральной целевой программы «Электронная Россия (2002–2010 годы)». В ней сформулированы основные подходы по повышению эффективности и качества системы предоставления государственных и муниципальных услуг с применением информационных систем. Ключевыми задачами, обозначенными в данном документе явились:

- повышение качества взаимоотношений государства и общества путем расширения возможности доступа граждан к информации о деятельности органов государственной власти, повышения оперативности предоставления государственных и муниципальных услуг, внедрения единых стандартов обслуживания населения;

- повышение эффективности межведомственного взаимодействия и внутренней организации деятельности органов государственной власти на основе организации межведомственного информационного обмена и обеспечения эффективного использования органами государственной власти информационных и телекоммуникационных технологий, повышения эффективности управления внедрением информационных и телекоммуникационных технологий в деятельность органов государственной власти;

- повышение эффективности государственного управления, обеспечение оперативности и полноты контроля за деятельностью органов государственной власти [6].

Следовательно, первоочередной задачей для органов государственной власти выступит обязательно оказание государственных услуг и осуществление своих функций в электронном виде, а так же организация доступной инфраструктурной сети для доступа потребителей к таким услугам.

Что касается конкретных действий властей по воплощению норм законодательства в жизнь, то в скором времени будут созданы и начнут действовать отдельные конструктивные звенья инфраструктуры электронного правительства, такие как многофункциональные центры предоставления государственных и муниципальных услуг, единый электронный портал государственных и муниципальных услуг и сводный перечень государственных и муниципальных услуг, региональные порталы и реестры государственных услуг, точки общественного предоставления доступа к государственным услугам в электронном виде, голосовые системы информа-

тизации по телефонным сетям, частично внедрены структурные элементы информационных систем между государственными ведомствами.

Другим важным нормативным актом, регулирующим предоставление государственных услуг стал Федеральный закон № 210-ФЗ «Об организации предоставления государственных и муниципальных услуг». Он обязателен к исполнению всеми федеральными органами исполнительной власти, органами государственных внебюджетных фондов, исполнительные органы государственной власти субъектов РФ, а также местные администрации и иные органы местного самоуправления, осуществляющие исполнительно-распорядительные полномочия в связи с предоставлением государственных и муниципальных услуг по запросам заявителя.

Федеральный закон № 210-ФЗ «Об организации предоставления государственных и муниципальных услуг» унифицирует порядок к процессу оказания государственных и муниципальных услуг органами исполнительной власти федерального, регионального и местного уровней. Также в нем оговорен порядок разработки административных регламентов предоставления данных услуг. В рассматриваемом законе вводится понятие «многофункциональных центров», выступающих инфраструктурным элементом предоставления государственных и муниципальных услуг в электронном виде, а так же осуществляющих выпуск универсальных электронных карт и поддержку их пользователей.

Предполагается, что оказание государственных и муниципальных услуг в многофункциональных центрах будет организовано на принципе однократного обращения в одну структуру. В соответствии с ним получатель услуги приобретает ее после одного обращения в центр без необходимости посещения зачастую разрозненных подразделений, исполняющих схожие функции. Все последующие действия по предоставлению услуги берет на себя многофункциональный центр, взаимодействуя с конкретными инстанциями власти на заранее оговоренных условиях и единых принципах закрепленных в соглашении о взаимодействии. В некоторых случаях оговаривается возможность предоставления государственных и муниципальных услуг многофункциональными центрами исключительно в электронном виде. Таким образом, в рассматриваемом законе найдено решение вопроса инфраструктурной организации взаимодействия на уровне конкретных пользователей системы государственных услуг, им станет создание многофункциональных центров.

Другое значимое нововведение, определенное Федеральным Законом № 210-ФЗ выступает создание системы выпуска, выдачи и обслуживания универсальных электронных карт. Данная карта в соответствии со статьей 22 анализируемого закона станет единым, массовым, выдаваемым на безвозмездной основе средством для доступа к государственным услугам всем гражданам Российской Федерации. По своей сути и техническому исполнению карта будет содержать специальное электронное приложение, записанное на электронном носителе универсальной электронной карты. Что касается сферы применения этого приложения, то здесь выделяется доступ к получению финансовых, транспортных или иных государственных и муниципальных услуг. Карта будет универсальной под стать своему названию, поскольку допустимо содержание на ее носителе нескольких независимых электронных приложений.

Власти субъектов РФ могут самостоятельно определять, какие региональные электронные приложения будут закреплены за универсальными электронными картами. Также на региональном уровне будет определяться, какой организации будет доверена главная роль в процессе, выпуска, выдачи и обслуживания универсальных электронных и устанавливаться порядок выдачи универсальных электронных карт населению. В Федеральном Законе 210-ФЗ установлены сроки выдачи универсальных электронных карт, так с 1 января 2012 года по 31 декабря 2013 года на основании принятых заявлений от граждан будет осуществляться выдача карт. Оставшимся, не изъявившим желание в письменной форме, карты будут выдаваться уже с 1 января 2014 года, при том, так же бесплатно. В законе установлена возможность региональных властей установить и более ранний срок выдачи карт без соответствующих заявлений от граждан, чем начало 2014 года.

Распоряжением Правительства РФ от 17 декабря 2009 г. № 1993-р подготовлен Сводный перечень первоочередных государственных и муниципальных услуг, предназначенный для трансформации услуг исполнительной власти субъектов РФ и органов местного самоуправления в электронный вид. Этот документ специально предназначен на исполнение перевода в электронный вид общественно значимых услуг. Среди них выделены следующие: информатизации образовательных услуг и науки, имущественно-земельных отношений, жилищно-коммунального хозяйства, здравоохранения, строительства и частного предпринимательства. Осуществление перехода на оказание государственных и муниципальных услуг в электронной

форме производится в соответствии с утвержденным в Распоряжении Правительства № 1993-р планами-графиками перехода, а также одобренными высшим органом исполнительной власти субъекта РФ и органами местного самоуправления. В документе предоставлены следующие отчетные даты наступления каждого из перечисленных ниже этапов[7]:

Первый этап — до 1 декабря 2010 года. Размещение информации об услуге (функции) в Сводном реестре государственных и муниципальных услуг (функций) и на Едином портале государственных и муниципальных услуг (функций).

Второй этап — до 1 января 2011 года. Размещение на Едином портале государственных и муниципальных услуг (функций) форм заявлений и иных документов, необходимых для получения соответствующих услуг, и обеспечение доступа к ним для копирования и заполнения в электронном виде.

Третий этап — до 1 июля 2012 года. Обеспечение возможности для заявителей в целях получения услуги представить документы в электронном виде с использованием Единого портала государственных и муниципальных услуг (функций).

Четвертый этап — до 1 января 2013 года. Обеспечение возможности для заявителей осуществлять с использованием Единого портала государственных и муниципальных услуг (функций) мониторинг хода предоставления услуги (исполнения функций).

Пятый этап — до 1 января 2014 года. Обеспечение возможности получения результатов предоставления услуги в электронном виде на Едином портале государственных и муниципальных услуг (функций), если это не запрещено федеральным законом.

Следовательно, любая система будет обречена на неудачу в случае отсутствия должным образом продуманной нормативной базы, регулирующей принципы предоставления услуг, права и обязанности задействованных сторон и перечень самих услуг. Следует учитывать, что услуги не должны определять состав функций органов власти. Сами функции как определяющий фактор их деятельности, должны быть в центре предоставления государственных услуг населению и организациям.

На данный момент в Российской Федерации начала вырисовываться политика в сфере регулирования и система действенного законодательства в сфере электронных государственных и муниципальных услуг. Но есть негативные моменты, не поборов которые все старания по созданию данной системы сведутся на нет. В

качестве первоочередных мер в данном направлении можно выделить следующие:

- выработать и внедрить изменения в действующие и проектные нормативные акты по ликвидации административных барьеров и ограничений по использованию документов в электронном виде и электронного документооборота во всех ведомствах государственной власти;

- принять меры по организации специализированной информационной инфраструктуры, предназначенной исключительно для обмена данными в области электронных государственных услуг. Это позволит снизить риски непроверенного доступа к данным;

- развивать информационную поддержку популяризации государственных услуг в обществе, поскольку подобная система может успешно функционировать лишь при условии благоприятного отношения к электронным услугам в обществе.

*\* Исследование выполнено в рамках федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009 – 2013 годы. Шифр 2011-1.3.1-301-012  
Тема: «Разработка и внедрение региональных приложений и дополнительных функций планшетных карт».*

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Указ Президента РФ от 10.03.2009 № 261 «О федеральной программе «Реформирование и развитие системы государственной службы Российской Федерации (2009 - 2013 годы)» // СЗ РФ от 16.03.2009, № 11, ст. 1277.
2. Послание Президента Российской Федерации от 12.11.2009 // Российская газета. - № 5038 (214). - 13.11.2009 г.

3. Постановление Правительства РФ от 10 сентября 2009 г. № 721 «О внесении изменений в федеральную целевую программу «Электронная Россия (2002 - 2010 годы)».

4. Распоряжение Правительства РФ от 25.10.2005 № 1789-р (ред. от 10.03.2009) «О концепции административной реформы в Российской Федерации в 2006 - 2010 годах» // СЗ РФ от 14.11.2005, № 46, ст. 4720

5. Распоряжение Правительства РФ от 06.05.2008 № 632-р (ред. от 10.03.2009) «О концепции формирования в Российской Федерации электронного правительства до 2010 года» // СЗ РФ от 19.05.2008, № 20, ст. 2372

6. Постановление Правительства РФ от 10 сентября 2009 г. № 721 «О внесении изменений в федеральную целевую программу «Электронная Россия (2002-2010 годы)»

7. Распоряжением Правительства РФ от 17 декабря 2009 г. № 1993-р подготовлен Сводный перечень первоочередных государственных и муниципальных услуг

Селиверстов Ю. И., канд. техн. наук, проф.,  
Бухонова С. М., д-р экон. наук, проф.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

## НАЛОГОВОЕ СТИМУЛИРОВАНИЕ СОЗДАНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ В РОССИИ

ROGOVA@intbel.ru

Создание благоприятного налогового климата считается одной из самых эффективных мер государственного регулирования инновационно-инвестиционной активности хозяйствующих субъектов. Трудно найти страну, проводящую активную инновационную политику, которая исключила бы налогообложение из состава применяемых методов регулирования. Как правило, основные стимулирующие нормы касаются налогообложения прибыли и имущества компаний-инноваторов, но могут затрагивать и другие объекты налогообложения, например, операции с интеллектуальной собственностью (ИС). В настоящей статье представлен обзор норм российского налогового законодательства, имеющих отношение к процессам создания и использования объектов ИС.

**Ключевые слова:** инновационная активность, налоговое стимулирование, интеллектуальная собственность, налоговая база, налоговые льготы, расходы на НИОКР, спецификация исключительных прав, налоговые каникулы, налоговый кредит.

Меры налогового стимулирования, применяемые в разных странах и в различные исторические периоды, значительно дифференцируются по

- категориям налогоплательщиков (например, малые инновационные предприятия; компании, осуществляющие деятельность на конкретной территории – регионе или особой экономической зоне; компании, принадлежащие к отраслям-приоритетам экономического развития; инвесторы, вкладывающие деньги в инновационные проекты и т.п.),
- целям (например, модернизация производственных мощностей, научно-техническая

деятельность, коммерциализация новшеств, создание или приобретение интеллектуальной собственности),

- формам (уменьшение налоговой базы, снижение налоговых ставок, отсрочки по налоговым платежам или налогового кредита),
- периоду получения налоговых льгот и освобождений.

Для иллюстрации многообразия возможных мер налогового стимулирования в табл. 1 представлены результаты исследования налоговых систем 11 стран, проведенного компанией PricewaterhouseCoopers [1].

Таблица 1

### Зарубежный опыт налогового стимулирования инновационной деятельности

Меры налогового стимулирования	Страны, использующие соответствующую меру
Повышенный вычет расходов на НИОКР	Китай, Индия, Малайзия, Сингапур
Налоговый кредит на проведение НИОКР	Ирландия, Япония, США
Ускоренная амортизация по инвестициям в НИОКР	Китай, Финляндия, Сингапур
Включение капитальных затрат, связанных с НИОКР, в текущие расходы	Финляндия, Индия, Ирландия, Малайзия, Сингапур
Сокращение взносов на социальное страхование сотрудников, задействованных в НИОКР	Китай, Нидерланды
Налоговые каникулы по налогу на прибыль, получаемую от деятельности, связанной с НИОКР (например, пониженные налоговые ставки на прибыль, получаемую с патентов)	Китай, Ирландия, Израиль, Корея, Малайзия, Нидерланды, Сингапур
Налоговые каникулы по прочим налогам	Китай, Индия, Израиль, Корея, Малайзия, Сингапур
Специальные налоговые льготы на услуги, связанные с НИОКР, для компаний, осуществляющих НИОКР	Израиль, Малайзия, Сингапур
Снижение налога на имущество в отношении объектов, используемых в НИОКР	Индия
Целевые налоговые льготы, относящиеся к географическому расположению, отрасли, размеру компании и т.п.	Финляндия, Индия, Израиль, Япония, Корея, Малайзия, Сингапур
Налоговые льготы на уровне субъектов федераций	Китай, Индия, Израиль, Корея, США
Инвестиционные налоговые кредиты на инвестиции в высокотехнологичное оборудование	Китай, Индия, Япония, Корея, Сингапур
Освобождение от таможенных сборов	Китай, Индия, Малайзия, Сингапур

Действующая в России система налогообложения существует с 2002 года. За прошедшие десять лет в нее неоднократно вносились изменения, затрагивающие участников инновационного процесса. Отдельно следует отметить комплексные изменения в НК РФ, направленные на стимулирование инновационной активности, которые были внесены Федеральным законом № 195-ФЗ от 19.07.2007 [2] и вступили в силу с 2008 года, а также изменения, которые вводятся Федеральным законом № 132-ФЗ от 07.06.2011 [3] и в большинстве своем вступают в силу с 2012 года.

В контексте темы настоящей статьи следует обратить внимание на следующие нормы российского налогового законодательства.

1. *Порядок учета расходов на НИОКР при определении налоговой базы по налогу на прибыль, а также при применении упрощенной системы налогообложения.*

Соответствующая норма НК РФ (ст. 262 гл. 25 НК РФ), претерпела несколько редакций. Все изменения направлены на улучшение позиции налогоплательщика. Изначально расходы нужно было списывать в течение трех лет с момента завершения НИОКР. При этом расходы на НИОКР, не давшие положительного результата, уменьшали налоговую базу в размере 70% от фактических затрат. Согласно редакции, действующей до 2012 года, расходы на НИОКР включаются в состав расходов в течение одного года после окончания работ при условии использования указанных исследований и разработок в производстве и (или) при реализации товаров. Аналогичным образом списывается 100% фактических расходов на НИОКР, не давших положительного результата. Кроме того Постановлением Правительства РФ от 24.12.2008 № 988 утвержден перечень НИОКР, расходы на которые уменьшают налоговую базу в размере 150% фактических затрат.

С 2012 года вступают в силу следующие изменения. Во-первых, уточняется само понятие расходов на НИОКР и конкретизируется перечень расходов на НИОКР. Во-вторых, 100% фактических расходов, независимо от результатов НИОКР, можно списать в уменьшение налоговой базы в том отчетном (налоговом) периоде, в котором завершены работы или их этапы. В-третьих, налогоплательщикам дано право создавать резерв предстоящих расходов на НИОКР, отчисления в который уменьшают налоговую базу по налогу на прибыль в составе прочих расходов (ст. 267.2 гл. 25 НК РФ).

Говоря о расходах на НИОКР, особо нужно отметить, что налоговое законодательство предусматривает возможность ускоренной

амортизации основных средств, используемых в научно-технической деятельности, с коэффициентом ускорения не более трех.

2. *Списание затрат на создание объектов ИС при налогообложении прибыли.*

Отдельно нужно остановиться на вопросе о том, как связаны налоговые меры, направленные на стимулирование НИОКР, и меры, направленные на создание объектов ИС. С одной стороны, промышленная собственность является прямым следствием проведения НИОКР. С другой стороны, совсем не обязательно, что положительные результаты НИОКР будут переведены в статус нематериальных активов посредством государственной регистрации исключительных прав на изобретения, полезные модели, промышленные образцы. Возможных объяснений такой ситуации может быть несколько. Во-первых, полученные результаты НИОКР могут не отвечать условиям патентоспособности, установленным гл. 72 ч. 4 ГК РФ. Что, однако, не препятствует их охране в качестве секрета производства (ноу-хау). Во-вторых, компании могут намеренно не специфицировать исключительное право собственности

- а) из-за неэффективности системы защиты исключительных прав на ИС;
- б) из-за трансакционных издержек спецификации и защиты исключительных прав;
- в) чтобы ускорить списание соответствующих затрат и обеспечить налоговую экономию по налогу на прибыль.

Прокомментируем последний из перечисленных пунктов. Если в результате произведенных расходов на НИОКР налогоплательщик получает исключительные права на результаты интеллектуальной деятельности, данные права признаются нематериальными активами, которые подлежат амортизации. Согласно ст. 258, срок полезного использования нематериальных активов определяется исходя из срока действия патента, свидетельства и иных законодательных ограничений. Согласно ГК РФ, срок действия патента на изобретение составляет 20 лет, на полезную модель – 10 лет, на промышленный образец – 15 лет. Следовательно, срок списания расходов на НИОКР, включенных в первоначальную стоимость нематериальных активов, значительно возрастает. Очевидно, что налогоплательщику это не выгодно.

Видимо, понимание законодателями этого факта привело к внесению дополнений в ст. 258, которые вступили в силу с 2011 года: по таким нематериальным активам, как изобретения, полезные модели, промышленные образцы, топологии интегральных микросхем, селекционные достижения, секреты производства, налогопла-

тельщик вправе самостоятельно определить срок полезного использования, который не может быть менее двух лет.

Более того, изменения в ст. 262, вступающие в силу с 2012 года позволяют налогоплательщику выбирать: либо начислять амортизацию по созданному в результате нематериальному активу, либо равномерно в течение двух лет списать соответствующие расходы на НИОКР в составе прочих расходов. Очевидно, что сокращение сроков списания расходов, связанных с созданием нематериальных активов, не столько осуществление НИОКР, сколько именно спецификацию исключительных прав на результаты интеллектуальной деятельности.

*3. Порядок учета расходов, связанных с хозяйственным оборотом объектов интеллектуальной собственности.*

Расходы, связанные с использованием прав на объекты ИС, а также возникающие вследствие внедрения инноваций, уменьшают налоговую базу как при исчислении налога на прибыль, так и при применении упрощенной системы налогообложения. В частности, согласно ст. 264, в состав прочих расходов, связанных с производством и реализацией, относятся:

- периодические (текущие) платежи за пользование правами на результаты интеллектуальной деятельности и средствами индивидуализации (в частности, правами, возникающими из патентов на изобретения, промышленные образцы и другие виды интеллектуальной собственности);
- расходы, связанные с приобретением права на использование программ для ЭВМ и баз данных по договорам с правообладателем (по лицензионным и сублицензионным соглашениям);
- расходы, связанные с внедрением технологий производства, а также методов организации производства и управления;
- расходы на подготовку и освоение новых производств, цехов и агрегатов.

Согласно ст. 346.16 п. 1 пп. 2.1-2.3, при применении упрощенной системы налогообложения (что актуально для малых инновационных предприятий) в состав расходов, уменьшающих доходы, включаются не только рассмотренные выше расходы на НИОКР, но и:

- расходы на приобретение исключительных прав на изобретения, полезные модели, промышленные образцы, программы для электронных вычислительных машин, базы данных, топологии интегральных микросхем, секреты производства (ноу-хау), а также прав на использование указанных результатов интеллектуаль-

ной деятельности на основании лицензионного договора;

- расходы на патентование и (или) оплату правовых услуг по получению правовой охраны результатов интеллектуальной деятельности, включая средства индивидуализации.

#### *4. Косвенное налогообложение.*

Меры, стимулирующие инновационную деятельность, предусмотрены и 21 главой НК РФ, регламентирующей порядок обложения НДС. В частности, от налогообложения НДС на территории РФ освобождены следующие операции:

1) передача исключительных прав на изобретения, полезные модели, промышленные образцы, программы для электронных вычислительных машин, базы данных, топологии интегральных микросхем, секреты производства (ноу-хау), а также прав на использование указанных результатов интеллектуальной деятельности на основании лицензионного договора. (ст. 149, п. 2 пп. 26)

2) выполнение организациями НИОКР и технологических работ, относящихся к созданию новых продуктов и технологий или к усовершенствованию производимой продукции и технологий, если в состав НИОКР и технологических работ включаются следующие виды деятельности:

- разработка конструкции инженерного объекта или технической системы;
- разработка новых технологий, то есть способов объединения физических, химических, технологических и других процессов с трудовыми процессами в целостную систему, производящую новую продукцию (товары, работы, услуги);
- создание опытных, то есть не имеющих сертификата соответствия, образцов машин, оборудования, материалов, обладающих характерными для нововведений принципиальными особенностями и не предназначенных для реализации третьим лицам, их испытание в течение времени, необходимого для получения данных, накопления опыта и отражения их в технической документации. (ст. 149, п. 3 пп. 16.1)

#### *5. Налоговые каникулы.*

Это традиционно используемая мера привлечения инвестиций в высокотехнологические отрасли или регионы. Налоговые каникулы по предоставляют 7 из 11 государств, охваченных исследованием [1]. Интересно, что данная мера популярна в активно развивающихся странах с так называемой переходной экономикой. Например, в Китае после первого года получения дохода от деятельности, связанной с НИОКР, предоставляется полное освобождение

от налогов на срок 2-5 лет, после чего в течение 3-5 лет действует 50%-ная льгота. В Индии срок налоговых каникул для некоторых областей производства программного и аппаратного обеспечения, а также продукции, ориентированной на экспорт, составляет 10 лет [1, С. 12]. В России налоговые каникулы используются в рамках режима особой экономической зоны. Резиденты особых экономических зон (ОЭЗ)

- освобождаются от уплаты земельного налога сроком на 5 лет в отношении земельных участков, находящихся на территории ОЭЗ (ст. 395 гл. 31 НК РФ);

- освобождаются от уплаты налога на имущество сроком на 5 лет в отношении имущества, используемого на территории ОЭЗ (ст. 381 гл. 30 НК РФ);

- могут относить расходы на НИОКР в уменьшение налоговой базы по налогу на прибыль, не дожидаясь завершения исследований и разработок, а в периоде их осуществления (ст. 262 гл. 25 НК РФ).

Для резидентов технико-внедренческих ОЭЗ установлена пониженная ставка страховых взносов в государственные внебюджетные фонды – 14%.

Кроме того, законами субъектов РФ может быть установлена пониженная налоговая ставка по налогу на прибыль, зачисляемому в региональный бюджет, от деятельности на территории ОЭЗ, но не ниже 13,5% (ст. 284 гл. 25 НК РФ).

#### *6. Инвестиционный налоговый кредит (ИНК).*

Организации, проводящие НИОКР, а также организации, осуществляющие внедренческую и инновационную деятельность, могут претендовать на получение ИНК по налогу на прибыль, региональным и местным налогам на срок от 1 до 5 лет в размере не более 50% платежей по налогу по ставке от 1/2 до 3/4 ставки рефинансирования (ст. 66, 67 ч. 1 НК РФ). Эта мера используется и в зарубежной практике (табл. 1). Вместе с тем, эксперты отмечают, что данной форме стимулирования присущ ряд серьезных недостатков, среди которых сложность администрирования, возможность мошенничества со стороны налогоплательщиков и коррупции со стороны государственных чиновников, принимающих решение о предоставлении кредита. Например, в США налоговое управление обновило ИНК на проведение НИОКР в качестве одного из наиболее сложных налоговых положений с точки зрения реализации этой льготы [1, С. 11].

Таким образом, российское налоговое законодательство включает довольно значитель-

ный перечень мер, направленных на стимулирование инновационной деятельности, в том числе на создание и использование интеллектуальной собственности. Можно даже говорить о том, что по количеству налоговых мер разных видов Россия опережает другие страны. Однако эффективность этих мер пока оценивается неоднозначно. Практический опыт свидетельствует, что дело не только в количестве мер. Ярким доказательством тому является Финляндия. Она является наиболее передовой страной по показателям доли расходов на НИОКР в ВВП и доли сотрудников компаний, занятых в НИОКР, среди стран ОЭСР. Однако налоговое стимулирование инновационной деятельности в этой стране ограничивается вычетом расходов на НИОКР при налогообложении прибыли, ускоренной амортизацией основных средств малых и средних предприятий, работающих в отдельных развивающихся районах, а также ускоренной амортизацией по эффективным инвестиционным проектам.

Трудности государственного регулирования инноваций, с нашей точки зрения, объясняются следующим. Во-первых, сами НИС по своей природе сложны, состоят из множества взаимодействующих институтов, кардинально отличающихся по своим целям, размерам, собственникам и принципам функционирования. Совершенно разные факторы воздействуют на инновационный процесс, в результате трудно прогнозировать все последствия государственного вмешательства и сроки достижения желаемых результатов.

Во-вторых, не отрицая полезность изучения зарубежного опыта, можно утверждать, что не существует универсальной системы методов стимулирования, которую можно было бы полностью «скопировать» у другой страны и получить гарантированный положительный эффект. Следовательно, каждое государство вынуждено проходить свой путь проб и ошибок.

В-третьих, работоспособность мер стимулирования инноваций сильно зависит от ясности, однозначности трактовки норм налогового законодательства и наличия практики их применения. Наиболее типичный пример – отсутствие в законодательстве четких критериев отнесения тех или иных работ к научно-исследовательским, технологическим работам, к инновационной деятельности.

Наконец, никакие стимулирующие меры не будут эффективными, если общая налоговая нагрузка будет высока. Яркий пример этому – рост в 2011 г. тарифов на социальные взносы в государственные внебюджетные фонды с 26% до 34%. По мнению большого числа экспертов,

эта мера непосильна для бизнеса, лишает компании собственного источника финансирования и возвращает к практике выплаты «серых» зарплат. Осознание Правительством РФ этого факта привело к пересмотру тарифов. В результате на 2012–2013 гг. тарифы страховых взносов для малого бизнеса, в том числе для организаций, применяющих упрощенную систему налогообложения, снижены до 20%. Для прочих компаний ставка снижена до 30% в отношении годовых зарплат до 512 тыс. руб. плюс 10% с сумм, превышающих этот порог.

В заключение подчеркнем, что поддержка инновационной деятельности входит в число основных целей налоговой политики на 2012–2014 годы [5]. С нашей точки зрения, необходимо уделить внимание не только стимулированию НИОКР, но стимулированию хозяйственного оборота интеллектуальной собственности, например, льготному налогообложению доходов в виде роялти.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Налоговые и фискальные механизмы стимулирования инноваций в системе государственного регулирования / Центр технологий и инноваций PricewaterhouseCoopers. Январь 2010.

[Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа:

<http://www.slideshare.net/innoperm/innoperm-pwc-incentives-for-innovationrus3feb10lock>

2. Федеральный закон от 19 июля 2007 г. № 195-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в части формирования благоприятных налоговых условий для финансирования инновационной деятельности».

3. Федеральный закон от 7 июня 2011 г. № 132-ФЗ «О внесении изменений в статью 95 части первой, часть вторую Налогового кодекса Российской Федерации в части формирования благоприятных налоговых условий для инновационной деятельности и статью 5 Федерального закона «О внесении изменений в часть вторую Налогового кодекса Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации».

4. Налоговое стимулирование инновационных процессов / Отв. ред. Н.И. Иванова. – М.: ИМЭМО РАН, 2009. – 160 с. [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.imemo.ru/gu/publ/2009/09036.pdf>

5. Основные направления налоговой политики Российской Федерации на 2012 год и на плановый период 2013 и 2014 годов.

Калугин В. А., д-р экон. наук, проф.,  
Череповская Н. А., аспирант

НИУ «Белгородский государственный университет»

### РЕГИОНАЛЬНЫЙ ФОРСАЙТ КАК ИНСТРУМЕНТ ИННОВАЦИОННОЙ ПОЛИТИКИ

[kalugin@bsu.edu.ru](mailto:kalugin@bsu.edu.ru)

*Анализируя первые попытки применения Форсайт технологии в России на примере Башкортостана и Иркутской области, сделан вывод, что для успешного инновационного развития Белгородского региона необходимо комплексное использование методологии регионального Форсайта.*

**Ключевые слова:** Форсайт, инновационная политика, региональный Форсайт, стратегия.

В настоящее время во многих развитых странах мира широко применяется технология долгосрочного прогнозирования крупномасштабных процессов, получившая название Форсайт. Эта технология основана на обработке коллективных экспертных оценок, получаемых от различных слоев общества – ученых, представителей власти, бизнеса, общественности – готовых активно содействовать реализации формируемого прогноза. В двухтомнике ЮНИДО (от английского UNIDO - United Nations Industrial Development Organization) дается следующее толкование этого термина: «Форсайт — систематическая попытка заглянуть в долгосрочное будущее науки, технологии, экономики и общества с целью идентификации зон стратегического исследования и создания родовых технологий, которые могут принести самые крупные экономические и социальные выгоды» [1].

Исследователи выделяют различные виды Форсайта: национальный, региональный и корпоративный [3].

Региональный Форсайт (Regional Foresight) позволяет разработать выигрышную стратегию и тактику развития региона. С его помощью можно выработать эффективную инновационную политику, оптимизировать инфраструктуру и стимулировать трансформацию традиционной экономики в новую экономику знаний.

В современной России опыт применения технологии Форсайта достаточно скромный, особенно это относится к региональным Форсайтам.

В частности, попытка формирования регионального Форсайта была предпринята в Башкортостане, для которого институт статистических исследований и экономики знаний ГУ-ВШЭ разработал методологию регионального Форсайта. При отборе региональных приоритетов инновационного развития Башкортостана использовались следующие методы:

- метод критических технологий для оценки важности конкретной технологии по определенному набору критериев;
- SWOT-анализ, который предполагает выявление сильных и слабых сторон региональной экономики, проблемы в научно-инновационной сфере;

- опрос экспертов (для составления перечня важнейших инновационных продуктов и услуг, производство которых может быть начато в течение ближайших 10 лет с использованием отечественных технологических разработок).

Исполнительная власть Башкортостана создала благоприятные условия не только для успешного выполнения проекта, но и для реализации мер, направленных на поддержку приоритетных направлений, при этом республиканский Фонд поддержки инноваций выступил координатором проекта.

В результате проведенного исследования был сформулирован перечень из семи приоритетных направлений развития науки и технологий: авиационные и транспортные системы; живые системы; индустрия наносистем и материалов; информационно-телекоммуникационные системы; производственные системы; рациональное природопользование; энергетика и энергосбережение [2].

Исследование также показало, что Башкортостан обладает значительным научно-технологическим и инновационным потенциалом во всех выбранных приоритетных направлениях, который может быть реализован в среднесрочной и долгосрочной перспективе.

Региональные инновационные приоритеты, сформулированные на основе методологии Форсайта, позволили лучше понять и конкретизировать важнейшие стратегические компетенции республики. Основные направления инновационного развития Республики Башкортостан, выявленные в рамках исследования, легли в основу формирования конкретных мероприятий по развитию экономического и социального потенциала региона, создания региональной инновационной стратегии, предполагающей повышение технологического уровня производства и рост инновационной активности республиканских предприятий и организаций.

Вторая попытка была предпринята в Иркутской области, где была создана рабочая группа при администрации области из представителей науки, бизнеса и общественных организаций, которая осуществляла контроль за проведением регионального Форсайта. При этом роль внешнего

эксперта играла ЮНИДО, которая оказала содействие в формировании необходимой инфраструктуры, в подготовке экспертов на уровне местного сообщества и сопровождении Форсайта.

В региональном Форсайте Иркутской области использовались такие методы как:

- SWOT-анализ;
- опрос экспертов;

Немаловажным направлением работы по подготовке к проведению Форсайта в Иркутской области являлась информационная поддержка. Поскольку Форсайт позиционировался как новое понятие для большей части населения области, постоянно проводилась работа по информационному сопровождению мероприятий Форсайта, на сайте администрации области размещена информация о Форсайте, публикации материалов, разъясняющих понятие Форсайта, его историю, принципы разработки, преимущества для населения в периодических изданиях региона[3].

Имеющиеся на сегодняшний день результаты, позволяют говорить о том, что проект Форсайта Иркутской области позволил выстроить горизонтальные связи между различными участниками социально-экономического развития Иркутской области, выработать общую концепцию и план действий по технологическому развитию области в долгосрочной перспективе, что позволит выйти Иркутской области на лидирующие позиции в Сибирском федеральном округе по объему ВРП на душу населения.

Рассмотрим возможности применения Форсайта в Белгородском регионе. Постановлением правительства Белгородской области № 27-пп от 25 января 2010 года была утверждена Стратегия социально-экономического развития региона до 2025 года.

Однако несмотря на то, что она была основана на понимании важнейших проблем развития области, оценке ресурсного потенциала, выработке способов решения наиболее острых и важных проблем, комплексной количественно-качественной оценке, основанной на данных Белгородстата, SWOT-анализе, исследующем внутреннюю и внешнюю среду региона, сценарном представлении о вариантах будущего, вопросы технологического развития региона не увязывались с его социально-экономическим развитием. Так, например, для совершенно новых технологий, таких как нанотехнологии или биотехнологии, важно уже на ранних стадиях их развития выявить как положительные стороны их влияния на экономику, так и возможно и отрицательные и увязать их в единую оценку, что возможно осуществить только методом Форсайта.

Кроме того, разработчики Стратегии преимущественно ориентировались на собственное видение будущего развития региона и исследования были проведены определенными ведомства-

ми и отдельными институтами без учета мнений экспертов, бизнесменов и других представителей гражданского общества.

Дальнейший анализ Стратегии социально-экономического развития Белгородской области на период до 2025 года показал также необходимость вовлечения всех творческих сил, интеллектуального потенциала области, что привело к пониманию формирования Белгородской интеллектуально-инновационной системы (БИИС), которая и была принята в 2011 году. Это явилось первым шагом в направлении совершенствования Стратегии путем внесения дополнений и существенных изменений с целью конкретизации стратегических инновационных проектов.

Таким образом, перед Белгородским регионом, как и другими регионами страны, стала проблема надежности долгосрочных прогнозов.

В этом смысле Форсайт является именно той технологией, которая необходима для того, чтобы стратегии развития регионов страны не оставались на бумаге, а были работающими документами: стратегическое развитие регионов не может осуществляться отдельно – бизнесом, властью, институтами гражданского общества, а должно решать их совместными усилиями. Форсайт как раз и есть тот механизм, который позволит дать толчок технологическому развитию региона путем увязки в единое целое технологии, науку, технику и общество, что принесет, в конечном счете, крупные экономические и социальные выгоды.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Unido Technology Foresight Manual [Текст]: в 2 т. Т. 1: Организация и Методы: организация объединенных наций по промышленному развитию организаций.- Вена.- 2005.-246с.
2. Третьяк, В.П., Каложнова, Н.Я. Формирование Форсайта в Иркутском регионе/В.П. Третьяк, Н.Я. Каложнова//Наука. Инновации, Образования.- М.-2008.- №5.- С. 219-242.
3. Шашнов, С.А. Форсайт республики Башкортостан/ С.А. Шашнов // Форсайт.-2007.- №1(1).- С.16-25.
4. Стратегия социально-экономического развития Белгородской области на период до 2025 года [Электронный ресурс]: утв. постановлением правительства Белгородской области № 27-пп от 25 января 2010 г.// <http://www.belregion.ru>.
5. О концепции создания Белгородской интеллектуально-инновационной системы года [Электронный ресурс]: утв. распоряжением правительства Белгородской области № 57рп от 28 февраля 2011 года// <http://zakon-region.ru/belgorodskaya-oblast/1431>.

Блохин К. А., аспирант

Московский государственный открытый университет им. В. С. Черномырдина

## МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ИССЛЕДОВАНИЮ ГИБКОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫМ ПРЕДПРИЯТИЕМ

ROGOVA@intbel.ru

В статье рассмотрен методический подход к анализу и оценке гибкой системы управления (ГСУ) предприятием, учитывающий комплексность, системность, вариативность, динамичность и ситуационность исследования.

**Ключевые слова:** гибкая система управления (ГСУ), структура, этапы анализа и оценки, уровень ГСУ, дерево решений, причины, снижающие ГСУ.

Исследование ГСУ предприятия связано не только с выявлением тенденций и закономерностей функционирования и развития предприятия, имеющихся резервов и упущенных возможностей, но и разработкой практических предложений и рекомендаций по совершенствованию его деятельности. Считается, что выявить нарушения и диспропорции в экономических процессах предприятия - довольно трудная задача, требующая детальной проработки динамических изменений показателей. Однако, по нашему мнению, правильное и своевременное установление общих тенденций и закономерностей возможно с помощью ГСУ.

Процесс рационального выбора альтернатив, при которых максимальная отдача функционирования не противоречит установленным или запланированным целям, определяется грамотным принятием решений. Традиционно рациональный выбор альтернатив состоит из

определенных последовательных действий, таких, как: анализ и идентификация проблемы, постановка цели, поиск информации, формирование альтернатив и критериев для оценки, выбор наилучшей альтернативы, разработка и внедрение индикаторов для мониторинга, мониторинг исполнения, контроль результатов. Такой подход базируется на позициях достижения некоторой цели или выполнения некоторой заданной функции. Здесь система строится как целенаправленная, а для достижения цели необходимы субъекты и объекты управления, наличие связей между ними, различные гибкие и негибкие, управляемые и неуправляемые элементы, подверженные внешним и внутренним факторам влияния.

С учетом сказанного, полагаем, что структуру ГСУ можно представить в виде, показанном на рис.1.



Рис. 1. Структура ГСУ

Методический подход к анализу и оценке ГСУ, как и любой подход, изучающий экономические объекты, включает ряд этапов, отражающих цели и задачи исследования, набор правил и рекомендаций, последовательности и периодичности решения задач, систему финансово и технико-экономических показателей, с помощью которых проводится описание и приемы исследования. Подход учитывает структуру ГСУ и состоит из этапов, представленных в табл. 1.

Таблица демонстрирует, что на первом этапе исследования необходимо собрать всю информацию, которая отражает процесс функционирования предприятия. Если на этом этапе были выявлены какие-либо нарушения, зоны снижения гибкости предприятия, неполадки или перебои в работе предприятия, то следует проанализировать источники возникновения этих опасностей, выявить причины ухудшения элементов гибкости и ошибки персонала. Следовательно, дальнейший анализ ГСУ необходим. Для

этого изучаются факторы, влияющие на гибкость предприятия, выделяются те, которые ока-

зывают положительное воздействие, и те, на которые предприятие реагирует негативно.

Таблица 1

Этапы анализа и оценки ГСУ

Этап	Наименование	Пояснение
1	Подготовительный этап	Сбор и анализ информации, выявление зон снижения гибкости предприятия
2	Определение границ исследования	Ограничения на анализ и выбор детализированного (полного) или агрегированного (экспресс) анализа
3	Расчет гибкости предприятия	Формирование системы показателей, взаимосвязь между ними и их расчет
4	Оценка уровня гибкости	Формирование интегрального показателя ГСУ по всем элементам и установление уровня значимости в балльном или процентном выражении
5	Исследование причин, нарушающих гибкость предприятия	Этап проводится в случае обнаружения проблемного или низкого уровня ГСУ, либо как предупредительный

Второй этап характеризуется двумя подэтапами. Выбор каждого из них зависит от ситуации или лица, принимающего решение. Так, субъект управления ГСУ может предпочесть либо проведение детализированного анализа гибкости, либо агрегированный экспресс-анализ. Надо сказать, что не всегда целесообразно детальное изучение гибкости. Для быстроты анализа можно применить агрегированный метод, а для масштабного анализа – детализированный. Все зависит от зон снижения гибкости, выявленных на подготовительном этапе.

Третий этап методического подхода – это расчет степени гибкости на базе показателей и их взаимосвязи. Для выявления признака суждения следует использовать систему критериев и ограничений, а если таковых нет, то воспользоваться динамическими изменениями показателей. При этом следует иметь в виду, что позитивное изменение одних показателей оказывает благоприятное воздействие на ГСУ (прибыльность, рентабельность, производительность и др.), а других – нет (затратность, неустойчивость, изношенность и др.).

Четвертым этапом исследования является установление уровня ГСУ и его сравнение с классификационной таблицей. Для реализации данного этапа сформированные и рассчитанные показатели следует свести к единому комплексному или интегральному показателю. Для это-

$$U_{ГСУij} = \sqrt{\sum_{i=1}^n \lambda_1 (1 - X_{1j})^2 + \lambda_2 (1 - X_{2j})^2 + \dots + \lambda_k (1 - X_{kj})^2}, \quad (2)$$

где:  $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_k$  – это весовые коэффициенты, установленные экспертами, или ранги значимости.

В итоговой оценке уровня ГСУ все предприятия ранжируются в порядке уменьшения рейтингового числа. Следовательно, гибче будет то предприятие, у которого  $U_{ГСУij}$  имеет наименьшее значение.

го, по нашему мнению, можно воспользоваться методом эталонного значения, который состоит из ряда итераций. Сначала устанавливаются для каждого показателя ГСУ определенные нормативы, соответствующие эталонному значению или принятому стандарту. Эталонным значением может обладать более гибкое предприятие. Далее в модель включаются установленные нормативные соотношения, на которые накладываются экспертные веса таким образом, чтобы получилась шкала. Исходные данные представляются в виде матрицы, где по каждому показателю находится максимальное значение и заносится в столбец условного стандарта. Стандартизация в соответствии с эталонными значениями осуществляется по традиционной формуле [1,2]:

$$X_{ij} = \frac{a_{ij}}{\text{standard } a_{ij}} \quad (1)$$

где:  $X_{ij}$  – стандартизированные показатели ГСУ  $j$ -го предприятия;  $\text{standard } a_{ij}$  – эталонное, наилучшее значение показателя.

Для каждого анализируемого предприятия значение его интегральной уровневой оценки ГСУ определяется по модифицированной формуле:

Для того, чтобы модель интегрирования ГСУ была целесообразна, в расчет показателей, используемых для ее оценки, не допускаются значения, отличающиеся от репрезентативной выборочной совокупности. К такому можно отнести резкие колебания в показателях, аномальные явления, ситуации, не характерные для исследуемой области.

В заключение уровень гибкости оценивается по классификационной шкале, например, как в табл. 2.

Таблица 2

Шкала уровней гибкости предприятия

№ п/п	Наименование уровня	Значение ГСУ
1	Проблемный	0,72 и выше
2	Низкий	0,57 – 0,72
3	Средний	0,32 – 0,57
4	Высокий	ниже 0,32

Все сказанное позволяет сделать вывод об уровне гибкости предприятия в зависимости от выявленной ситуации. Здесь важно еще раз отметить, что если в процессе исследования был установлен проблемный или низкий уровень ГСУ, то необходимо перейти к пятому этапу исследования (анализу причин, нарушающих ГСУ), используя дерево решений, представленное на рис. 2.



Рис. 2. Дерево решений для анализа причин, снижающих гибкость

Если причины выявлены, их нужно соотносить с классом ситуаций, например: класс 1 – стандартная ситуация; класс 2 – нестандартная ситуация, приводимая к стандартной; класс 3 – нестандартная ситуация; класс 4 – критическая ситуация.

Каждый класс ситуаций, по нашему мнению, может быть изучен с помощью статистических характеристик, таких, как: частота возникновения причин, снижающих ГСУ, серьезность нарушений, количество ошибок, возникающих в процессе принятия решений, вероятность наступления критических или нестандартных ситуаций.

Исследование причин, снижающих ГСУ, – это чуть ли не самый главный этап в оценке гибкости предприятия при выявлении проблемных или низких ее уровней. Основными здесь элементами являются: исправность и неисправность объектов ГСУ, работоспособность, квалификация и опыт субъектов ГСУ, возможность устранения неполадок, неисправностей и ошибок, сохранение бесперебойного функционирования предприятия в течение заданного промежутка времени. Часть перечисленных элементов зависит от сезонного характера функционирования предприятия в течение динамических изменений в среде неопределенности и риска.

Для предвидения снижения ГСУ в будущем используются фактические данные о частоте возникновения причин, снижающих гибкость.

Здесь снова можно применить статистические характеристики и выделить расчет *среднего времени* между возникновением причин, снижающих ГСУ, и временем устойчивого (беспроблемного) функционирования. Следует сказать, что такой подход необходим для выявления вариационной оценки гибкости предприятия, что очень значимо в настоящем исследовании. Так, если использовать меру возникновения причин, снижающих ГСУ, в качестве сравнения, то гибче будет то предприятие, где значение вариации будет меньше. Если значение вариации одинаковое, то предпочтительнее то предприятие, у которого среднее значение ниже.

Необходимо иметь в виду, что причины, которые негативно влияют на ГСУ, могут возникать совершенно непредвиденно, непредсказуемо. Поэтому, считаем, что в модель необходимо ввести показатель, отражающий ситуацию неопределенности и риска, т.е. показатель, который нельзя определить. Назовем данный показатель «этета» и обозначим через знак  $\Theta$ .

Тогда ГСУ будет зависеть, как мы уже говорили, от частоты возникновения причин, снижающих ГСУ, среднего времени, неопределенности и риска. Построим модель и учтем указанные элементы. Для этого положим, что изменение уровня ГСУ связано с сезонной компонентой  $\alpha S(t)$ , трендовой компонентной  $\beta T(t)$  и этэтой  $\Theta$  (компонентой неопределенности и риска). Получим:

$$\text{Reduction ГСУ} = \alpha S_{(t)} + \beta T_{(t)} + \Theta, \quad (3)$$

где: *Reduction ГСУ* – снижение гибкой системы управления;  $\alpha$  и  $\beta$  – экспертные значения.

Следует отметить, что сезонная составляющая  $S(t)$  может наблюдаться в квартальных данных с периодом 4, например, так:

$$S_{(t+4)} \equiv S_{(t)}, \quad (4)$$

где:  $S(t)$  – сезонная компонента;  $\equiv$  – тождество при всех допустимых значениях параметров.

Таким образом, мы рассмотрели возможность изучения ГСУ предприятием с позиций структурных ее компонент, поэтапного анализа, интегральной оценки, выявления уровня значимости, факторов влияния и причин, снижающих ГСУ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Банк, В.Р. Финансовый анализ / В.Р.Банк, С.В.Банк, А.В. Тараскина. – М.: Проспект, 2009. – 352 с. – ISBN
2. Шаланов, Н.В. Математические методы в экономике / Н.В. Шаланов. – Новосибирск: СибУПК, 1998. – 120 с.

Чижова Е. Н., д-р экон. наук, проф.,  
Чижов С. Ф., канд. экон. наук, доц.,  
Брежнев А. Н., ст. преп.,  
Аркатов А. Я., д-р экон. наук, проф.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

## ИЕРАРХИЯ ПРИНЦИПОВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ КАЧЕСТВО ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ

chizhova\_elena@mail.ru

Рассматриваются принципы, которыми следует руководствоваться управляющим проектами при осуществлении проектной деятельности.

**Ключевые слова:** проект, качество проекта, принципы управления.

В настоящее время проектное управление стало весьма популярным видом управленческой деятельности. Основными параметрами проекта являются а) удовлетворение требований (качество); б) издержки реализации; в) длительность реализации.

Но нашему мнению, первым в ряду необходимых параметров проекта находится его качество. Если произведен не тот продукт или продукт плохого качества, то время и бюджет ничего не значат. В международных стандартах и регламентах качество рассматривается как соответствие требованиям потребителей или как пригодность к эксплуатации. Качество считается одной из главных характеристик успешно завершенного проекта. Не случайно многие исследователи для оценки инновационных проектов используют экономическую категорию «успешность». Она считается общей целью инновационного процесса. Проект всегда имеет целевое назначение, достижение цели означает достижение определенного качества. Управление проектами и обеспечение качества проекта требует высокой степени профессионализма. К настоящему моменту нет единства позиций относительно качества проекта, практически отсутствуют методики оценки качества управления проектами. Наша позиция относительно качества проекта сводится к тому, что качество мы рассматриваем как совокупность параметров целевого результата проекта. Цель могла уточняться, корректироваться, но поскольку потребитель нуждался в определенных характеристиках, то их наличие характеризует качество.

Как известно, любая профессиональная деятельность основана на идеях – принципах (законах, правилах). Сущностно закон, принцип, правило различаются, однако, не вдаваясь в понятийный аппарат, выделим именно принципы, поскольку для социальных систем достаточно часто их нелинейность трансформирует законы в принципы. Принцип происходит от лат. *principium*, что означает основа, начало. Число

принципов неограниченно, поскольку люди преломляют объективные законы к реалиям их жизнедеятельности. Принципы часто формулируются в виде правил. Соблюдение принципов – подтверждение профессионализма.

Принципы управления проектами либо просто перечисляются, либо выделяются определенные группы: чаще всего их подразделяют на общие и частные принципы, либо их относят к определенной функции управления проектами (например, принципы, относящиеся к качеству проектов), либо принципы относят к определенному классу проектов (например, принципы, относящиеся к инновационным проектам), либо называют принципы, предлагаемые в качестве важнейших каким-либо исследователем или практиком в области управления проектами, чаще всего в виде определенной философии (например, принципы Деминга, принципы Тагути). Назовем некоторые группы и классификации принципов, определяющих качество проектов.

Так, в [1] представлены общие требования и принципы обеспечения качества проекта.

- Качество определяется потребителем и является характеристикой (визитной карточкой) продукции проекта.

- Политика качества в проекте должна определяться политикой качества организации.

- Обеспечить качество можно усилиями всех участников проекта.

- Эффективнее контролировать процесс осуществления проекта, чем конечный результат.

- Ответственность за качество должна быть адресной.

- Для повышения качества необходимо внедрять либо разрабатывать новые технологии.

Эти принципы лежат в основе TQM (Total Quality Management – всеобщего менеджмента качества).

В [6, с. 175-177] рассмотрены принципы оценки эффективности проектов. Они разделены

на три группы:

1) методологические (наиболее общие принципы, мало зависящие от специфики и особенностей конкретного проекта, их действие распространяется на все виды и модификации проектов):

- результативность (полученные результаты превышают затраты, необходимые для реализации проекта);

- адекватность и эффективность (обеспечение правильного отражения реальных условий осуществления проекта);

- корректность (методы оценки должны базироваться на общих формальных требованиях, таких, как монотонность, асимметричность, транзитивность и аддитивность);

- системность (любой проект – элемент сложной социально-экономической системы);

- комплексность (учет результатов и затрат по проекту в течение всего его жизненного цикла);

- ограниченность ресурсов (учет платы за расходование и использование всех видов экономических благ);

- неограниченные потребности (неограниченность возможностей применения всех видов ресурсов и связанная с ней необходимость поиска наиболее эффективного их использования);

2) методические принципы (связаны со спецификой конкретного проекта и в первую очередь с его экономической и финансовой привлекательностью):

- принцип учета специфики проекта;

- принцип учета несовпадения интересов участников проекта;

- принцип учета динамичности процессов реализации проекта;

- принцип учета неравноценности разновременных затрат и результатов;

- принцип согласованности (обеспечение одинаковых условий в альтернативных вариантах проектов);

- принцип учета ограниченной управляемости (нельзя управлять уже произведенными затратами и полученными результатами);

- принцип субоптимизации (предварительная оптимизация отдельных параметров проекта на стадии исследования возможностей);

- принцип учета неполноты информации;

- принцип учета структуры капитала;

3) операционные принципы (облегчают процесс оценки проекта с точки зрения информационно-вычислительных процедур):

- моделирование;

- компьютерная поддержка;

- диалоговый режим;

- симплификация (выбор среди нескольких

эквивалентных методов оценки эффективности проекта наиболее простого, доступного с информационно-вычислительной точки зрения);

- выбор рациональной формы представления.

Комментарии (в редакции авторов источника) были даны тем принципам, по отношению к которым, судя по их названию, можно дать и иное толкование.

На наш взгляд, эти принципы содержат ряд методологических неточностей. Так, принцип адекватности и эффективности не вполне несет поставленную нагрузку, эффективность не является обязательным следствием адекватности. Комплексность скорее связана с системностью (А. А. Богданов в «Тектологии» использовал по отношению к системам термин «комплекс»), нежели с жизненным циклом. Принцип неограниченных потребностей вряд ли целесообразно объяснять посредством неограниченных возможностей применения ресурсов. Возможности ограничены, отсюда возникают альтернативные издержки и экономический выбор.

Известные 14 принципов Э. Деминга, который является одним из основателей мировой науки о качестве, можно отнести к качеству управления, поскольку они касаются принципиально нового подхода к действиям руководителей.

Солидный труд, касающийся принципов управления проектами, представлен книгой В.Н. Михеева «Живой менеджмент проектов», 2007 г. В более поздней работе [3] Михеев В.Н. предлагает следующую классификацию принципов проектной деятельности:

- безусловные принципы-инварианты действий (должны соблюдаться всегда и в любой ситуации вне зависимости от даже самых невыгодных и экстремальных условий для следования им, к ним относятся принцип этичности действий и принцип адекватности действий), это своего рода общепринятые принципы;

- условные принципы-инварианты действий (должны соблюдаться всегда, однако возможно отступление от них в некоторых – экстремальных условиях, но только в случаях, когда не нарушаются безусловные принципы-инварианты, к ним относятся принцип ответственности, принцип результативности, принцип полезности, принцип эффективности, принцип компетентности);

- частные принципы (должны соблюдаться при наличии определенных условий, поэтому не распространяются на все проекты).

Данная классификация вполне логична, поэтому прием в нашем исследовании принципов данную группировку за основу. Кроме того,

считаем, что условные принципы производны от безусловных, которые накладывают на них определенные ограничения. Считаем также, что перечислять принципы можно не в произвольном порядке, они иерархичны и потому должны быть ранжированы. Связь принципов нам представляется иерархической, потому что особенности условных принципов важны именно с точки зрения безусловных, соответственно особенности частных принципов важны с позиций условных как принципов более высокого уровня по отношению к ним. Более высокий иерархический уровень оказывает направляющее воздействие на нижележащий уровень, и это воздействие проявляется в том, что подчиненные члены иерархии приобретают новые свойства, которые отсутствуют у них в изолированном состоянии. В результате появления новых свойств формируется иное целое, способное дать импульс к выполнению новых функций (и принципы, и действия на их основе становятся более содержательными). Представление трех уровней принципов – это движение от общего к частному с взаимным влиянием целого и элементов.

Очень важным представляется выделение в качестве безусловного принципа-инварианта соблюдение этичности. Нравственная основа экономики всегда провозглашалась выдающимися учеными-экономистами, начиная от У. Петти, А. Смита, И.Т. Посошкова. Следование этому принципу весьма трудно на практике, достаточно назвать общенациональные российские проблемы – воровство, коррупция. Ведь это – несоблюдение принципа этичности действий.

В то же время считаем, что содержательная составляющая групп принципов, выделенных В. Н. Михеевым, может быть изменена. Так, поскольку любое действие в рамках проекта носит целенаправленный характер, считаем необходимым в число безусловных принципов ввести принцип целенаправленности действий. «Категория цели – важнейший момент системной методологии» [7, с. 24].

Далее считаем, что к числу безусловных принципов должен относиться принцип гармонизации. Мы солидарны с позицией, которую высказали А.С. Муратов и И.П. Поварич, относительно первородности гармонизации в системе организационных отношений. По их мнению, гармонизация – причина, а эффективность, качество и результативность – следствие, а не наоборот, в процессах и структурах гармонизация проявляет себя как мера, в свойствах и качествах – как условие, в интересах и целях – как приоритет. Как конечный результат в первом случае имеем эффективность, во втором – качество, в третьем – результативность [4 с. 141].

Наконец, в эту группу должен входить и принцип обеспечения качества проекта. Ведь качество – это и есть результат всех проектных действий всех участников проекта, то есть сам проект со всеми параметрами и характеристиками.

Таким образом, группа безусловных принципов проектных действий в их определенной зависимости видится следующим образом:

- принцип этичности;
  - принцип целенаправленности;
  - принцип гармонизации;
  - принцип адекватности действий;
  - принцип обеспечения качества проекта.
- Их взаимосвязь представлена на рис. 1.

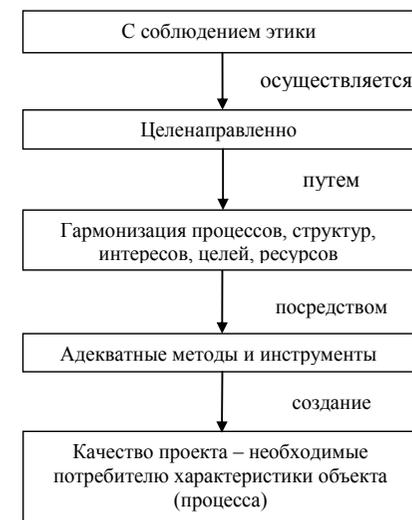


Рис. 1. Логическая схема взаимосвязи безусловных принципов-инвариантов проектных действий

Логика наличия содержательной составляющей группы безусловных принципов-инвариантов проектных действий такова: в рамках этики целенаправленно, путем гармонизации процессов, структур, интересов, целей, ресурсов, для создания определенных, необходимых потребителю характеристик проекта, осуществляются адекватные целям и задачам действия.

Состав условных принципов-инвариантов, на наш взгляд, также должен быть иным. Наша задача заключается не в критике позиции Михеева В.Н. Более того, данная позиция взята нами за основу собственной конструкции. Однако именно формирование собственной конструкции и заставляет критически взглянуть на состав групп и сами принципы. Полагаем, что принци-

пы результативности действий и полезности действий в формулировке Михеева В. Н. совпадают с принципом эффективности. Кроме того, понимая качество как результат, нами уже был введен принцип обеспечения качества проекта в группу безусловных принципов. Формулировка принципа полезности Михеевым В. Н. выглядит следующим образом: «действия управляющего проектов должны быть полезны и выгодны для проекта при одновременной их этичности» [3, с. 16]. С точки зрения экономической теории полезность, со времен классической теории, понимается с позиций качественной определенности, как потребительная стоимость – совокупность свойств, удовлетворяющих потребителя. Следовательно, речь идет именно о качестве. Поэтому, на наш взгляд, достаточно сформулировать иначе принцип эффективности (см. табл. 1), оставив его в группе условных принципов, исключив принципы результативности и полезности.

Следует напомнить для усиления аргументации нашей позиции, что в соответствии с теорией систем качество относится к результату, а эффективность – к процессу. И потенциальная эффективность (которую мы желаем достичь в проекте и которую возводим в принцип) есть «предельно достижимое значение того или иного показателя качества системы при заданных исходных и ограничивающих данных при соответствии этому показателю решения задачи оптимального выбора (параметров, управления, поведения, взаимодействия со средой)» [5, с. 41]. Таким образом, при достижении эффективности обеспечивается качество проекта.

Представляется необходимым включить в группу условных принципов принцип минимизации рисков. Необходимость эта вызвана особенностью проектов, заключающейся в их уникальности. Следовательно, фактор неопределенности имеет особую значимость, как и конкурентность, и иррациональность вкупе с оппортунизмом во взаимоотношениях участников. Ликвидировать это нельзя, а снижать величину, пытаясь минимизировать, необходимо.

Группа условных принципов-инвариантов, как уже отмечалось, производна от безусловных и состоит из: принципа компетентности действий; принципа ответственности; принципа минимизации рисков; принципа эффективности.

Эти принципы, как и безусловные, также связаны. Их логическая связь представлена на рис. 2.

Логика наличия содержательной составляющей группы безусловных принципов-инвариантов проектных действий такова: компетентность участников создает ответственность на каждой должностной и рабочей позиции за

выполнение функций, что приводит к минимизации рисков, что обуславливает достижение эффективности.

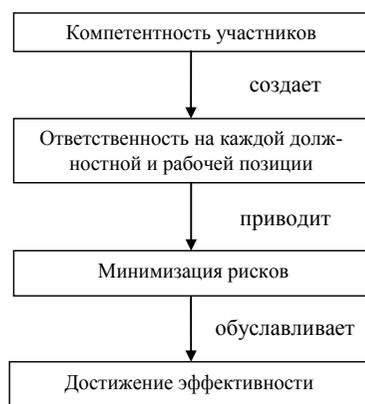


Рис. 2. Логическая схема взаимосвязи условных принципов-инвариантов проектных действий

Представим с раскрытием их содержания принципы, на основе которых осуществляются проектные действия, в табл. 1. Особую значимость данные принципы имеют для управляющих проектами.

Таблица 1

**Принципы, лежащие в основе проектных действий**

Название принципа	Содержание принципа
1	2
<i>Безусловные принципы-инварианты действий</i>	
Принцип этичности действий	Действия участников проекта ограничены этикой, моралью, нравственностью и общечеловеческими ценностями
Принцип целенаправленности действий	Действия участников проекта должны быть скоординированы и направлены на достижение цели проекта (запланированного результата)
Принцип гармонизации	Действия участников должны обеспечивать соединение элементов и их свойств в единое целое для получения гармонии в виде нового качества
Принцип обеспечения качества проекта	Действия должны быть таковы, чтобы в результате этических целенаправленных действий обеспечить результат, полностью удовлетворяющий по своим характеристикам потребности заказчика
Принцип адекватности действий	Действия участников проекта должны быть адекватны стратегии проекта при работе с частными проектными задачами, ситуациями и событиями

Продолжение табл. 1

1	2
<i>Условные принципы-инварианты действий</i>	
Принцип ответственности действий	Действия участников проекта должны быть ответственными за взятые ими обязательства при условии этичности проекта, обеспечения действий необходимыми ресурсами для достижения целей в срок
Принцип эффективности действий	Действия участников проекта должны быть экономически выгодны и результативны в условиях заданных ограничений и соблюдения этичности
Принцип компетентности действий	Участники проекта должны быть компетентными – обладать знаниями, опытом, умениями и навыками, иметь персональную позицию (полномочия и ответственность) для выполнения определенных функций по вопросам, входящим в зону ответственности (Относительно компетентности участников проекта существует международный стандарт компетенции IPMA [8])
Принцип минимизации рисков	Участники проекта должны учитывать условия неопределенности, ограниченности ресурсов, партнерского перекладывания рисков и иррациональности взаимодействий
<i>Частные принципы</i>	
Принцип соответствия	Соответствие приобретаемого оборудования и технологий целям и решаемым задачам в рамках проекта или Соответствие конечного результата параметрам входного сырья, конфигурации оборудования и параметрам технологического процесса или Соответствие вспомогательного оборудования и техоснастки основному производству или Соответствие целей проекта технологическим цепочкам отрасли и групп смежных предприятий, рынкам сырья и материалов и т.п.
Принцип полезности (необходимости)	Применение для оценки проекта только тех показателей, которые действительно необходимы или Сбор только необходимой информации, а не всей возможной
Принципы ренинжиниринга и др.	Несколько работ объединяются в одну Используется естественный порядок выполнения работ Децентрализуются исполнители при централизации информации

качества солдата, а принципы, положенные в организацию действий генералом».

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Математические основы управления проектами: учеб. пособие / С. А. Баркалов, В. И. Воропаев, Г. И. Скелетова и др.; под ред. В. Н. Буркова. – М.: Высшая школа, 2005.
2. Михеев, В. Н. Живой менеджмент проектов / В.Н. Михеев. – М.: Эксмо, 2007.
3. Михеев, В. Н. Профессионализм и принципы-инварианты действий в менеджменте проектов / В. Н. Михеев // Управление проектами. – 2010. – № 1(18). – С. 9-17.
4. Муратов, А. С. Конвергенция контроллинга и менеджмента качества / А. С. Муратов, И. П. Поварич // Менеджмент в России и за рубежом. – 2011. - № 1. – С. 135-142.
5. Разумов, О. С. Системные знания: концепция, методология, практика / О. С. Разумов, В. А. Благодатских. – М.: Финансы и статистика, 2006.
6. Управление проектами: от планирования до оценки эффективности: практическое пособие / под ред. Ю.Н. Лапыгина. – М.: Изд-во «Омега-Л», 2007.
7. Хомяков, П. М. Системный анализ: Экспресс-курс лекций: учеб. пособие / П. М. Хомяков / Под ред. В. П. Прохорова. Изд-е 4-е. – М.: Издательство ЛКИ, 2010.
8. ICB-IPMA Competence Baseline, Version 3.0. – IPMA, International Project Management Association, 2006.

Таким образом, принципы необходимы для успешного управления проектами, обеспечения качества проектов. Как образно выразился один из основателей менеджмента как науки Г. Эмерсон относительно прусского генерал-фельдмаршала Х. Мольтке, «войну выиграли не

Пушенко С. Л., канд. техн. наук, проф.  
Ростовский государственный строительный университет

## СТРУКТУРА МЕТОДОЛОГИИ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ В ПОВЫШЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОХРАНЫ ТРУДА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ СТРОЙИНДУСТРИИ

safety@rgsu.ru

Предложена структура методологии управления рисками и повышения эффективности организации охраны труда как организованная последовательность действий, реализующая цикл управления рисками и основанная на принципе объектно-ориентированного программирования и методический подход к идентификации факторов риска охраны труда, включающий распознавание видов опасностей, установление причин их возникновения, пространственных и временных характеристик, вероятности их проявления и тяжести последствий.

**Ключевые слова:** риск, управление рисками, идентификация факторов риска охраны труда.

### Введение

Вопросы обеспечения безопасности труда в современных условиях приобретают все большую значимость, в том числе с обострением неблагоприятных тенденций в демографической ситуации и необходимостью интеграции России в мировое экономическое сообщество.

Существующее состояние охраны труда во всех отраслях промышленности, в том числе на предприятиях стройиндустрии, не может быть признано удовлетворительным, о чем свидетельствуют статистические данные травматизма и профессиональной заболеваемости. Причины, приведшие к такому состоянию, не являются целью настоящей статьи, но ставят перед учеными и специалистами множество задач, требующих неотлагательного решения.

### Основная идея

Одним из путей решения проблемы является совершенствование системы управления охраной труда, основанной на методологии управления рисками. В соответствии с концепцией методологии управления рисками, предлагаемой авторами, структура методологии представлена нами как организованная последовательность действий, реализующая цикл управления рисками и направленная на повышение эффективности организации охраны труда на предприятии.

Поскольку решение этих задач должно осуществляться нераздельно, тесно взаимосвязано между собой, то в основу структурной схемы методологии (рис. 1) нами положен принцип объектно-ориентированного программирования (ООП) [1]. Сущность ООП заключается в создании единого целого из отдельных заранее подготовленных укрупненных модулей (объектов), описывающих в нашем случае:

- идентификацию факторов, присущих различным рискам;
- расчет рисков различных видов;
- контроль расчетных уровней рисков и выбор стратегии управления;

- финансирование рисков.

Практическая реализация принципа ООП при разработке методологии и описывающей ее модели управления рисками предполагает дальнейшую декомпозицию ее модулей на более мелкие части, которые затем объединяются для решения общей задачи. Таким образом, структура методологии управления рисками реализует понятие о целом, состоящем из взаимосвязанных модулей. При этом важно, что взаимодействие этих модулей, опираясь на формальные связи между ними, не зависит от конкретных деталей их индивидуальной реализации. В силу этого структура методологии содержит возможность сравнительно легкого расширения ее возможностей. В частности, модули, будучи единожды описаны, могут впоследствии легко модернизироваться для приспособления к изменяющимся условиям (новым данным, методикам расчета и т.п.).

Рассмотрим подробнее каждый из модулей структурной схемы методологии управления рисками, представленной на рис. 1.

### Идентификация факторов риска

Под факторами риска в охране труда понимают опасности, обусловленные производственным процессом, окружающей средой и действиями работников. Соответственно под их идентификацией - распознавание видов опасностей, установление причин их возникновения, пространственных и временных характеристик, вероятности их проявления и тяжести последствий. То есть речь идет о деятельности, направленной на выявление самого факта существования опасностей, превышающих некоторый уровень, и определение их природы. Это сложный и многосторонний процесс, требующий анализа разнородной информации по учету факторов способных оказать неблагоприятное воздействие на условия труда и здоровье человека [2].

Идентификация негативных факторов применительно к решению задачи управления рис-

ками представлена нами как последовательная реализация нескольких взаимосвязанных этапов (рис. 2):

- сбора информации о составе и характере возможных опасностей и их источников и определения факторов риска, причинах, их обус-

ливающих и сопутствующих данному производственному процессу (условиям);

- определения значимости каждого из выделенных факторов риска;
- представления информации в удобном для дальнейшего использования (для осуществления оценки риска) виде.

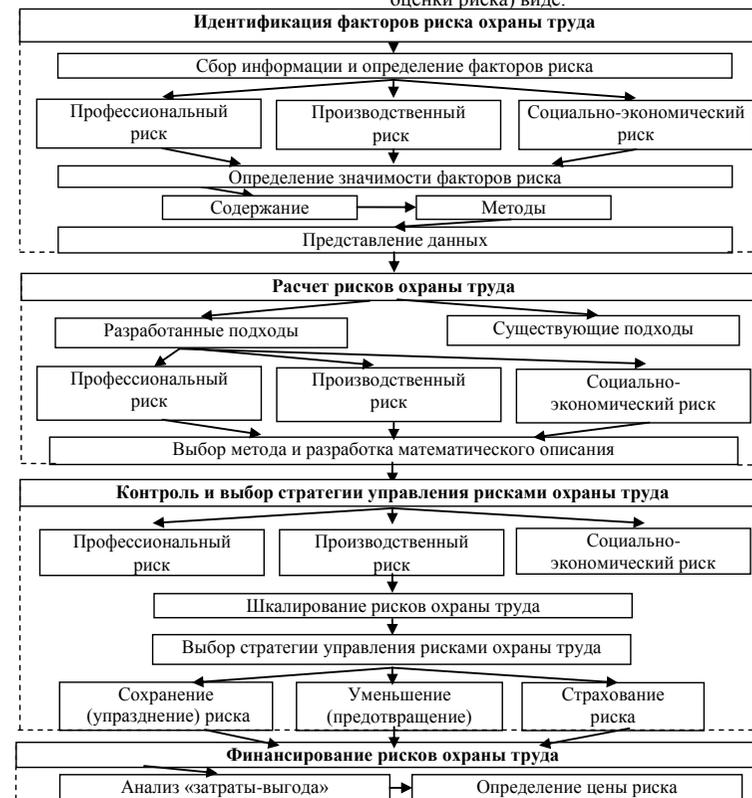


Рис. 1. Структурная схема методологии управления рисками и повышения эффективности организации охраны труда

Сбор информации и определение факторов риска призван выявить общий перечень неблагоприятных воздействий (событий, условий), проявление которых, во-первых, реально, а во-вторых, способно ухудшить качество производственной среды и нанести тем самым вред (ущерб) здоровью работающих. Сочетание двух условий - возможности проявления неблагоприятного воздействия (событий, условий) и восприимчивости объектов воздействия к его влиянию (возможность получения ощутимого ущерба) - является по нашему мнению достаточным основанием для признания существования фактора риска.

В общем виде сбор информации предполагает: составление первоначального списка по-

тенциальных опасностей (факторов риска); установление источников негативных воздействий производственной среды и продолжительности их действия; оценку технических характеристик оборудования, режимов его работы; условий внешней среды; квалификации персонала и других данных.

С учетом того, что факторы риска неравнозначны с точки зрения последствий своего проявления, узловым моментом идентификации факторов риска мы считаем определение их значимости. Речь идет о необходимости выделения из общего перечня тех факторов, вероятность и величина которых создают наибольшую опасность и, безусловно, влияют на условия труда и

здоровье работающих в результате осуществления ими своей трудовой деятельности.

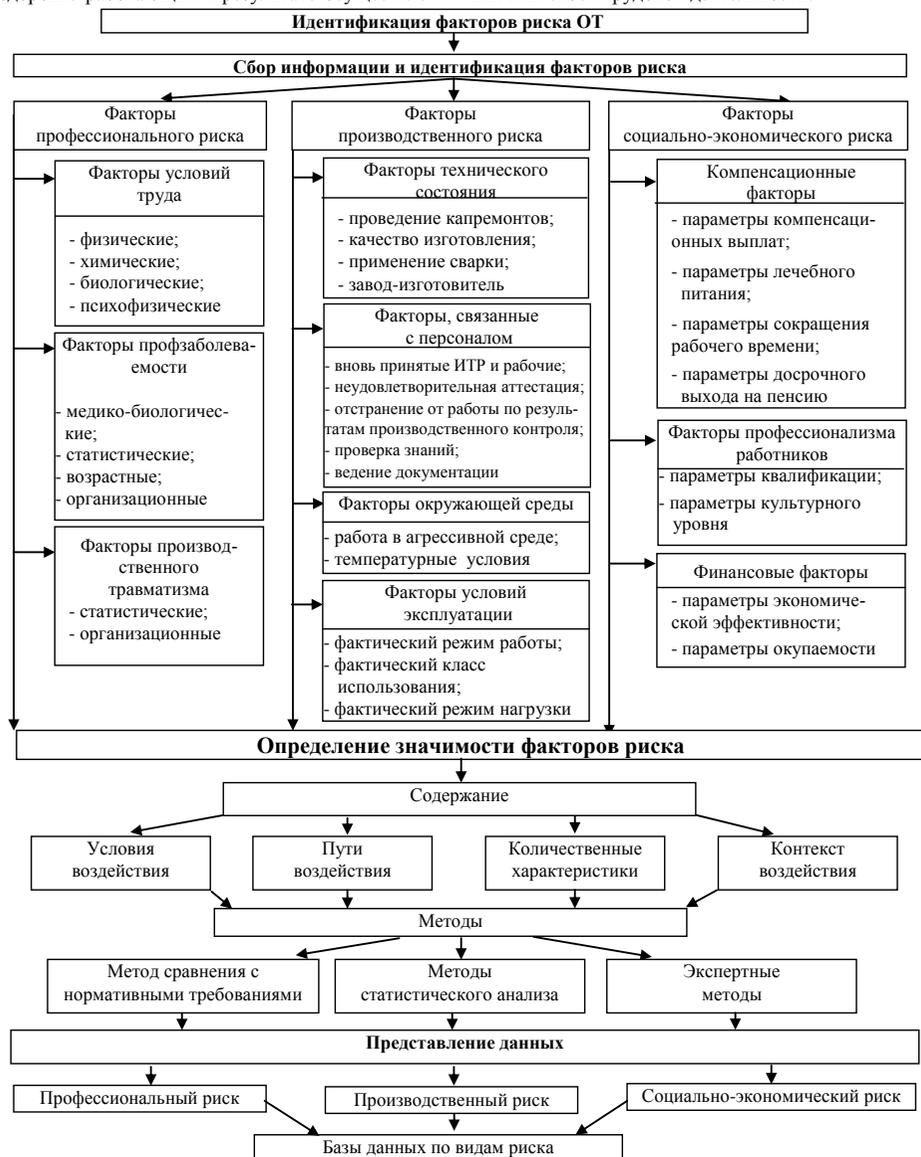


Рис. 2. Схема идентификации факторов риска

Оценка значимости факторов риска подразумевает определение:

- условий воздействия, под которыми понимают характеристику зоны воздействия рассматриваемого фактора, видов работ, специальностей работников, подверженных этому воздействию и т.п.;

- путей воздействия, т.е. способов (направлений) негативных воздействий на условия труда и здоровье работающих. Речь идет о характеристике источников риска, их видов, особенностях размещения, а так же об условиях окружающей среды;

- количественных характеристик воздействия (если это возможно), т.е. его величины и вероятности возникновения. При этом понятие величины охватывает несколько факторов, таких как: интенсивность, продолжительность, масштаб распространения (количество персонала, площадь и т.п.);

- контекст воздействия, характеризующий восприятие опасностей участниками трудового процесса, сложившуюся социальную обстановку, экономические условия и т.д.

Для оценки значимости, на наш взгляд, можно использовать несколько подходов.

Наиболее простым и очевидным методом оценки значимости можно считать метод сравнения с нормативными требованиями. Эти требования могут быть количественными (например, ПДК загрязняющих веществ) или качественными (например, ограничения выполнения отдельных видов работ при определенных условиях внешней среды). Однако следует иметь в виду важные ограничения применимости стандартов безопасности труда для оценки значимости:

- на многие виды негативных воздействий стандарты отсутствуют (например, даже не на все вредные вещества существуют ПДКрз);

- многие стандарты разработаны на основе приблизительных данных, в силу чего область их применения ограничена;

- стандарты основаны на представлении о «пороговом воздействии», в то время как многие виды воздействия (например, ионизирующее излучение) не имеют порогового значения и их влияние проявляется при сколь угодно малых величинах;

- стандарты не всегда годятся для учета непрямых, кумулятивных воздействий, а также синергетического действия нескольких факторов риска;

- стандарты редко применимы для учета уникальных условий, характерных для конкретной производственной ситуации.

Сравнение величины факторов риска с нормативными значениями является приоритетным методом оценки значимости при решении задач охраны труда. В то же время не все факторы поддаются нормированию. Часто оценка значимости воздействий невозможна без соотнесения безопасности труда с техническими и режимными характеристиками используемого оборудования, «человеческим» фактором и т.п. Для этих целей можно использовать методы статистического анализа, призванные определить степень корреляции между фактором риска и его последствиями, что, по сути, является математической интерпретацией значимости.

Еще одним возможным подходом к оценке значимости можно считать экспертный метод, основанный на сравнении величины фактора риска с его усредненными значениями, характерными для отечественной и мировой практики, отрасли и т.п. Этот метод использует принцип аналогий и применим в основном для проведения сравнительного анализа.

Конечным этапом процесса идентификации факторов риска выступает представление данных, предполагающее формализацию причинно-следственных связей между существованием, воздействием негативных факторов риска, состоянием производственной среды и уровнем ее безопасности работающих, выявленных на предыдущих этапах.

Информация о воздействиях факторов риска, оказывающих негативное воздействие на условия труда и здоровье человека, в общем случае включает широкий спектр данных разного типа:

- точные параметрические данные, полученные в результате проведения инструментальных замеров;

- данные о техническом состоянии строительных конструкций, технологического оборудования и инструментов, транспортных средств и других технических систем;

- статистические материалы, характеризующие безопасность труда как на данном предприятии, так и в отрасли в целом;

- экспертные оценки, дополняющие параметрическую и статистическую информацию;

- лингвистические данные, касающиеся отдельных аспектов условий труда и организации охраны труда на предприятии;

- справочные материалы, прежде всего нормативного характера.

Источниками такой информации в общем случае выступают: сведения о состоянии условий труда на рабочих местах (участках, цехах), о состоянии производственного травматизма, заболеваемости и санитарно-бытового обслуживания; уровни механизации и автоматизации; состояние оборудования, зданий и сооружений; данные об организации труда, режиме труда и отдыха; состояние трудовой и производственной дисциплины; уровни квалификации работников и другие данные, содержащиеся в документо-обороте предприятия в области охраны труда. К источникам информации можно так же отнести акты комплексных, специальных и целевых обследований и проверок, акты о несчастных случаях и профзаболеваниях, предложения работающих, предписание органов государственного надзора, предложения общественных инспекторов по охране труда, результаты оперативного (3-х ступенчатого) контроля, акты расследова-

ния аварий, анкетные данные отдела кадров о работающих и т.д.

Принимая во внимание необходимость обработки больших массивов разноплановых данных, целесообразно в качестве средства такой обработки использовать информационные технологии. По нашему мнению наилучшим средством описания и представления такого рода информационных массивов, включающих формирование состава и взаимосвязи параметров, уточнение возможных диапазонов их изменения и использования, а также формализацию их представления применительно к условиям тех или иных процедур оптимизации являются базы данных [3,4].

База данных обеспечивает логическую целостность представления факторов риска, поскольку базируется на их взаимосвязях. Помимо внутренних задач база данных выполняет и внешние функции. Они касаются поддержания определенного перечня математических операций над ее элементами, совокупность которых определяет систему управления базой данных. Система управления и транзитные связи базы с другими модулями методологии позволяют обеспечить выполнение запросов и уточнение исходных данных для реализации ее последующих этапов, в частности, оценки и контроля фактических уровней рисков охраны труда.

При определении типа базы данных мы исходили из необходимости обеспечения:

- простого и гибкого доступа к данным;
- привычного и ясного представления всей совокупности информации и каждого элемента в отдельности;
- логических взаимосвязей между данными.

Перечисленным требованиям в наибольшей степени отвечает комбинированный тип базы данных, включающий элементы иерархического и реляционного типов [3,4].

Иерархический принцип реализует логические связи между данными, которые в нашем случае организованы по схеме «один - ко многим». Такая схема полностью соответствует структуре дерева задач, дерева объектов и классификации факторов риска (рис. 2). Кроме того, она легко поддерживается технически, что важно с точки зрения последующей автоматизации методологии управления рисками.

Реляционный (табличный) принцип служит для непосредственного представления элементов баз данных. Табличная форма, являясь привычной и обзорной, обеспечивает естественный характер формирования «внешних» и «внутренних» информационных потоков. Размещение в одной строке таблицы определенных элементов означает установление между ними формальных отношений (связей).

Таким образом, построение баз данных сводится к доведению отношений между их элементами до формализованного вида, что позволяет максимально учесть общепринятое научное знание о них и их роли в процессе управления рисками. В том числе - устранить существующие на сегодняшний день неопределенности. Речь идет о неопределенностях, обусловленных недостатком количественных данных о тех или иных воздействиях, событиях или условиях. В этом случае представление этих критериев в базе данных носит качественный характер, максимально учитывает любого рода сведения, известные из литературы, и является по существу их экспертной оценкой. По мере развития научных знаний замена качественных экспертных оценок на количественные диапазоны их изменения не вызовет затруднений и не изменит общей концепции баз данных.

Представленные выше общие положения процесса идентификации не могут отразить всего многообразия специфических условий и особенностей, присущих факторам риска различных классов, что требует их более подробного рассмотрения.

Выводы:

1. Разработана структура методологии управления рисками и повышения эффективности организации охраны труда как организованная последовательность действий, реализующая цикл управления рисками и основанная на принципе объектно-ориентированного программирования, который заключается в создании единого целого из отдельных заранее подготовленных укрупненных модулей: идентификации факторов, расчета, контроля, выбора стратегии управления и финансирования различных видов рисков.

2. Предложен методический подход к идентификации факторов риска охраны труда, включающий распознавание видов опасностей, установление причин их возникновения, пространственных и временных характеристик, вероятности их проявления и тяжести последствий, реализация которого предполагает сбор информации, определение значимости и представление данных.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Информатика/ Под ред. Симоновича В.С. – Санкт-Петербург, 2001.
2. Девисиллов В.А. Охрана труда. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2004. - 400 с.
3. Нагао М., Каталма Т., Уэмура С. Структуры и базы данных. - М.: Мир, 1995.- 197с.
4. Мартин Дж. Организация баз данных в вычислительных системах: Пер. с англ.- М.: Мир, 1992.- 664с.

## ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

Борисов И. Н., д-р техн. наук, проф.,  
Мандрикова О. С., аспирант,  
Сёмин А. Н., инж.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

### РАСШИРЯЮЩАЯСЯ ДОБАВКА НА ОСНОВЕ СУЛЬФАТИРОВАННОГО И ФЕРРИТНОГО ОТХОДОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ ЦЕМЕНТОВ

xtsm@intbel.ru

Синтезирован сульфоферритный клинкер на основе сульфатсодержащего и железосодержащего отходов, используемый в качестве расширяющейся добавки при производстве специальных видов цемента. Установлены оптимальные составы СФК и процент добавки сульфатной составляющей к ПЦ клинкеру для получения расширяющихся и безусадочных цементов.

Исследованы расширяющиеся свойства и прочностные характеристики полученных композиционных вяжущих.

**Ключевые слова:** сульфоферритный клинкер, сульфатсодержащий отход, железосодержащий отход, композиционное вяжущие, расширяющийся цемент, безусадочный цемент, линейное расширение.

Усадка цементного камня является причиной растрескивания готовых изделий, в результате возникающих в них растягивающих напряжений, превосходящих по величине их прочность, и вызывает нарушения монолитности бетонных конструкций вследствие попадания воды в образовавшиеся трещины. Поэтому все большее применение в промышленности находят цементы, которые обладают специальными свойствами, обеспечивающими готовой продукции высокую плотность, водонепроницаемость и трещиностойкость. К ним относятся композиционные вяжущие, полученные путем смешения высокосульфатированных и рядовых портландцементных клинкеров, обладающие компенсирующими усадку расширяющимися свойствами. В роли сульфатированных расширяющихся добавок могут выступать сульфаломиноферритные, сульфоферритные и сульфалоомоферритные клинкера. Сульфаломиноферритные клинкера имеют

$$\Phi_m = \frac{CaO - 1,867SiO_2 - 3,294Al_2O_3 - 0,7SO_3}{Fe_2O_3 - 3,13Al_2O_3}; \quad C_m = \frac{Fe_2O_3 - 3,137Al_2O_3}{SO_3} \quad (1)$$

$$\Phi_m = \frac{CaO - 1,867SiO_2 - 0,549Al_2O_3 - 0,7SO_3}{Fe_2O_3}; \quad C_m = \frac{SO_3 - 0,261Al_2O_3}{Fe_2O_3} \quad (2)$$

По Осокину [1] оптимальные значения модулей составляют  $\Phi_m = 0,35 \div 0,5$ ,  $C_m = 1,7 \div 3,0$ ; а по Барбанягрэ В.Д. (2) –  $\Phi_m = 0,35$ ,  $C_m = 0,167$ .

Сырьевая смесь для синтеза СФК состояла из мела, и двух отходов ванадиевого производства ОАО «Ванадий-Тула» – ферритного и сульфатного, образующихся при выпуске феррованадия и пентоксида ванадия в результате переработки ванадийсодержащих материалов.

большие показатели расширения, чем сульфоферритные, но цементы на их основе отличаются короткими сроками схватывания и поэтому могут использоваться только в определенных условиях. Сульфоферритные же клинкера выпускаются в ограниченном количестве в связи с дефицитом железосодержащего сырья.

Поэтому целью данной работы являлось получение сульфоферритного клинкера (СФК), используемого в качестве расширяющейся добавки, на основе техногенных материалов, являющихся альтернативными заменителями общеизвестных сырьевых компонентов.

Для получения сульфоферритного клинкера расчет сырьевых смесей производился по ферритному ( $\Phi_m$ ) и сульфатному ( $C_m$ ) модулям. Осокиным А.П. (1) и Барбанягрэ В.Д. (2) были предложены различные варианты расчета данных характеристик.

Химический состав сырьевых компонентов представлен в табл. 1.

Так как литературные данные о рекомендуемых значениях модулей разнятся, то составленные шихты для определения оптимального состава СФК производилось по двум вариантам расчета сульфатного и ферритного модулей. Компонентный состав полученных сырьевых смесей приведен в табл. 2.

Таблица 1

**Химический состав сырьевых компонентов, используемых для получения СФК, %**

Компонент	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	R <sub>2</sub> O	Wd	TiO <sub>2</sub>	P	MnO	ППП
Мел	2,75	0,67	0,31	53,28	0,32	0,25	-	0,2	-	-	-	-	42,22
Ферритный отход	10,7	1,82	41,03	10,66	-	15,2	2,67	0,02	-	6,67	-	-	4,25
Сульфатный отход	2,57	0,28	0,43	28,2	2,7	37	-	-	2,8	-	0,01	15,9	9,97

Таблица 2

**Компонентный состав сырьевых смесей, %**

Компонент	Содержание компонентов по Осокину	Содержание компонентов по Барбанягрэ
Мел	46,2	47,9
Железистый отход	51,6	44,4
Сульфатный отход	2,2	7,7

Для выбора оптимальной температуры обжига производилась серия изотермических спеканий в интервале температур 1200-1350 °С, в результате чего определено, что в обеих смесях уже к 1200 °С полностью усваивается свободный СаО, так как повышенное содержание оксида железа в смеси интенсифицирует процесс разложения карбоната и сульфата кальция, а следовательно, ускоряет реакции клинкерообразования [2], а к 1350 °С весь ангидрит переходит в сульфогерриты кальция. На основании результатов рентгенофазового анализа, свидетельствующих об изменении количества образу-

ющихся сульфогерритов кальция при различных температурах, установлено, что оптимальными температурами обжига будут 1200 и 1300 °С для смеси по Осокину и 1300 °С для смеси по Барбанягрэ.

Основным методом проверки возможного использования сульфогерритного клинкера, приготовленного из производственных отходов, в качестве расширяющийся добавки стало составление смесей СФК – рядовой клинкер – гипс, сульфогерритный компонент в которые вводился в количестве 4, 6, 8 и 12 % в соответствии с разработанными ранее методиками [2], а содержание гипса корректировалось по общему содержанию SO<sub>3</sub> в готовом расширяющемся цементе в пределах 3,2-3,3 %.

Полученные смеси, а также чистый сульфогерритный клинкер и рядовой цемент, испытывались на безусадочность путем формирования балочек размером 10x10x60 мм и определения их линейных размеров (рис. 2), а также определялись их прочностные характеристики в 2- и 28-суточном возрасте (рис. 1).

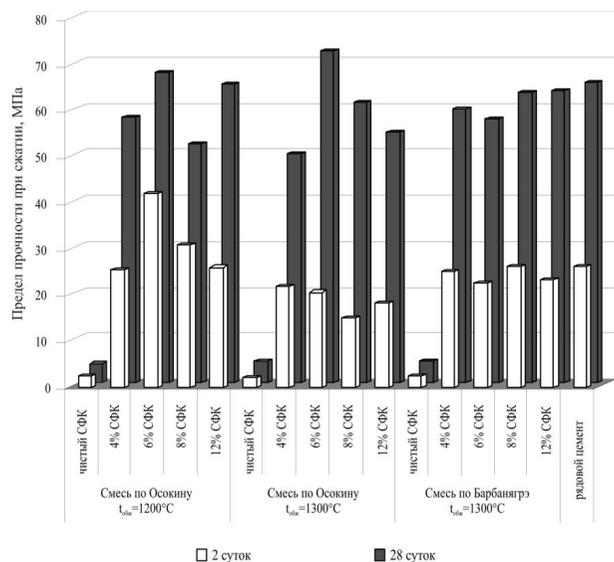


Рис. 1. Гидравлическая активность СФК

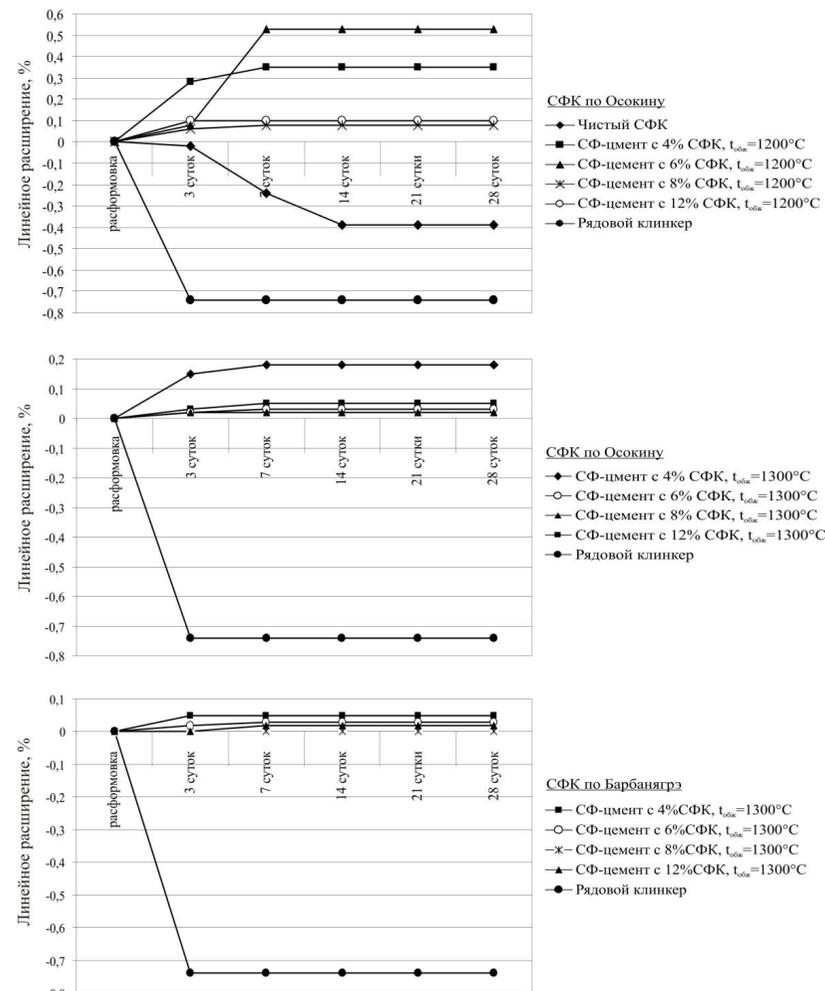


Рис. 2. Изменение линейного расширения образцов в зависимости от состава СФК, процента его ввода и температуры обжига во времени

Линейное расширение всех образцов происходило в течение первой недели (рис. 2), что свидетельствует о правильном выборе составов сульфогерритного вяжущего, так как образование гидросульфогерритов кальция (ГСФК) относительно процесса формирования структуры цементного камня должно происходить в строго определенный период (12ч–7сут) [3]. Рядовой цемент и чистый СФК испытали усадочные деформации, но не один из сульфогерритных цементов не подвергся усадке. Причем большее линейное расширение дают образцы с меньшим количеством сульфогерритной добавки – 4 и

6%. Особо высокой величиной расширения обладают сульфогерритные клинкера, рассчитанные по Осокину, и обожженные при 1200°C: 4% добавки – 0,35% расширения, 6% добавки – 0,53% расширения; и при 1300°C: 4% добавки – 0,18% расширения.

Прочностные характеристики образцов оказались разнообразными. Большинство проб имело пониженную прочность при сжатии по сравнению с рядовым цементом. Однако, сульфогерритные цементы, рассчитанные по Осокину, с 6% СФ-добавки обожженные при 1200 и 1300°C превзошли по прочности рядовой цемент

(65,2МПа): при 1200°C – 67,5 МПа, при 1300°C – 72,2МПа.

Увеличение линейных размеров композиционных вяжущих происходит, так как при гидратации сульфогерритсодержащего цемента образуются кристаллы гидросульфогерритов кальция и геля гидроксида железа, которые заполняют поры и вызывают деформацию твердеющего цементного камня. Прочностные характеристики улучшаются за счет химического микроармирования игольчатыми кристаллами этрингитоподобных фаз  $C_3F_3CaSO_4 \cdot 32H_2O$  и  $CaSO_4 \cdot Fe_2(SO_4)_3 \cdot 2(Fe(OH)SO_4) \cdot 19H_2O$  и образования дополнительного кристаллического каркаса. Повышенное содержание СФК в сульфогерритном цементе обуславливает образование слишком большого количества гидратных новообразований (ГСФК), что приводит к росту внутренних напряжений и деформации структуры, вследствие чего снижается предел прочности при сжатии [3-6].

Таким образом, в результате проведенных исследований установлена возможность использования техногенных материалов в качестве сырьевых компонентов для получения композиционных вяжущих.

Подобраны оптимальные составы сульфогерритных клинкеров, температура обжига и соотношение между сульфатированной добавкой и рядовым портландцементным клинкером.

В зависимости от потенциала расширения получены следующие цементы со специальными свойствами: сульфатированный цемент с добавлением 6% СФК, приготовленного из сырьевой смеси по Осокину и обожженного при 1300°C, имеющий линейное расширение 0,03% и повышенную прочность 72,2 МПа, может быть использован для получения безусадочных цементов; на основе сульфогерритного цемента с тем

же содержанием СФК по Осокину, обожженного при 1200 °C с расширением 0,53 % и сравнимой с рядовым цементом прочностью в 67,5 МПа возможно получение расширяющегося цемента.

Использование полученных специальных цементов в промышленности позволит получать особоплотные и трещиностойкие бетоны с компенсированной усадкой.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Осокин, А.П.* Особокоррозионностойкий цемент для ремонтно-восстановительных работ / А.П. Осокин и др. // Цемент и его применение. – 2000. – № 5. – С. 35–38.
2. *Осокин, А.П.* Технология получения и свойства особокоррозионностойкого цемента / А.П. Осокин, З.Б. Энтин, И.С. Пушкарёв // Цемент и его применение. – 2001. – № 6. – С. 17–19.
3. *Кузнецова, Т.В.* Химия, состав и свойства специальных цементов / Т.В. Кузнецова, Ю.Р. Кривобородов, С.В. Самченко: Материалы научно-практической конференции «Химия, химическая технология на рубеже тысячелетия». – Томск, 2000. – №1. – С. 96–98.
4. *Осокин, А.П.* Модифицированный портландцемент / А.П. Осокин, Ю.Р. Кривобородов, Е.Н. Потапова – М: Стройиздат, 1993. – 328 с.
5. *Мечай, А.А.* Формирование состава и структуры продуктов гидросиликатного твердения в присутствии сульфоминеральных добавок / А.А. Мечай, Е.И. Барановская // Цемент и его применение. – 2010. – №5. – С. 128-133.
6. *Осокин, А.П.* Свойства расширяющихся цементов и их применение / А.П. Осокин, Ю.Р. Кривобородов // Цемент и его применение. – 2004. – №6. – С. 43-46.

*Матинян С. С., ст. преп.,  
Алоян Р. М., чл.-корр. РААСН, д-р. тех. наук, проф.,  
Овчинников А. А., канд. техн. наук, доц.*

*Ивановский государственный архитектурно-строительный университет*

#### ОБОСНОВАНИЕ РЕЖИМОВ ОБЖИГА КВАРЦЕВОЙ КЕРАМИКИ

[nisigasa@mail.ru](mailto:nisigasa@mail.ru)

*Приведены результаты экспериментальных исследований влияния режимов обжига на качество изделий из кварцевой керамики. Отмечено, что при спекании преобладающую роль играет температура и продолжительность выдержки в оптимальном режиме, а также скорость подъема температуры. Согласно полученным экспериментальным результатам обжиг кварцевой керамики целесообразно вести в температурном интервале 270 – 410 °C с установленным интервалом выдержки при постоянной температуре.*

*Именно при таких параметрах обжига возможно достижение максимальной прочности керамики при сжатии. Такой режим обжига исключает появление поверхностных трещин, что имеет место при термической обработке образцов без выдержки*

**Ключевые слова:** спекание, кварцевая керамика, температура, продолжительность, выдержка, плотность, прочность.

Вопросы, посвященные созданию теплоизоляционных материалов, не нуждающихся при их производстве значительных энергетических затрат имеют большое теоретическое и прикладное значение. Существующие технологии производства теплоизоляционных материалов базируются на использовании достаточно дорогостоящих сырьевых компонентов. В большинстве случаев это связано с тем, что при их получении применяются различные порообразователи, усложняющие технологию производства. Одним из энергоэффективных теплоизоляционных материалов является кварцевая керамика на основе отходов литейного производства. Немаловажное значение при этом имеет факт утилизации отходов промышленности, которые приносят огромный вред экологии окружающей среды. Комплексное применение отходов промышленности с целью получения новых теплоизоляционных материалов с регулируемыми свойствами определяют актуальность проведенных исследований [1-2].

По современным требованиям к изделиям из кварцевой керамики, она должна иметь высокую пористость, обеспечивающий минимум по весу, но обладать достаточно высокой огнестойкостью [3-4]. Для решения этой задачи – повышения пористости кварцевой керамики в состав шихты вводили отходы пенополистирола, представляющий собой мелкую фракцию – частицы размером меньше 0,4 мм, который при оптимальном режиме спекания позволял формировать необходимую структуру уже готовых изделий. Известно, что обжиг изделий из кварцевой керамики (как плотных, поризованных и ячеистых) протекает многостадийно. Этой проблеме посвящено много работ и процессы, протекаю-

щие как в момент формирования, так и термической обработки достаточно изучены. В этой связи при проведении исследований, целью которых является обоснование режимов обжига изделий на основе отходов литейного производства, полученных по известной технологии, проверялось лишь пригодность принятых в промышленности режимов. Уточнялись дополнительно величины усадочных деформаций и прочностные свойства готовых изделий. Было отмечено, что наличие в шихте пенополистирола в некоторых случаях приводит к образованию сети мелких трещин в готовых изделиях, наличие которых приводит к снижению механической прочности материала.

В результате анализа трещинообразования было установлено о возможном влиянии пенополистирола на появлению трещин в изделиях при обжиге. Образование трещин в процессе обжига объясняется разностью температур выгорания пенополистирола и начала спекания кварцевой массы.

С повышением температуры выше некоего предельного значения (70-100 °C) когда наблюдается деструкция и разложение пенополистирола процесс газовыделения при сгорании последнего возрастает. В результате этого, происходит увеличение давления продуктов сгорания внутри пор, что приводит к разрушению межпортовых перегородок, а следовательно и к снижению механической прочности материала. С помощью дериватографического анализа были установлены температурные границы наиболее интенсивного процесса газовыделения. Интенсивность газообразования при нагреве запresseованного изделия, в котором находится пенополистирола представлена на рис. 1.

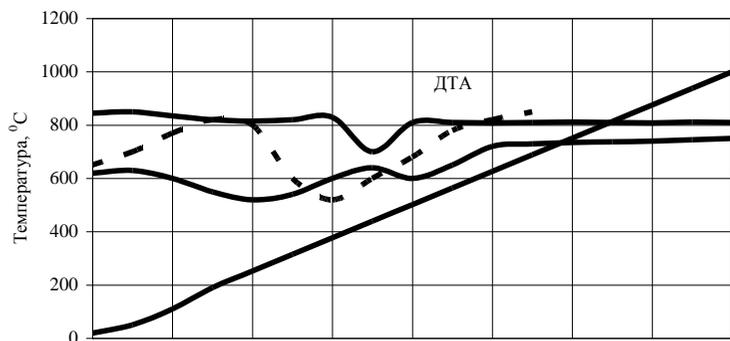


Рис. 1. Дериватограмма процесса разложения пенополистирола скорость подъема температуры 20°C/мин чувствительность T-1200, ДТА 1/15

Экспериментально установлено, что наиболее интенсивное газовыделение имеет место до начала спекания кварцевой массы. Снижение скорости подъема температуры в момент интенсивного газовыделения намного снижает опасность появления трещин. При пассивном повышении температуры значительно меньше выделяются продукты сгорания с единицы поверхности материалах и весь процесс термической обработки кварцевой керамики протекает более равномерно и медленнее.

Дифференциальный термический анализ, проводимый с разными навесками, обнаружили большой эндотермический эффект в интервале температур 50-420 °С, что связано по-видимому с процессом удаления адсорбционной влаги из образцов 50-250 °С и выгоранием собственного

пенополистирола (температура полного выгорания 280-420 °С).

В интервале температур обжига 420-1000 °С эндотермические и экзотермические эффекты или реакции не обнаружены, что позволяет утверждать о протекании процесса установившемся режиме формирования кристобалита, а выделение других кристаллов на этом интервале температур не происходит. Очевидно, что в случае кристаллизации имел бы место экзотермический эффект, так как этот процесс тесно связан с переходом материала в состояние с меньшей свободной энергией.

На рис. 2. приведены рекомендуемые режимы повышения температуры в процессе выжигания пенополистирола из изделия, в зависимости от средней плотности сырца.

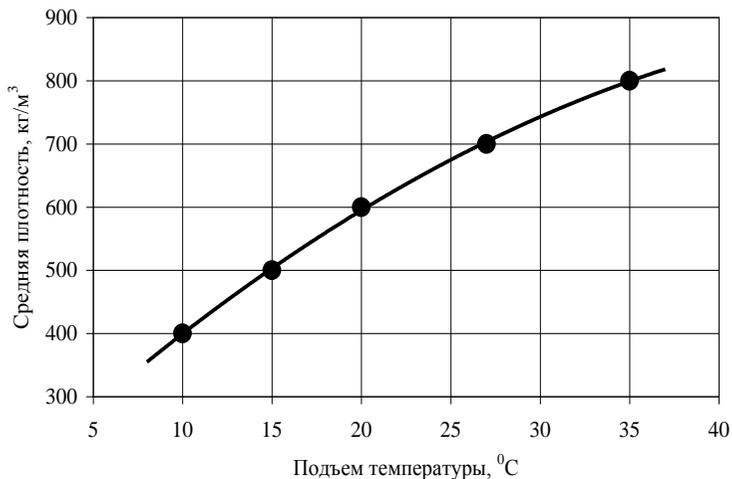


Рис. 2. Режим подъема температуры при выжигании пенополистирола из кварцевой керамики

При экспериментальных исследованиях были получены образцы размеры 40x40x40см с различным содержанием пенополистирола, что позволяло менять их плотность. Образцы перед обжигом подвергались сушке до постоянной массы. Обжиг проводился при различных скоростях подъема температуры в интервале 200-600 °С. Затем обожженные образцы, охлаждались до комнатной температуры, визуально осматривались, затем разрушались с определением предела прочности при сжатии. Было установлено, что для получения бездефектных образцов, необходимо время выдержки проводить в интервале температур 280-420°C.

При других равных условиях на физико-механические свойства изделий полученных в процессе термической обработки большое влия-

ние оказывает степень спекаемости материала, определяемое временем и максимальной температурной выдержки. Степень спекаемости такой керамики характеризуется пределом прочности при сжатии, дополнительной усадкой, при повторной термической обработке до температуры несколько превышающей первоначальные условия. В процессе изучения термических основ обжига кварцевой керамики было установлено, что одна и та же степень спекания материала может быть достигнута при кратковременной выдержке при высоких температурах или наоборот, длительной выдержке при более низких температурах.

Получены рекомендуемые режимы обжига кварцевой керамики (рис. 3).

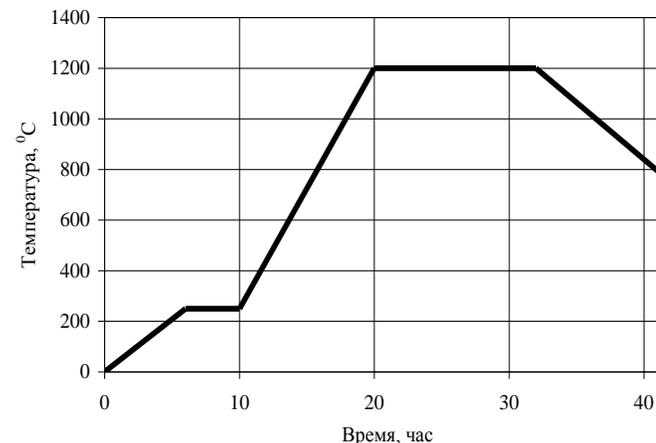


Рис. 3 - Режим обжига изделий из кварцевой высокопористой керамики.

Согласно полученным экспериментальным результатам обжиг кварцевой керамики в температурном интервале 270 - 410°C необходимо вести с необходимым интервалом выдержки при постоянной температуре (рис. 3 горизонтальные участки).

Именно при таких параметрах обжига возможно достижение максимальной прочности керамики при сжатии. Такой режим обжига исключает появление поверхностных трещин, что имеет место при термической обработке образцов без выдержки.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Долгорев, А.В. Вторичные сырьевые ресурсы в производстве строительных материалов. Физико-химический анализ. Справочное пособие / А.В. Долгорев. - М.: Стройиздат, 1990. - 456 с.

2. Будников, П.П. Технология керамики и огнеупоров / П.П. Будников, А.С. Бережной, И.Я. Булевиц, Г.П. Калига. Д.Н. Полубояринов, Г.В. Куколев. - М.: Изд-во литературы по строительству, архитектуре и строительным материалам. - 1962. - 602 с.

3. Кинд, Н.Е. Стеклообразное состояние при спекании / Н.Е. Кинд, Г.А. Маслика. - М.-Л.:АН СССР. 1960. - 331 с.

4. Раусон, Г. Неорганические стеклообразующие материалы. Пер. с англ. / Г. Раусон. М.: Мир, - 1970. - 312 с.

Кондюрин А. М., канд. техн. наук, доц.,  
 Вережца В. В., канд. техн. наук, доц.,  
 Тамазов М. В., канд. техн. наук, доц.,  
 Довженко И. Г., аспирант,  
 Тамазова Н. А., инженер

Южно-Российский государственный технический университет  
 (Новочеркасский политехнический институт)

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИЧИН ОБРЫВНОСТИ СТЕКЛОВОЛОКНА МЕТОДОМ АТОМНО-СИЛОВОЙ МИКРОСКОПИИ

dovz-ig@yandex.ru

Методом атомно-силовой микроскопии установлена причина повышенной обрывистости промышленного стекловолокна диаметром 6 мкм, изготовленного из высококремнезёмистого стекла. Этой причиной является поверхностная кристаллизация стекла вследствие присутствия нежелательных примесей в сырьевых материалах и возможное нарушение температурного режима выработки. Предложен комплекс мероприятий по совершенствованию технологии производства стекловолокна и проведена замена высокотоксичного осветлителя - оксида мышьяка на другие, не менее эффективные, но более экологически чистые химические соединения.

**Ключевые слова:** стекловолокно, осветлитель, степень химической однородности, вязкость силикатного расплава, кристаллизация.

В последние годы вопросам синтеза новых стекол для производства стеклянного волокна уделяется большое внимание. Устойчивость процесса формирования непрерывного стеклянного волокна диаметром 6 мкм определяется как стабильностью диаметра волокон, так и степенью их обрывности во времени, существенно изменяясь при переходе от одного состава стекла к другому. Для устранения обрывности стекловолокна проводятся работы по варьированию состава стекла, замены одних компонентов другими и т. д. Применяемый в промышленном стеклоделении осветлитель – оксид мышьяка (III) –  $As_2O_3$ , весьма ядовит, что вызывает определённые трудности в стекловарении и дальнейшем использовании стекловолокна [1].

Цель работы – исследование возможности замены оксида мышьяка (III) комплексом добавок для высококремнезёмистого стекла, улучшающих качество выпускаемого волокна, являющихся осветлителями и ускорителями процесса варки; устранение повышенной обрывности стекловолокна.

Для определения эффективности использования новых осветлителей и ускорителей варки стекла, обеспечивающих максимальную производительность установок для выработки волокон и безобрывного процесса его формирования, обычно изучается влияние на устойчивость этого процесса ряда физико-химических свойств стекла, таких как степень химической однородности, вязкость, поверхностное натяжение, скорость твердения и т. д.

Некоторые физико-химические свойства, являющиеся причиной обрыва стекловолокон,

изучены у стекол одного химического состава, масс. %:  $SiO_2$  - 77,19;  $Al_2O_3$  - 2,71;  $(CaO+MgO)$  - 0,31;  $Na_2O$  - 19,39;  $Fe_2O_3$  - 0,12. Стекло № 1 было синтезировано из химически чистых сырьевых материалов, стекло № 2 – выплавлено из природных сырьевых материалов. Температура синтеза – 1530 °С.

Реологические характеристики полученных стёкол (поверхностное натяжение, вязкость) исследованы в работе [2]. Установлено, что реологические характеристики исследованных стёкол имеют примерно одинаковые значения. Тем не менее, выявлена склонность к поверхностной кристаллизации выплавленного из природных сырьевых материалов стекла № 2, что может являться причиной повышенной обрывности стекловолокна. Однако до конца причины обрывности стекловолокна остались не выявленными. Поэтому были проведены исследования методом атомно-силовой микроскопии. При этом основное внимание было обращено на поверхностную кристаллизацию. Эти исследования проведены в Центре коллективного пользования по исследованию наночастиц, наноструктур и наноматериалов на установке NTEGRA [2]. Используются кантилеверы марки NSG10 с радиусом закругления кремниевой иглы 10 нм. Исследования выполнены в полуконтактном режиме съёмки.

Поверхностная кристаллизация этого стекла установлена методом атомно – силовой микроскопии. Для этого использовано стекло № 2 – качественное и образцы, взятые в момент обрыва нитей.

В случае, когда рассматривали стекловолокно, полученное при обрыве нитей (рис. 1, 2) исследовались капли и участок перехода капли в стеклянную нить, что соответствует области вытягивания стекловолокна из лужавицы стекло-массы. На рис. 1 чётко видны дефекты материала – инородные включения диаметром 1-2 мкм, высотой 100-300 нм, которые могут стать центрами образования кристаллической фазы.

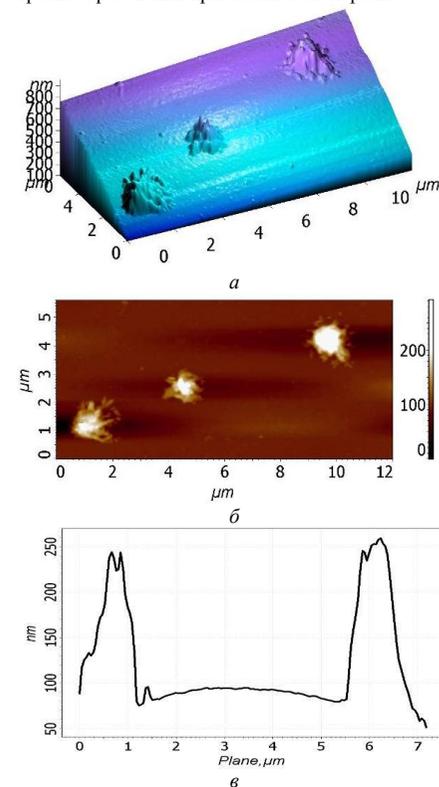


Рис. 1. Атомно-силовые изображения поверхности капли: 3D (а), 2D (б), профиль сечения (в)  
 На рис. 2 представлены друзы кристаллов игольчатой структуры размером несколько микрон, возвышающиеся над поверхностью стекла на высоту 0,5-1 мкм.

В результате исследований установлено, что основной причиной обрывности волокна, вырабатываемого на основе стекла типа «А», являлась поверхностная кристаллизация. Продукты кристаллизации массы могли образоваться в результате длительного пребывания стекло-массы при температуре, благоприятной для появления и роста кристаллов. Причинами их появления могут быть наличие примесей, присутствие в стекле химически неоднородных

участков, газовых пузырьков. Для данного химического состава это могут быть кристаллы тридимита и кристобалита [1].

Рассматривая полученные данные химического анализа сырья и сопоставляя их с требованиями к сырьевым материалам, нельзя не отметить повышенное содержание в песке оксидов щелочноземельных металлов 0,55 ( $CaO+MgO$ ), мас.%, а также полоторных оксидов 1,69  $Al_2O_3$  и 0,30  $Fe_2O_3$ , мас.%. Карбонаты кальция и магния присутствуют в кальцинированной соде в количестве 1,17 мас.%, а также в селитре натриевой совместно с сульфатами в количестве 0,64 мас.%. Повышенное содержание железа (III) наблюдается в глинозёме  $\approx 0,23$  мас.%. Зафиксировано присутствие такого нежелательного оксида, как  $TiO_2$  в глинозёме - 0,23 мас.% и селитре - менее 0,02 мас.%.  
 Рис. 2. Атомно-силовые изображения участка перехода капли в стеклянную нить: 3D (а), 2D (б), профиль сечения (в)

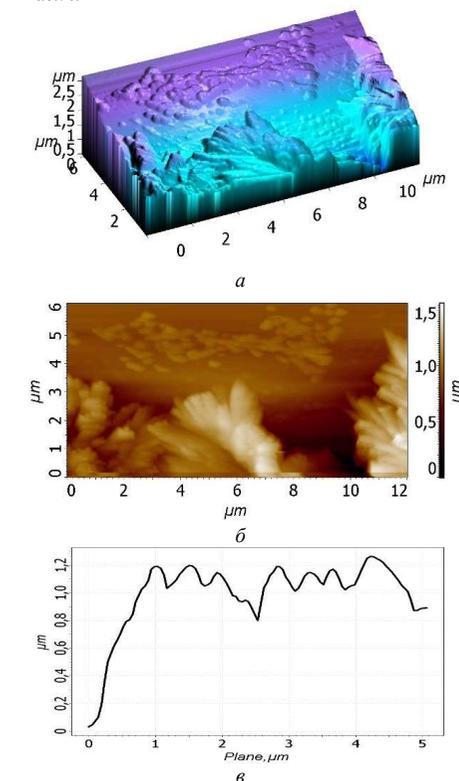


Рис. 2. Атомно-силовые изображения участка перехода капли в стеклянную нить: 3D (а), 2D (б), профиль сечения (в)

Оксид кальция повышает вязкость при низких температурах более, чем все другие оксиды, но при высоких температурах, соответствующих

значениям вязкости  $\eta \approx 10^3 - 10^4$  Пз., его влияние заметно падает. Оксид железа  $Fe_2O_3$  понижает вязкость при всех температурах,  $MgO$  повышает вязкость при низких температурах. Считается, что  $Al_2O_3$  повышает вязкость при всех температурах, однако исследования показали, что в интервале содержания алюминия от 1,5 до 2,5 мас. % вязкость стекломассы очень сильно понижается, затем опять начинает расти (от 3,0 мас. % и выше). Оксид титана сильно увеличивает кристаллизационную способность стекла [3].

Для выявления причин кристаллизации и её устранения проведена корректировка состава шихты, на основании которой были рекомендованы следующие изменения:

- ввод хлористого натрия в количестве 0,02 % с последующим увеличением до 0,07%, который выполняет роль поверхностно-активного вещества, снижающего натяжение поверхностного слоя стекломассы, а также являющегося эффективным ускорителем процесса стекловарения;

- замена натриевой селитры на калиевую в количестве 1,5% с целью образования эвтектики, улучшающей реологические свойства стекломассы и увеличивающей рабочий диапазон действия азотных осветлителей.

Исследование образцов стекла после модификации методами рентгено-фазового анализа и атомно-силовой микроскопии показало, что твёрдые кристаллические включения отсутствуют, т.е. кристаллизация подавлена (рис. 3, 4). На поверхности стекловолокна присутствуют только свили (неровности, складки) высотой 10-20 нм.

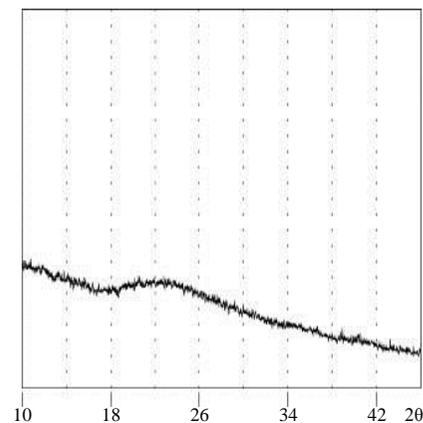


Рис. 3. Дифрактограмма модифицированного высококремнезёмистого стекла

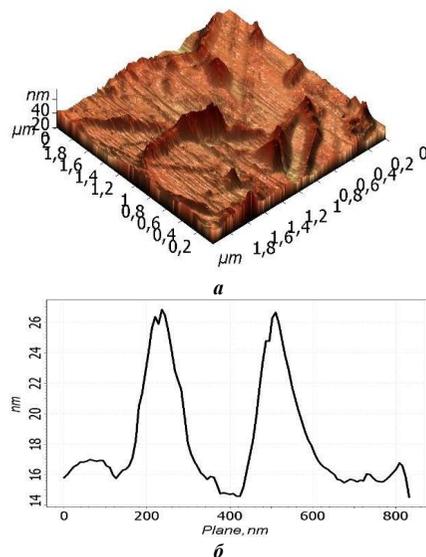


Рис. 4. Атомно-силовые изображения поверхности модифицированного стекла: 3D-изображение (а) и профиль сечения (б)

Размер газовых включений колеблется в широких пределах, которые ухудшают производственные свойства, химическую устойчивость и механическую прочность стекловолокна. Возможность появления пузырей в стекломассе не исключена на всём протяжении процессов варки и выработки стекла.

По источнику происхождения пузыри могут быть первичными и вторичными. Первичные пузыри образуются в результате неполного удаления газообразных продуктов разложения шихты.

Образовавшиеся на стадии силикато- и стеклообразования газы не всегда полностью удаляются на стадии осветления. Первичные пузыри остаются в стекломассе при затянувшемся осветлении, что может быть связано с неравномерным зерновым составом песка или недостатком осветлителей и влаги в шихте. Главные причины – это недостаточное время пребывания стекломассы в зонах варки и осветления и её низкая температура из-за чрезмерного проталкивания шихты загрузчиками, недостаточного подвода теплоты в зону варки и осветления.[4]

Первичные пузыри имеют, как правило, небольшие размеры порядка 2-10 мкм. Вторичные пузыри обычно возникают при повторном нагревании стекломассы, содержащей остатки карбоната натрия. Эти остатки при наличии

подходящих условий, например, повышения температуры могут разлагаться с образованием газов. Кроме этого, стекломасса содержит то или иное количество растворённых газов. Чем больше этих газов, тем более склонна стекломасса к образованию вторичных пузырей.

Включения стекла другого состава, образующего в основном стекле нити и волокна, называются свилами. Более грубые стекловидные включения называются шлирами [1, 3].

Причинами образования свилей могут быть: неправильное дозирование компонентов шихты и плохое ее смешивание, нарушение химического состава, вовлечение застойной стекломассы в рабочий поток.

Источниками образования шлиров часто бывают огнеупорные материалы кладки печей и преград. Стеклomassa взаимодействует с огнеупорами не только физически, но и механически. В результате этого в нее переходят не только химические компоненты огнеупоров в процессе растворения, но и частицы огнеупоров, отрываемые при размывании движущейся стекломассой. В огнеупорах содержится не только кристаллическая, но и стекловидная фаза, которая растворяется в стекломассе и, являясь инородной по составу, образует свили. В верхнем строении печей на огнеупоры химически воздействуют пыль и пары щелочных компонентов сырьевой смеси. Продукты этого взаимодействия появляются на своде, стенах в форме натеков и капель, которые стекают в стекломассу, образуя округлые включения - шлиры.

Равномерность выхода стекломассы из ванной печи и её температуры может улучшить отделение контактного слоя стекломассы от поверхности огнеупоров. Также необходимо интенсифицировать процесс стекловарения.

На основе проведённых исследований и анализа литературных источников предложены следующие рекомендации по улучшению качества стекломассы для выработки качественного промышленного стекловолокна:

- в качестве ускорителей и осветлителей процесса стекловарения применять аммонийные соли: сульфат аммония в количестве 1-3 % от

массы шихты (сверх 100%), нитраты и хлориды аммония в количестве 0,25 %.

- провести уплотнение шихты путем грануляции или силикатизации с целью уменьшения пылеуноса щелочесодержащих материалов;

- при барбатировании стекломассы заменить сжатый воздух азотом с целью удаления оксидов азота  $NO_x$ , способствующих интенсивному образованию кристаллической фазы;

- для снижения температуры варки стекломассы провести замену глинозёма на каолин.

После проведения вышеописанных мероприятий пороки стекломассы, а именно газовые включения (пузыри, мошка), стекловидные включения (свилы, шлиры) отсутствовали.

Таким образом, методом атомно-силовой микроскопии выявлена причина повышенной обрывности стекловолокна – поверхностная кристаллизация вследствие недостаточного осветления стекломассы. В соответствии с результатами экспериментальных исследований, была проведена замена токсичного осветлителя ( $As_2O_3$ ) другими, не менее эффективными, но более экологическими чистыми химическими соединениями. Разработан комплекс добавок для высококремнезёмистого стекла, улучшающих качество выпускаемого волокна, являющихся осветлителями и ускорителями процесса варки. Устранена его повышенная обрывность путем подавления процесса кристаллизации.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шульц М.М., Мазурин О.В. Современные представления о строении стёкол и их свойствах. – Л.: Наука, 1988. – 198 с.
2. Сайт фирмы НТ-МДТ // www.ntmdt.com
3. Жабров В.А. Диффузионные процессы в стеклах и стеклообразующих расплавах СПб: НИИХ СПбГУ, 1998. - 189 с.
4. Асланова М.С., Колесникова Ю.И. Стекланные волокна. – М.: Химия, 1979. – 198 с.

# ЭКОЛОГИЯ

Свергузова Ж. А., канд. техн. наук, доц.,  
Лупанина Н. С., аспирант

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

## ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ВОДЫ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

ecnata@mail.ru

Статья посвящена проблеме очистки сточных вод от тяжелых металлов. Рассматривается процесс очистки сточных вод от тяжелых металлов отходом сахарной промышленности. Как известно, тяжелые металлы опасны для водных экосистем и их обитателей своими канцерогенными, мутагенными, кумулятивными и синергетическими свойствами. Поэтому предотвращение попадания ионов тяжелых металлов в водные экосистемы со сточными водами является актуальной задачей.

**Ключевые слова:** сточные воды, очистка, тяжелые металлы, отходы сахарной промышленности.

Повышение качества воды водных объектов является одним из важнейших факторов экологической безопасности. Многолетние последствия вмешательства людей в функционирование экосистем привели к существенным изменениям в них и сдвигам экологического равновесия. В условиях повсеместного нарастания экологической опасности проблема охраны водных ресурсов от загрязнений с каждым днем становится все более актуальной. Наличие достаточного количества качественных вод, пригодных для питья, является одним из условий укрепления здоровья человека и стабильного развития государства. Употребление воды, не соответствующей гигиеническим нормативам, может привести к неблагоприятным, как в кратковременном, так и длительном последствии для здоровья и благосостояния населения.

На нашей планете ежегодно вследствие использования загрязненных вод умирает около 3

млн. человек. По данным ООН свыше 18 % (более 1 млрд.) населения на Земле не имеют доступа к качественной питьевой воде. Инфекционные заболевания, обусловленные водным фактором, составляют более 80% инфекционных заболеваний в мире. В странах европейского региона 120 млн. человек не имеют возможности употреблять безопасную в эпидемиологическом отношении воду [1].

Источниками загрязнения водных объектов являются сбрасываемые неочищенные или недоочищенные сточные воды предприятий. Так, на примере водных объектов Белгородской области можно видеть, что из года в год в водные объекты сбрасывается более 19 % неочищенных сточных вод (по отношению к общему объему сбрасываемых стоков по области) (табл.1.)

Таблица 1

Забор и сброс вод в водные объекты Белгородской области по годам

Показатели	Годы									
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Забрано воды, всего млн. м <sup>3</sup>	397,8	401,0	409,9	408,7	410,1	412,1	414,1	413,1	415,2	325,1
Сброшено в водные объекты, млн. м <sup>3</sup>	190,3	188,9	199,7	198,5	199,8	201,1	203,2	201,8	202,2	135,3
Нормативно очищенные воды, млн. м <sup>3</sup>	83,4	90,3	63,0	65,7	71,8	78,3	81,2	79,8	80,5	127,5
Загрязненные воды, млн. м <sup>3</sup>	32,3	32,9	44,7	43,4	41,1	38,5	39,2	40,2	40,1	7,8

Как следует из данных мониторинга, качество воды водных объектов Белгородской области из года в год находится на низком уровне. Почти все водные объекты области имеют класс качества воды 3 и выше, индекс загрязненности воды (ИЗВ) отдельных рек лежит в интервалах

1,4...4,5, вода загрязнена соединениями азота, фосфора, меди, цинка, никеля; показатели ХПК и БПК намного превышают нормативные требования. Так, в р.Оскол, 389 км от устья, качество воды не соответствует рыбохозяйственной категории по меди (2,5 ПДК), никелю (2,15 ПДК),

железу общему (2,15 ПДК), ИЗВ =4,487, класс качества воды 5, грязная. В реке Осколец 28 км от устья, содержание меди составляет 1,92 ПДК, никеля – 1,98 ПДК. Величина ИЗВ = 5,877, класс качества воды 5, загрязненная. Река Потудань (приток реки Дон). Вода не соответствует нормативам по меди (2,00 ПДК), цинку (1,83 ПДК), железу общему (2,15 ПДК). Класс качества воды – 3, умеренно загрязненная, ИЗВ = 1,44 [1].

Аналогичная ситуация наблюдается по другим водным объектам области. Из приведенных данных следует, что реки Белгородской области ежегодно сбрасываются большие количества различных загрязняющих веществ, среди которых особую опасность представляют фосфаты как биогенные вещества, ускоряющие эвтрофикацию водных объектов и тяжелые металлы, представляющие собой экотоксиканты повышенной опасности.

Сброс большого количества фосфатов и тяжелых металлов (ТМ) объясняется неэффективной работой очистных сооружений, нестабильностью технологических процессов, и высокой насыщенностью области предприятиями металлообработывающего профиля. Ненормативный сброс загрязняющих веществ сказывается на качестве воды водных объектов, что можно проследить на примере – р. Северский Донец (рис. 1).



Рис. 1. Содержание фосфатов меди, никеля в воде р. Сев. Донец

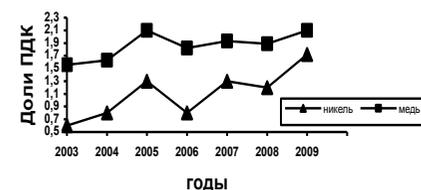


Рис. 2. Среднегодовые значения концентраций меди и никеля в сточной воде АО «Машзавод» в р. Разумная, г. Шебекино

Несоблюдение нормативов ПДС по фосфатам, меди и никелю в сточных водах перечисленных предприятий свидетельствует о несо-

вершенстве существующих систем очистки. Такие сточные воды оказывают негативное воздействие на водные объекты. Для достижения норм ПДС необходима разработка способов повышения эффективности работы очистных сооружений.

Как известно, ионы тяжелых металлов относятся к особо опасным токсикантам канцерогенного, мутагенного, тератогенного характера, обладающими кумулятивными и аддитивными свойствами. Поэтому очистка сточных вод от тяжелых металлов является очень важной задачей.

Выбор метода очистки сточных вод от ТМ, и в частности от катионов  $Cu^{2+}$  и  $Ni^{2+}$  зависит от концентрации и состава загрязнений, возможности утилизации ценных компонентов и возврата воды в производство, требуемой глубины очистки и других конкретных условий.

В настоящее время для очистки СВ от ионов тяжелых металлов применяются традиционные методы: реагентный, биологический, электрохимический, сорбционный и др.

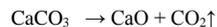
Сущность реагентных методов очистки заключается в переводе растворимых в воде веществ в нерастворимые при добавлении различных реагентов с их последующим отделением от воды в виде осадков. Недостатком реагентных методов очистки является зачастую безвозвратная потеря ценных веществ с осадками.

Для глубокой очистки сточных вод от катионов меди и никеля широко применяется сорбционная очистка, достоинством которой является высокая эффективность, возможность очистки сточных вод, содержащих несколько веществ. С технико-экономической точки зрения адсорбция весьма эффективна для извлечения из сточных вод ценных продуктов с целью их использования в замкнутом цикле основного производства. Эффективность адсорбционной очистки достигает 80-95 % и зависит от химической природы адсорбента, величины адсорбционной поверхности и ее доступности. Сорбенты не должны уменьшать адсорбционную емкость после регенерации, чтобы обеспечивать большое число циклов работы. Наиболее универсальными адсорбентами являются активированные угли. Однако, как указывалось выше, их использование ведет к значительному удорожанию процесса очистки сточных вод за счет регенерации сорбентов. Поэтому все более востребованы неорганические сорбенты, к которым относят как отходы производства (шлаки, шламы, зола, пыли), так и природные сорбенты (глины, пески, силикагели, цеолит, пермутит и др.). Сорбенты могут использоваться в нату-

ральном виде или после предварительной обработки (активации или синтеза на их основе).

Для очистки сточных вод от ионов ТМ нами предлагается использовать дефека́т – твердый отход сахарной промышленности. Дефека́т представляет собой тонкодисперсные частицы CaCO<sub>3</sub> с примесью органических веществ, которые в процессе термической обработки обугливаются. Образовавшийся углерод прочно оседает на поверхности частиц CaCO<sub>3</sub>.

Дефека́т образуется при производстве сахара из сахарной свеклы на стадии очистки свекловичного сока (сатурации). Процесс очистки сока заключается в обработке его сначала известковым молоком (суспензией Ca(OH)<sub>2</sub>, а затем газообразным оксидом углерода (IV) CO<sub>2</sub>. В процессе обработки Ca(OH)<sub>2</sub> взаимодействует с CO<sub>2</sub>, при этом образуются частицы CaCO<sub>3</sub>. Поскольку эти частицы образуются в ходе химической реакции, их размеры не превышают 60 мкм. Образующийся в ходе очистки свекловичного сока осадок (дефека́т) в качестве примесей содержит кальциевые соли щавелевой, лимонной и глюконовой кислот, а также остатки витаминов и других органических веществ ранее содержащихся в свекле. При термической обработке дефека́та в условиях, исключающих разложение органических соединений до CO<sub>2</sub> и H<sub>2</sub>O происходит их обугливание и частицы дефека́та приобретают интенсивный черный цвет. Поскольку тонкодисперсный углерод известен как хороший сорбент, можно предположить, что полученный в результате термообработки дефека́т (ТД) также должен обладать свойствами сорбента. При добавлении ТД к модельным растворам, содержащими ионы Ni<sup>2+</sup> эффективность очистки составляла 99,7%. Для повышения эффективности очистки нами была повышена температура термообработки дефека́та от 600 до 900 °С. При повышении температуры обжига происходит разложение кальциевых солей органических кислот с образованием CaO, а также начинается процесс диссоциации карбонат кальция по схеме:



и происходит сгорание углеродного слоя. Порошок приобретает светло-кремовый, а затем белый цвет. С повышением температуры обжига дефека́та увеличивается значение pH водной вытяжки дефека́та (рис.3).

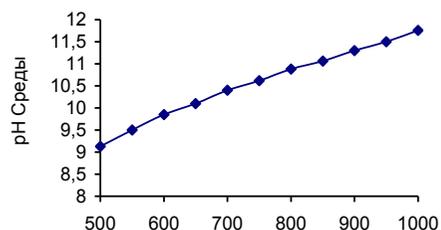
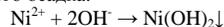


Рис. 3. Зависимость pH водной вытяжки от температуры обжига дефека́та

Таким образом, при добавлении обожженного дефека́та к модельным растворам, содержащим ионы Ni<sup>2+</sup>. В водной среде создаются благоприятные условия для образования малорастворимого осадка:



При этом эффективность очистки возрастает с повышением температуры обжига и увеличением массы добавленного ТД (рис.4,5, 6).

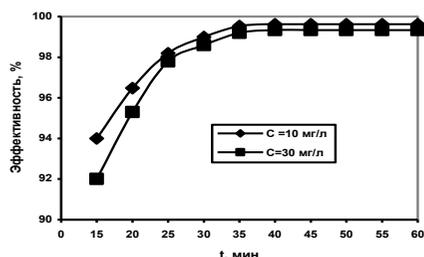


Рис. 4. Зависимость эффективности очистки модельных растворов от продолжительности термического взаимодействия на ИД (V = 100 мл, τ = 15мин, t=200С)

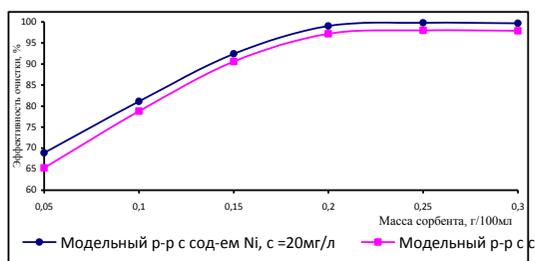


Рис. 5. Зависимость эффективности очистки модельных сточных вод, содержащих ионы никеля, от массы сорбентов

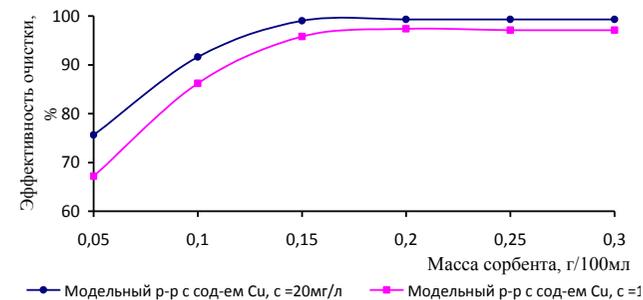


Рис. 6. Зависимость эффективности очистки модельных сточных вод, содержащих ионы меди, от массы сорбентов

Однако, как показали исследования, в данных условиях достигнуть более высокой эффективности очистки не удается, очевидно по той причине, что в нашем случае для низкоконцентрированных растворов не достигается произведение растворимости для Ni(OH)<sub>2</sub>. В экспериментах с растворами более высоких концентраций (рис.4) была достигнута эффективность очистки 99,7%.

Для подтверждения полученных данных также была проведена апробация в лаборатории ОАО «Завод - Новатор». Для исследований отбирались пробы сточных вод, поступающих по-

сле предприятия на поля фильтрации, к которым добавлялся модифицированный дефека́т в количестве 30 г/л. Смесь перемешивалась в течение 15 минут при температуре 20°С, затем фильтровалась через фильтр «белая лента». В очищенной воде определяли остаточную концентрацию ионов меди и никеля.

Результаты исследований, свидетельствующие о высокой эффективности предлагаемого способа для очистки сточных вод от многих загрязняющих веществ в том числе от тяжелых металлов представлены в таблице 2.

Таблице 2

Эффективность очистки производственных сточных вод				
№	Ингредиенты	Концентрация, мг/л		Эффективность очистки, %
		До очистки	После очистки	
1	Ионы никеля (Ni <sup>2+</sup> )	27	0,1	99,6
2	Ионы меди (Cu <sup>2+</sup> )	15	0,7	95,3

Таким образом, было доказано, что после обжига дефека́та при 600°С ТД можно использовать в водоочистке как сорбент, а при обжиге условиях температур 800-900 °С – как реагент, заменяющий CaO.

Следует отметить, что используя обожженный дефека́т, достигается цель рационального использования природных ресурсов и утилизации крупнотоннажных техногенных отходов – дефека́та.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Состояние окружающей среды и использование природных ресурсов Белгородской области в 2009 году.: справочное пособие / П.М. Авраменко, П.Г. Акулов, А.И. Анисимов и др.;

под ред. С.В. Лукина - Белгород: Константа, 2008. - 276с, стр 42-64.

2. Окружающая среда и природные ресурсы Белгородской области – Белгород, 2001. – С. 3 – 19.

3. Государственный доклад о состоянии и использовании водных ресурсов по Белгородской области в 2006 году. (Областной доклад). – Белгород, 2007. – С. 20 – 40.

4. Государственный доклад о состоянии и использовании водных ресурсов по Белгородской области в 2006 году. (Областной доклад). – Белгород, 2007. – С. 3 – 65.

## РОЛЬ ЛАНДШАФТНЫХ ИЗЫСКАНИЙ В ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОМ АНАЛИЗЕ ТЕРРИТОРИИ НА ПРИМЕРЕ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Yudina@bsu.edu.ru

На начальном этапе проведения геоэкологического анализа территории Белгородской области необходимо использовать принципы территориально-пространственного анализа природных комплексов (ландшафтов) и специфики основных факторов ландшафтогенеза.

Ландшафтное разнообразие Белгородской области зависит от характера развития, генезиса, возраста и динамики ее природно-территориальных комплексов. Наиболее сложная структура ландшафтного разнообразия свойственна типам местности. Морфолого-генетический подход к ландшафту позволяет определить его «слабые» и «сильные» стороны, а также степень устойчивости по отношению к антропогенным и техногенным воздействиям.

**Ключевые слова:** геосистема, лесостепной ландшафт; вертикальная и горизонтальная дифференциация ландшафтов; типы местности: плакорный, склоновый, надпойменно-террасовый, пойменный; геоэкологический анализ; интерполяция.

Антропоцентричность экологических исследований в сочетании с географическими изысканиями и изысканиями других смежных наук создали теоретическую, методическую и практическую основу для формирования нового геоэкологического направления.

Задачи, место и роль географических и, в частности, ландшафтных исследований в решении геоэкологических проблем и в разработке экологической концепции в научной литературе изначально были представлены работами В.Б. Сочавы, И.П. Герасимова, А.Г. Исаченко. Развитие представлений о географической экспертизе территорий с точки зрения геоэкологических позиций и выявление эколого-географических закономерностей природопользования отражено в работах Т.В. Звонковой, А.В. Дончевой, К.Н. Дьяконова, Л.К. Казакова, Н.Ф. Глазковского, В.С. Преображенского, Б.И. Кочурова, АА. Тишкова, Е.А. Позаченюк и др. Принципы ландшафтной политики в соответствии с принципами охраны природы и геоэкологического проектирования представлены К.Н. Дьяковым.

Несмотря на многообразие взглядов, отечественные исследователи сходятся в едином мнении, что конкретная геоэкологическая обстановка любой территории зависит прежде всего от зональных и региональных особенностей природных ландшафтов, а также от характера антропогенной нагрузки, которая определяется видом использования земель, плотностью населения и давностью хозяйственного освоения территории.

Сущность ландшафтного подхода в геоэкологическом анализе территории заключается в выявлении индивидуальности природы земной поверхности, организованной в сочета-

ния природно-территориальных комплексов, образующих относительно однородные по генезису территории, называемые ландшафтами, а также в учете их пространственно-временной иерархической структуры и причинно-следственных взаимосвязей между отдельными компонентами [1].

Научная организация территории Белгородской области должна основываться, прежде всего, на морфологии ландшафта. А.Г. Исаченко отмечал, что цели организации территории состоят в том, чтобы найти наилучшее применение каждой морфологической единице ландшафта [2]. Данные мероприятия организации территории должны быть строго дифференцированы по типам и видам ландшафтов, т.е. с учетом их зональных и азональных особенностей, а также их индивидуальной специфики.

Как отмечает А.В. Антипова, оценка природного эколого-ресурсного потенциала «...является одним из важнейших этапов эколого-географического анализа... и должна проводиться с учетом как общих, так и региональных особенностей исследуемых ландшафтов» [3]. Таким образом, можно констатировать, что геоэкологические исследования в регионе, в том числе и в Белгородской области, следует начинать непосредственно с анализа природно-ландшафтной дифференциации, используя принципы территориально-пространственного анализа природных комплексов и специфики основных факторов ландшафтогенеза.

Ландшафтное разнообразие Белгородской области зависит от характера развития, генезиса, возраста и динамики ее природно-территориальных комплексов. Современная ландшафтная дифференциация территории области определяется особенностями литолого-

геоморфологического компонента. Морфолого-генетический подход к ландшафту позволяет определить его «слабые» и «сильные» стороны, а также степень устойчивости по отношению к антропогенным и техногенным воздействиям. Наиболее сложная структура ландшафтного разнообразия свойственна типам местности.

Обособление типов местностей вызвано варьированием на пространстве лесостепного ландшафта литологического состава поверхностных отложений, характера подстилающих пород, гипсометрии, комплексов форм и морфологии рельефа и интенсивности современных рельефообразующих процессов [4].

Ландшафтная карта Белгородской области, созданная нами в масштабе 1:200000 с использованием ГИС-технологий, представляет собой пространственную модель уменьшенного генерализованного изображения природных комплексов на плоскости. Основой составления ландшафтной карты является перевод изображения рельефа поверхности с помощью горизонталей, как это сделано на топографической карте Белгородской области, в другую модель – в изображение рельефа контурами [5]. Колебание относительных и абсолютных высот рельефа создает бесконечное разнообразие жизненных условий в зависимости от крутизны, распределения рыхлых делювиальных наносов, выхода на поверхность водоносных горизонтов и как следствие – качественное изменение природы ландшафта, выраженное в формировании высотно-ландшафтных комплексов.

Наиболее крупной морфологической единицей в пределах региональных комплексов Белгородской области является местность, представляющая собой особый вариант характерного

для данного ландшафта сочетания урочищ. В понимании Ф.Н. Милькова «тип местности», по существу просто тип местоположений [6]. Мы, под понятием «тип местности», подразумеваем самостоятельный природно-территориальный комплекс с набором разнообразных вариантов ландшафтов объединенных единым положением в рельефе. Таким образом, нами было выделено 4 варианта типов местности в пределах Белгородской области – плакорный, склоновый, надпойменно-террасовый и пойменный.

Применение метода интерполяции позволило нам вычлнить ландшафтно-типологические слои и построить карты пространственного распределения основных типов местности Белгородской области (рис. 1-4) в изолиниях, отражающих их долю в % от общей площади исследуемой территории.

География плакоров отражена на рис. 1. Плакорный тип местности составляют пологоволнистые, всхолмленные, плоские и вогнутые слаборасчлененные эрозийными процессами и хорошо дренированные возвышенности между речей с наклоном до 3°. К плакорным ландшафтам отнесены 85 литолого-геоморфологических вариантов местоположений в пределах трех высотно-ландшафтных ярусов (высокого водораздельного, свыше 250 м; возвышенного водораздельного, от 200 до 250 м и пониженного водораздельного, ниже 200 м) [5]. В литологическом отношении – суглинистые, глинистые, меловые, суглинисто-валунные, песчаные; в почвенном покрове преобладают серые и темно-серые лесные, черноземы оподзоленные, выщелоченные, типичные, типичные карбонатные, остаточнокорбонатные, обыкновенные, обыкновенные карбонатные и солонцеватые.

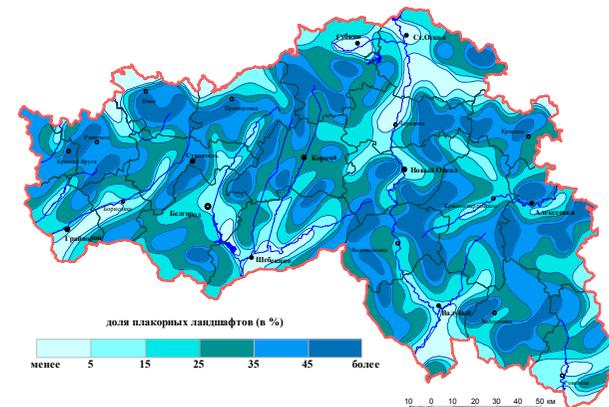


Рис. 1. Распространение плакорного типа местности по территории Белгородской области. Наибольшая площадь плакоров в северо-западной, в центральной и юго-восточной части области, где в их пределах наблюдается слабое развитие экзогенных геологических процессов.

Плакоры отличаются максимальным естественным потенциалом и обладают наибольшей устойчивостью. Однако их площадь постепенно сокращается под воздействием овражно-балочных элементов, проникающих со стороны склоновых ландшафтов.

Склоновые ландшафты отличаются динамичностью – повышенной активностью экзогенных геологических процессов, а также экспозиционной и гидрогеологической обусловленностью. Нами выделено порядка 200 литолого-геоморфологических вариантов склоновых ландшафтов, в образовании которых участвуют склоны от слабонаклоненных до покатых с формами молодого и зрелого овражно-балочного расчленения, осложненные суффозионными, карстовыми, обвально-осыпными и оползневыми

процессами с элементами древних антропогенных форм рельефа. Часто склоны долин и балок являются зонами разгрузки грунтовых вод, с характерным выходом ключей и родников [7].

География склонового типа местности представлена на рис. 2. Здесь можно отметить, что наибольшую площадь склоны занимают юго-восточную и восточную часть Белгородской области. Именно здесь и наблюдается наибольшая мозаичность данных ландшафтов. Стоит отметить, что использование склоновых земель в условиях повышенной активности экзогенных процессов и разностороннего хозяйственного воздействия (распашка, выпас скота, прокладка дорог и т.д.) требует строгого дифференцированного подхода.

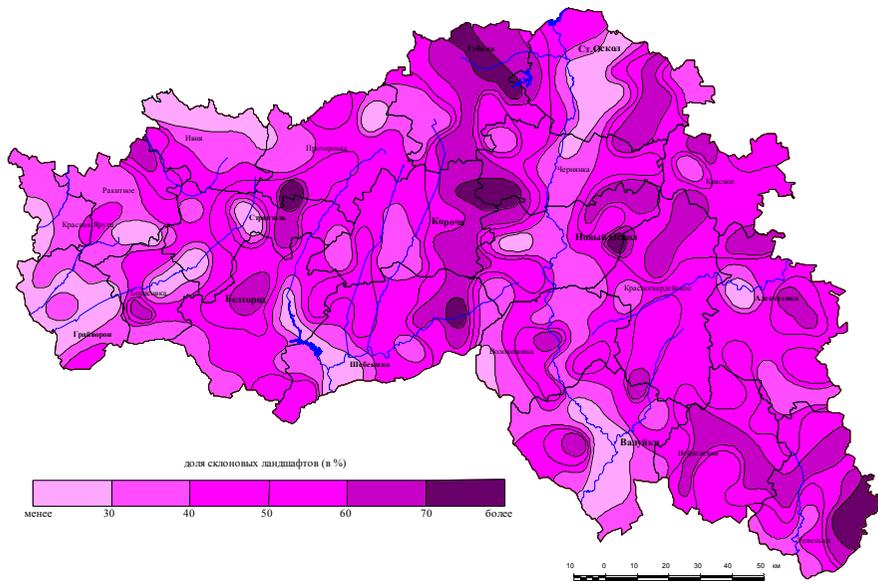


Рис. 2. Распространение склонового типа местности по территории Белгородской области

Надпойменно-террасовый тип обязан своим возникновением деятельностью водных потоков и представлен серией 4-х плейстоценовых террас. Отличается достаточно большой разнообразностью (порядка 100) литолого-геоморфологического варианта пониженного и повышенного яруса слабологих, пологих и наклоненных террас аккумулятивного и цокольного генезиса. Для террас характерно разнообразие почвенного покрова – здесь представлен практически весь комплекс почв, характерный для Белгородской области.

Наиболее выражены террасы в верхнем и нижнем течении р. Оскол, Северский Донец, Короча, Нежеголь, Ворскла (рис. 3). Хозяйственное использование террас зависит от строения, характера грунтов и почв. Аккумулятивный характер террас проявляется в накоплении химических элементов, что определяет слабую устойчивость к техногенному загрязнению. Осложняют использование данного типа ландшафтов эрозионные, оползневые, суффозионные, эоловые и абразивные процессы.

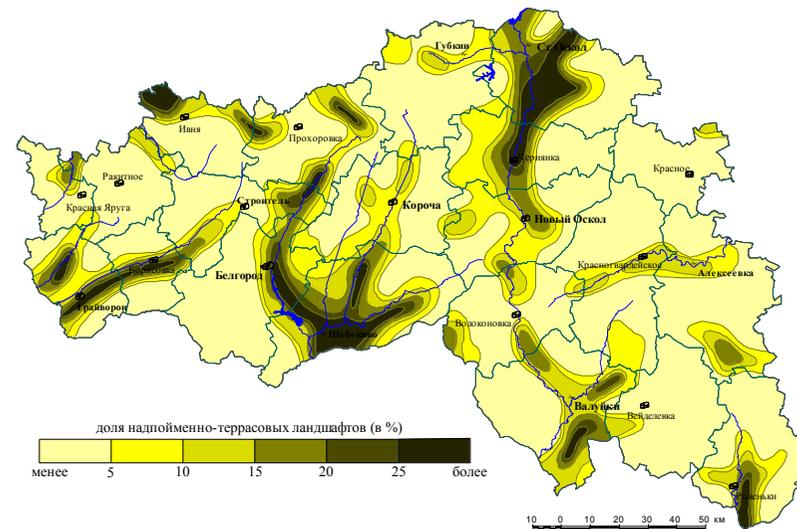


Рис. 3. Распространение надпойменно-террасового типа местности по территории Белгородской области

Основными факторами дифференциации пойм явились: симметричность, морфология речного русла, гипсометрия, рельеф и ведущие экзогенные процессы, характер литологических отложений, почвенный покров и качество субстрата. Всего нами было выделено 70 вариантов пойменных комплексов.

География пойменного типа местности представлена на рис. 4. Логично, что пойменные

ландшафты приурочены к речным долинам, но площадь их варьирует от менее 5 до более 25 % на разных отрезках гидрографической сети. Наибольшей площадью пойменных ландшафтов отличаются Грайворонский (22,90 %), Валуйский (22,11 %) и Краснояружский (18,57 %) районы. Наименее всего поймы представлены в Вейделевском (6,97 %) и Красненском (6,87 %) районах [8].

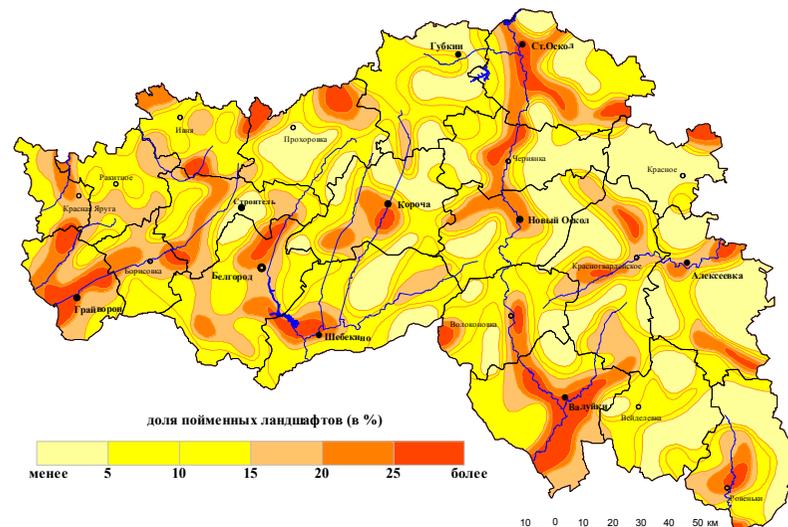


Рис. 4. Распространение пойменного типа местности по территории Белгородской области

Поймы Белгородской области также интенсивно освоены человеком. Однако в геоэкологическом отношении и при комплексном использовании пойменных комплексов, следует учитывать, что это наиболее динамичные системы и наименее устойчивы к техногенным нагрузкам.

**Заключение.** Основным материалом для целей геоэкологического анализа служит карта природных ландшафтов. Являясь основой проведения комплексной геоэкологической оценки территории Белгородской области, она обобщает целый ряд карт природных условий (почвенной, четвертичных отложений, топографической и др.).

По результатам ландшафтного картирования возможно прогнозирование ожидаемых изменений в ландшафтной структуре (например, деградационных процессов почв и растительности, сокращения лесных урочищ, подъема уровня грунтовых вод, развития заболочиваемости, подтопления, и активизации экзогенных геологических процессов и т.д.).

Ландшафтный анализ территории позволяет определить нормы и варианты предпочтительных антропогенных нагрузок, рационально подойти к вопросу использования земельных ресурсов и природопользования в целом.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дьяконов, К.Н. Ландшафтоведение в современном обществе и актуальные задачи ландшафтных исследований / Ландшафтоведение: теория, методы, региональные исследования, практика // К.Н. Дьяконов: Матер. XI Международной ландшафтной конференции. – М.: Географический факультет МГУ, 2006. – С. 8-13.

2. Исаченко, А.Г. Введение в экологическую географию / А.Г. Исаченко // - СПб.: Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2003. – 192 с.

3. Антипова, А.В. География России. Эколого-географический анализ территории / А.В. Антипова // - М.: МНЭПУ, 2001. – 208 с.

4. Петин, А.Н. Исследование ландшафтной структуры особо охраняемых природных территорий на примере охотничьего комплекса «Белоречье» / А.Н. Петин, Ю.В. Юдина, Н.В. Назаренко // Геология, География и Глобальная энергия. - 2009, № 4 (35). – С.64-66.

5. Юдина, Ю.В. Типы местностей Белгородской области: опыт ландшафтной дифференциации плакоров / Ю.В. Юдина // Проблемы региональной экологии. – 2005. – № 6. – С. 92-100.

6. Лесостепь и степь Русской равнины / Г.Д. Рихтер, Ф.Н. Мильков; Под ред. Ф.Н. Милькова. – М.: Изд-во АН СССР, - 1956. – 296 с.

7. Петин, А.Н. Особенности ландшафтной структуры Юго-западного склона среднерусской возвышенности (на примере Белгородской области) // А.Н. Петин, Ю.В. Юдина / Ландшафтоведение: теория, методы, региональные исследования, практика // К.Н. Дьяконов: Матер. XI Международной ландшафтной конференции. – М.: Географический факультет МГУ, 2006. – С. 219-222.

8. Юдина, Ю.В. Пойменные ландшафты Белгородской области / Ю.В. Юдина // Матер. III-й междунар. науч. конф.: Проблемы природопользования и экологическая ситуация в Европейской России и сопредельных странах. М.; Белгород, Изд-во БелГУ. – 2008.- Ч. 2. Экологические проблемы и ситуации. - С. 157-162.

Корнилов А. Г., д-р геогр. наук, проф.,  
Лопина Е. М., канд. геогр. наук, асс.,  
Гененко И. А., канд. геогр. наук, доц.,  
Стаценко Е. А., асс.

Белгородский государственный национальный исследовательский университет

#### РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАЗРАБОТКЕ КАРТ РЕКРЕАЦИОННОЙ НАГРУЗКЕ

kornilov@bsu.edu.ru

В статье на региональном уровне рассматриваются социально-географические аспекты общественного природопользования и оценка эстетико-потребительских параметров среды, определяющих рекреационную нагрузку. Определены коэффициенты репрезентации среды, радиусы рекреационного природопользования; рассчитана рекреационная нагрузка и представлен пример построения районной карты распределения рекреационной нагрузки.

**Ключевые слова:** методика социально-географического исследования, расчет рекреационной нагрузки, карта распределения рекреационной нагрузки, общественное природопользование, эстетика природной среды, репрезентация среды.

Изучение социально-географических аспектов природопользования в целом, оценка эстетических свойств и ресурсов общественного природопользования являются важным направлением социально-экологических исследований, так как непосредственное взаимодействие населения с окружающей средой является вторым по значимости. Имеется достаточно длинный ряд исследований, посвященных обозначенной проблематике [1, 4-8]. В настоящее время назрела необходимость проведения подобных исследований в масштабе регионов с возможностью затронуть проблемы изучения общественного природопользования и эстетических параметров среды конкретного «объединенного» поселения или их системы.

В Белгородской области в течение ряда лет проводятся исследования социально-географических аспектов общественного природопользования и оценки эстетико-потребительских параметров среды, определяющих рекреационную нагрузку [2, 3].

В исследовании мы указываем на то, что эстетическое восприятие может происходить в разных масштабах и на любом расстоянии, при этом отражая как облик (визуальный образ) населенного пункта в целом, так и его части. Ландшафт способен объединять в себе различные образы, поэтому оценке подлежит не только отдельно взятый пейзаж, но и некая среда. При этом исследуются те части жизненного пространства, среды (ареалы), которые включают территорию населенного пункта и его ближайшее окружение. Кроме того, в результате исследования устанавливается несколько в той или иной степени различающихся образов описываемого пространства (процесс осознанного отбора элементов воспринимаемой действительности – «репрезентация»). Результатом построения такой научной модели должны выступать количественные показатели (коэффициенты) эстетико-потребительских параметров среды (понимаются как величины, харак-

теризующие какие-либо эстетические и потребительские свойства среды).

Использование предложенной модели для проведения конкретного исследования предопределило необходимость уяснения методологических подходов и разработки специальной методики изучения социально-географических аспектов общественного природопользования и оценки эстетико-потребительских параметров среды [2]. Ниже представлен фрагмент методики, содержащий процедуру расчета наиболее информативных и репрезентативных параметров пространственных ареалов:

1. Оценка частоты возникновения репрезентаций объекта по трем выделенным пространственно-временным формам. Кроме того, на данном этапе расчетов, осуществляется оценка частоты возникновения репрезентаций природных объектов в вышеуказанных пространственных ареалах по  $i$ -му населенному пункту:

2. Оценка удовлетворенности от наблюдаемого пейзажа в пределах пространственного ареала  $i$ -го населенного пункта.

3. Оценка предпочтительности рекреационного использования  $i$ -го объекта по  $i$ -му населенному пункту.

4. Оценка предпочтительности использования объектов в пределах ареала перспективной деятельности.

5. Оценка рекреационной нагрузки на пространственный ареал. Алгоритм оценки можно выразить следующей формулой:

$$R = \frac{\sum_{i=1}^n N_i \times T_i}{S_i},$$

где  $R$  – рекреационная нагрузка на ареал, человеко-выходов в год/га ( $\text{км}^2$ );  $N_i$  – численность  $i$ -той группы рекреантов, человек (не учитывается категория населения, которая не использует ареал в целях рекреации);  $T_i$  – число выходов  $i$ -той груп-

пы рекреантов в год (число мнений о возможном рекреационном использовании);  $S_i$  – площадь ареала реального рекреационного использования, га ( $\text{км}^2$ ) (исходные данные для расчета – результаты изучения пространственных и временные характеристики общественного природопользования);  $n$  – число групп.

На данном этапе осуществляется сведение в таблицу рассчитанных коэффициентов, проведение одномерного статистического анализа показателей и поиск статистических соответствий между различными показателями.

Полученные на всех этапах исследования результаты позволяют дифференцировать социально-географические особенности общественного природопользования и эстетико-потребительские параметры среды, а также выявить основные характеристики репрезентаций в конкретном населенном пункте, осуществить поиск статистических соответствий между размером, типом населенных пунктов, характером вмещающей их природной среды и эстетическо-потребительскими параметрами, а также иными возможными показателями. Так, например, некоторые различия в эстетических оценках были отмечены при установлении зависимости коэффициента положительной репрезентации наблюдаемого пейзажа от процента коренных жителей в населенном пункте ( $r = 0,4795$ ;  $p = 0,00040$ ). Прослеживается определенная (умеренная) связь между коэффициентом положительной репрезентации наблюдаемого пейзажа и длительностью проживания в населенном пункте ( $r = 0,5783$ ;  $p = 0,00002$ ). Связи между такими показателями как уровень образования, социальный статус, с одной стороны, и эстетическими оценками наблюдаемого пейзажа, с другой, практически отсутствуют ( $r$  от  $-0,2689$  до  $0,1990$ ). Обнаружена слабая зависимость между возрастом

и коэффициентом положительной репрезентации наблюдаемого пейзажа ( $r = 0,3634$ ,  $p = 0,0111$ ).

Кроме того, были установлены определенные зависимости между обозначенными индивидуальными характеристиками респондентов, эстетическими оценками и предпочтительным местом проживания: зависимость коэффициента положительной репрезентации наблюдаемого пейзажа от доли жителей, предпочитающих сельскую местность ( $r = 0,4100$ ;  $p = 0,0160$ ); зависимость числа жителей, предпочитающих сельскую местность, от среднего возраста ( $r = 0,5945$ ;  $p = 0,000005$ ); зависимость числа жителей, предпочитающих сельскую местность, от социального статуса: а – пенсионеры ( $r = 0,4136$ ;  $p = 0,0028$ ); б – учащиеся и студенты ( $r = 0,3945$ ;  $p = 0,0046$ ) (используется известная классификация тесноты связи в зависимости от показателя « $g$ » [8]).

Для традиционного сельского и переходного типа населенных пунктов выявлена довольно умеренная зависимость уровня пейзажной удовлетворенности от числа жителей населенного пункта. Предположив, что плотность населения и площадь населенного пункта влияют на особенности эстетического восприятия ландшафтов, мы провели типизацию населенных пунктов области по плотности населения и обнаружили, как и в первом случае (зависимость уровня пейзажной удовлетворенности от числа жителей населенного пункта), положительную динамику, но не имеющую тесную связь. Определенные зависимости выявлены при анализе влияния конкретных объектов, наблюдаемых респондентами, и их суммы на уровень пейзажной удовлетворенности (коэффициент положительной репрезентации).

В табл. 1 представлены результаты исследования эстетико-потребительских параметров по одной из пространственно-временных форм.

Таблица 1

Фрагмент таблицы «Частота упоминания респондентами элементов среды (в долях единицы) в различных типах населенных пунктов типов наблюдаемого пейзажа»\*

Тип населенного пункта	Коэффициент репрезентации (в долях единицы)									
	поле / луг	лесной массив	парк	сад	огород	одиноч. растения	река	пруд / озеро	формы рельефа	$K_p$
Города	0,05± 0,02	0,05± 0,04	0,04± 0,02	0,06± 0,04	0,03± 0,03	0,08± 0,03	0,04± 0,03	0,01± 0,01	0,02± 0,02	0,37± 0,09
Поселки городского типа	0,04± 0,02	0,05± 0,04	0,02± 0,03	0,09± 0,08	0,06± 0,02	0,08± 0,05	0,01± 0,01	0,02± 0,02	0,01± 0,01	0,36± 0,15
Сельские населенные пункты	0,13± 0,09	0,08± 0,09	0,01± 0,02	0,12± 0,10	0,06± 0,04	0,09± 0,06	0,04± 0,04	0,02± 0,03	0,03± 0,04	0,58± 0,15
Все населенные пункты	0,10± 0,08	0,07± 0,08	0,01± 0,02	0,11± 0,10	0,06± 0,04	0,09± 0,05	0,03± 0,04	0,02± 0,03	0,02± 0,04	0,51± 0,18

Примечание:  $K_p$  – коэффициент суммарной репрезентации природных объектов.

\*Статистический анализ результатов исследования показал, что деление населенных пунктов на три категории в изучаемом аспекте является условным и не может служить теоретической основой их классификации. На условность первоначально выбранной классификации указывают, в том числе имеющееся в ряде случаев значительное отклонение от допустимых значений стандартного отклонения при расчете средних значений показателей по каждому типу населенного пункта.

Результаты анализа пейзажеобразующей роли отдельных элементов ландшафта не отличаются от ранее известных оценок и подтверждают, что наиболее привлекающими и вместе с тем наиболее запоминающимися с эстетической точки зрения являются растительность (лесной массив, парк, сад, одиночные растения) и водные объекты (река, пруд/озеро). Анализ результатов репрезентации элементов среды показал, что в 27 (детская репрезентация) и в 23 (предпочтительный пейзаж) населенных пункта первое место принадлежит лесному массиву.

Второе место в 16 и 20 населенных пунктах соответственно занимает река. Амплитуда колебаний значимости (места) одних элементов незначительна: лесной массив, река, пруд/озеро, в то время как роль других объектов существенно меняется в разных поселениях, что особенно характерно для парка, который разбивается в городских и крупных сельских населенных пунктах, и поля/луга.

Таким образом, можно отметить различия двунаправленного характера: внутрикомпонент-

ные различия (например, если растительность в целом оценивается высоко, то имеются различия в оценках леса, парка, сада и одиночной растительности) и внутрирегиональные различия, обусловленные географическими условиями проживания и, соответственно, уровнем представленности объектов; количественными характеристиками изучаемых населенных пунктов; социально-демографическими особенностями и т.д. Проведенное исследование дало представление, в том числе и о рекреационной деятельности населения, пространственной дифференциации рекреационной нагрузки и факторах, влияющих на процессы формирования рекреационных предпочтений.

В таблице 2 представлены характеристики основных параметров общественного природопользования и результаты расчета рекреационной нагрузки на примере сельских населенных пунктов Яковлевского района Белгородской области.

Таблица 2

Фрагмент таблицы «Расчет рекреационной нагрузки на ареалы сельских населенных пунктов Яковлевского района Белгородской области»

Наименование населенного пункта	Численность групп рекреантов (N) в зависимости от частоты рекреационных выходов			$R_1$	$R_2$	$R_3$	Рекреационная нагрузка на ареал, человеко-выходов в год/га*
	1-4 выхода в месяц $N_1$ (38,22%)	3-4 выхода в полгода $N_2$ (28,15%)	1-2 выхода в год $N_3$ (19,92%)				
Красное	52	38	27	18,1	3,09	0,47	22
Шипелевка	13	9	7	4,53	0,73	0,12	5
Алексеевка	451	332	235	157	27	4,1	188
Луханино	106	78	55	37	6,35	0,96	44
Черкасское	162	119	84	56,5	9,69	1,47	68
Ямное	12	9	6	4,19	0,73	0,1	5
Дмитриевка	455	335	237	159	27,3	4,13	190
Сырцево	8	6	4	2,79	0,49	0,07	3

$V$  – Средняя частота посещения в неделю, раз;  $V_1$  – Общая частота посещения в неделю, раз (на 1 жителя);

$r$  – Средний радиус ареала, км;  $R$  – Рекреационная нагрузка на ареал, человеко-выходов в год/га.

Достаточно большой массив полученной информации и решение задачи вычисления закономерностей в зависимостях частоты посещения от расстояний и эстетико-потребительских параметров, в том числе предпочтительности наблюдения, рекреационного использования. То есть, частота посещения и рекреационная нагрузка – функция, как расстояния, так и параметров, отражающих потребительские свойства:  $y = f(r; m; n)$ , где  $r$  – радиус общественного природопользования,  $m$  – коэффициент предпочтения между элементами среды;  $n$  – коэффициент, учитывающий дополнительную привлекательность (наличие какого-либо ресурса, общепризнанная привлекательность места и т.д.).

Вычисленные данные позволяют автоматизировать процесс построения карт рекреационной нагрузки на земли местных поселений и для более обширных районов.

Разработка карт рекреационной нагрузки предполагает проведение следующих этапов:

1. Выявление ареалов предпочтительной доступности вокруг поселений, включающих зоны случайного посещения (необходимо обозначить как условную частоту захода в нее людей) и зоны целевого посещения, расчет их средних радиусов ареалов – построение карты рекреационной нагрузки для каждого ареала (создание слоя целевого посещения для конкретного населенного пункта).

2. Привязка выявленных ареалов целевых посещений к четко выраженным на топографиче-

ских картах эстетически значимым объектам, исходя из оценок ландшафтных предпочтений (в городе или поселке городского типа: парк, аллея, площадь; в окрестностях: лес, водоем, балка с лесополосой). Исходя из ландшафтных предпочтений респондентов, могут быть установлены наиболее рекреационно-значимые объекты: парк – в поселке; лес, река и пруд – в окрестностях и рассчитана рекреационная нагрузка на единицу площади.

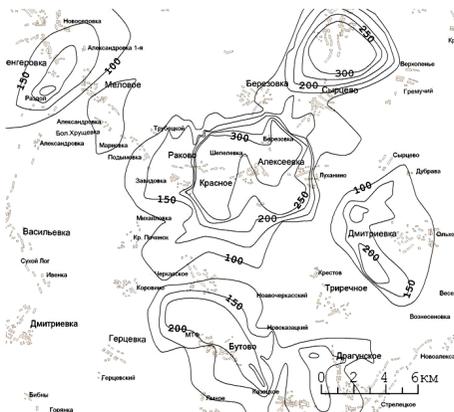


Рис. 1. Изолинии фоновой рекреационной нагрузки на территорию запада Белгородской области (Ивнянский, Ракитянский, Яковлевский район) (фрагмент) (человеко-выходов в год/км²)

5. Расчет рекреационной нагрузки на эстетически значимые объекты. Зная коэффициент рекреационного использования каждого объекта и суммарную рекреационную нагрузку на ареал, можно рассчитать рекреационную нагрузку на 1 га (или км²) исследуемого объекта.

Формирование массивов информации о социально-географических аспектах общественно-природопользования и оценки эстетико-потребительских параметров среды, полученные районные карты рекреационной нагрузки должны явиться основой составления региональной прогнозной карты рекреационной нагрузки.

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Веденин Ю.А. Опыт выявления и картирования пейзажного разнообразия природных комплексов / Ю.А. Веденин, А.С. Филиппович // Географические проблемы организации туризма и отдыха. Вып. 2. – М., – 1975. – С. 27-33.  
 2. Гененко И.А. Методика изучения социально-географических аспектов общественного природопользования и оценки эстетико-потребительских параметров среды: Метод. пособие / И.А. Гененко, Е.М. Лопина, А.Г. Корнилов – Белгород: ИПЦ «ПОЛИТЕРРА», 2009. – 44 с.  
 3. Корнилов, А.Г. Оценка эстетико-потребительских параметров ландшафта в усло-

3. Наложение слоев, в результате – создание интегрального слоя для близко расположенных населенных пунктов. Полученные полигоны зон доступности (ареалы), находящиеся в разных слоях, последовательно накладываются друг на друга.

4. Построение карт изолиний фоновой рекреационной нагрузки (рис. 1).

виях современного землепользования (на примере поселков городского типа Белгородской области) / А.Г. Корнилов, А.П. Федутенко, Е.М. Лопина // Научные ведомости БелГУ №21(92), выпуск 13, 2010. – С.168-173.

4. Лихачева Э.А. Рельеф среды жизни человека (экологическая геоморфология) / Э.А. Лихачева, Д.А. Тимофеев. – М.: Медиа-Пресс, 2002. – 640 с.

5. Мухина Л.И. Оценка природных условий / Л.И. Мухина, Ю.А. Веденин, Н.А. Данилова // Теоретические основы рекреационной географии. – М.: Наука, 1975. – С. 131-158.

6. Николаев В.А. Ландшафт – явление эстетическое // Материалы XI междунар. ландшафтной конференции «Ландшафтоведение: теория, методы, региональные исследования, практика. Ред. Коллегия: К.Н. Дьяконов, Н.С. Касимов и др. – М.: Географический факультет МГУ, 2006. – С. 711-713.

7. Фролова М.Ю. Оценка эстетических достоинств природных ландшафтов / М.Ю. Фролова // Вестн. Моск. ун-та. – Сер. 5, География. – 1994. – №24. – С. 27-33.

8. Эрингис К.И. Эстетические ресурсы ландшафта Литвы. Картограмма / К.И. Эрингис, А.Р. Будрюнас. – Вильнюс, 1968.

Черняев А. В. д-р техн. наук, проф., Павлов А. А., аспирант МАТИ - Российский государственный технологический университет имени К.Э. Циолковского

**ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛИ РАСТЕКАНИЯ НЕФТИ ПО РУСЛУ МАЛОГО ВОДОТОКА ПРИ ЛАМИНАРНОМ РЕЖИМЕ ТЕЧЕНИЯ**

pavlovandrey@list.ru

В статье рассмотрены вопросы построения математической модели распространения нефти в акватории малого водотока в случае ламинарного режима течения воды. Особое внимание уделено совместно рассмотрению процессов растекания нефтяного загрязнения и его переноса током реки.

Ключевые слова: разлив нефти, математическое моделирование, растекание нефти, перенос нефти, малый водоток.

Изучению и моделированию аварийных разливов нефти посвящено большое число научных работ [1,2,3]. Однако не существует единого подхода к описанию процессов распространения нефтяного загрязнения в акватории малого водотока и общепринятой системы моделей. Существующие в настоящее время модели распространения нефтяного загрязнения по акваториям водотоков основаны на изолированном рассмотрении процессов растекания нефти и переноса нефтяного загрязнения течением [2,3].

В то время как наименее изученной в этой области является проблема совместного распространения процессов растекания нефтяного загрязнения под действием гравитации и переноса нефтяного загрязнения течением водотока [4]. Это связано с необходимостью совместного рассмотрения процессов, происходящих во временной и пространственной области. Так скорость гравитационного растекания нефти зависит от времени с начала разлива, а скорость течения водотока определяется гидрологическими параметрами русла.

Дополнительной принципиальной сложностью является невозможность проведения полноценных натуральных экспериментальных исследований, что затрудняет проверку адекватности и точности моделей аварийных разливов нефти.

Целью настоящей работы является построение математической модели, позволяющую рассчитывать скорость распространения нефтяного загрязнения по руслу малого водотока, в случае ламинарного режима течения, вычислять время подхода нефтяного загрязнения к заданному створу и строить зависимость площади нефтяного загрязнения от времени с начала аварийного разлива.

Таким образом, достижение поставленной цели сопряжено с решением следующих задач: построение модели растекания нефтяного загрязнения по акватории малого водотока, разработкой совокупной модели растекания и переноса нефтяного загрязнения в условиях ламинарного режима течения.

Модельное представление растекания нефти по акватории малого водотока

При рассмотрении процесса растекания нефти практический интерес представляют гравитационно-инерциальная и гравитационно-вязкая фазы растекания, продолжительность которых составляет до 10<sup>6</sup> секунд. Как показано в работе [3], протяженность нефтяного разлива для гравитационно-инерционной и гравитационно-вязкой фаз растекания может быть вычислена с помощью соотношений (табл. 1).

Таблица 1

Основные характеристики фаз растекания		
Фазы растекания	Протяженность разлива, м	Продолжительность фазы, с
гравитационно-инерционная	$L_1(t) = 1,7 \cdot \sqrt{\frac{g \cdot Q \cdot \Delta}{b}} \cdot \sqrt[3]{t^2}$	$t_1 = \sqrt[3]{\frac{Q}{\Delta \cdot g \cdot \nu_B}}$
гравитационно-вязкая	$L_2(t) = 1,5 \cdot \sqrt{\frac{g \cdot \rho_H \cdot Q^2 \cdot \Delta}{b^2 \cdot \rho_B \cdot \sqrt{\nu_B}}} \cdot \sqrt[3]{t^3}$	$t_2 = \frac{\rho_B}{G} \sqrt[3]{\Delta \cdot g \cdot \nu_B \cdot Q^2}$

где  $L_1(t)$ ,  $L_2(t)$  – протяженность нефтяного разлива прямоугольной формы для гравитационно-инерционной и гравитационно-вязкой фаз соответственно, м;  $g$  – ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>;  $Q$  – объем нефти на поверхности водотока, м<sup>3</sup>;  $\rho_B$  и  $\rho_H$  – плотности воды и нефти соответственно, кг/м<sup>3</sup>;  $\Delta = (\rho_B - \rho_H) / \rho_B$ ;  $b$  – ширина водотока, м;  $t$  – время с начала разлива нефти, с;  $\nu_B$  – кинематическая вязкость воды, м<sup>2</sup>/с;  $G$  – тензор напряжений определенный силами трения на границе вода-нефть.

Продифференцировав зависимости протяженности нефтяного разлива от времени, представленные в табл.1, по времени, были получены зависимости скорости растекания нефти для гравитационно-инерционной и гравитационно-вязких фаз растекания (табл. 2).

Таблица 2

**Скорость растекания нефтяного разлива**

Фазы растекания	Скорость растекания, м/с
гравитационно-инерционная	$V_{РАСТЕК\_1}(t) = \frac{3,4}{3} \cdot \sqrt[3]{\frac{g \cdot Q \cdot \Delta}{b \cdot t}}$
гравитационно-вязкая	$V_{РАСТЕК\_2}(t) = \frac{9}{16 \cdot \sqrt[8]{t^3}} \cdot \sqrt[4]{\frac{g \cdot \rho_{н} \cdot Q^2 \cdot \Delta}{b^2 \cdot \rho_{в} \cdot \sqrt{V_{в}}}}$

**Совместное рассмотрение процессов растекания и переноса нефтяного загрязнения**

Распространение нефтяного загрязнения по водотоку можно представить как суперпозицию двух процессов: процесса растекания нефтяного разлива и процесса переноса нефтяного разлива течением водотока.

Для описания процесса переноса нефтяного разлива течением водотока была построена математическая модель движения воды в русле малого водотока. Построение модели водотока производилось посредством представления русла в виде множества участков прямоугольной формы, расположенных перпендикулярно оси русла, которые для определенности были названы линейными. После чего, для каждого линейного участка задавались параметры его характеризующие, а именно: ширина водотока, протяженность линейного участка, глубина водотока, тип профиля поперечного сечения русла водотока (прямоугольный, треугольный, эллиптический, трапециевидный) гидравлический уклон, гидравлический радиус, коэффициент шероховатости донной поверхности и коэффициент кинематической вязкости воды. На основании введенных параметров производится расчет средней скорости течения воды для каждого линейного участка, посредством решения уравнения Кольбрука-Уайта [6]

$$V_{T\_SR}(x) = \frac{8 \cdot R_G(x) \cdot g \cdot i(x)}{\sqrt{-2 \cdot \lg \left( \frac{37 \cdot v_B + 8 \cdot \sqrt{2 \cdot K(x)^2 \cdot R_G(x) \cdot g \cdot i(x)}}{236,8 \cdot \sqrt{2 \cdot R_G(x)^5 \cdot g \cdot i(x)}} \right)}}$$

где  $V_{T\_SR}(x)$  – средняя скорость течения водотока,  $R_G(x)$  – отношение площади сечения водотока к той части периметра русла, по которой происходит соприкосновение потока с береговой поверхностью,  $i(x)$  – гидравлический уклон,  $K(x)$  – коэффициент шероховатости для  $x$ -го линейного участка,  $v_B$  – коэффициент кинематический вязкости,  $g$  – ускорение свободного падения.

В случае ламинарного режима течения имеет место пространственное распределение поля скоростей в поперечном профиле русла водотока. Для математического описания про-

странственного распределения линейный участок представлялся в виде множества элементарных площадок. Как было показано в работе [6], распределение скоростей для поперечного сечения русла эллиптической формы описывается следующим выражением:

$$V_{TECH}(x, y, z) = V_{T\_SR}(x) \cdot \frac{(b/2)^2 h^2}{(b/2)^2 + h^2} \left( 1 - \frac{y^2}{(b/2)^2} - \frac{(z-h)^2}{h^2} \right),$$

где  $V_{TECH}(x)$  – скорость течения водотока,  $h$  – глубина русла водотока,  $b$  – ширина русла водотока,  $y, z$  – координаты, характеризующие ширину и глубину русла, соответственно. В случае осесимметричного сечения трапециевидной, треугольной и прямоугольной форм, распределение скоростей может быть рассчитано с помощью следующего выражения [6]:

$$V_{TECH}(x, y, z) = 2 \cdot V_{T\_SR}(x) \cdot \left( \frac{z}{h} \right)^{1/m} \left\{ 1 - \left| \frac{2y}{b} \right| \right\}^{\left[ \frac{2b}{m+0,1h} - 1 \right]}$$

, где  $m$  – ширина дна русла водотока,  $a$  – ширина водотока у уреза воды,  $h$  – глубина водотока,  $y, z$  – координаты, характеризующие ширину и глубину русла, соответственно.

Расчет скорости течения жидкости в элементарной площадке вычислялся как среднearифметическое значение скоростей течения в узлах элементарной площадки.

Распространение нефтяного загрязнения вниз и вверх по течению водотока происходит с различными скоростями. Скорость перемещения нефти вниз и вверх по течению водотока определяется с помощью следующих соотношений:

$$V_{РАСП\_ВН}(x, y, t) = V_{TECH}(x, y) + V_{РАСТЕК}(t),$$

$$V_{РАСП\_ВВ}(x, y, t) = V_{TECH}(x, y) - V_{РАСТЕК}(t),$$

где  $V_{РАСП\_ВН}(x, y, t)$ ,  $V_{РАСП\_ВВ}(x, y, t)$  – скорости распространения нефти вниз и вверх по течению, соответственно,  $V_{TECH}(x, y)$  – скорость течения в  $y$ -ой элементарной площадке  $x$ -ого линейного участка,  $V_{РАСТЕК}(t)$  – скорость растекания нефтяного разлива. Таким образом, скорость перемещения нефтяного разлива вниз по течению реки, будет характеризовать движение фронта разлива, а скорость перемещения вверх по течению – скорость движения «хвоста» разлива.

Для вычисления скорости распространения нефтяного в случае ламинарного режима течения был использован подход, заключающийся в том, что среди массива элементарных площадок, выбираются площадки, имеющие максимальное значение скорости течения водотока. Так как скорость растекания нефтяного разлива зависит от времени, то распространение нефтяного разлива в условиях ламинарного режима течения будет происходить с наибольшей скоростью по выбранным элементарным площадкам. Для определенности назовем эти площадки – центральными. Для соотнесения распространения нефтяного разлива вниз и вверх по течению с протяженностью элементарных площадок, был введен расчетный такт – интервал времени, характеризующий перемещение нефтяного разлива вниз по течению на один линейный участок по центральной площадке. Продолжительность расчетного такта вычисляется с помощью соотношения

$$t(T) = \frac{L}{V_{T\_MAX}(x) + V_{РАСТЕК}(T)},$$

где  $T$  – номер расчетного такта,  $V_{T\_MAX}(x)$  – скорость течения воды в центральной площадке  $x$ -ого линейного участка,  $L$  – длина линейного участка. При этом приращение площади нефтяного разлива для центральной площадки при распространении вниз по течению составит  $\Delta S_{VNZ}(T, x, y) = L \cdot b(x) / c$ , где  $b(x)$  – ширина  $x$ -го линейного участка,  $c$  – количество элементарных площадок в линейном участке. Для остальных элементарных площадок скорость распространения нефтяного разлива может быть вычислена следующим образом. В случае, когда за интервал времени, необходимый нефтяному разливу

$$S_{VNZ}(x+1, y, T) = (L - L_{VNZ}(x, y, T) + L_{VNZ}(x+1, y, T)) \cdot b(x) / c$$

Аналогичным образом вычисляется перемещение нефтяного загрязнения вверх по течению водотока, с той лишь только разницей, что вместо суммы скоростей течения водотока и растекания нефти используется их разность.

**Верификация и апробация модели**

Для верификации модели распространения нефтяного загрязнения в ламинарном режиме, были взяты данные одного из разливов нефти произошедшего на нефтепроводе Харьяга-Усинск в 1994 году [7]. В результате рассматриваемого нефтяного разлива из аварийного участка нефтепровода за 87 минут вылилось 2685 м<sup>3</sup> нефти, плотностью 860 кг/м<sup>3</sup>. Вследствие разлива, нефтяное загрязнение попало в реку Колва, имеющую протяженность 48 км и ширину в диапазоне от 248 до 314 метров. Используя исходные данные, было проведено разбиение водотока на 1920 линейных участков, по

для прохождения центральной площадки, нефтяной разлив не проходит границу элементарной площадки, пройденное разливом расстояние может быть вычислено из следующего соотношения:

$$L_{РАСТЕК}(x, y, T) = (V_{РАСТЕК}(T) + V(x, y)) \cdot t(T).$$

При этом, площадь нефтяного разлива вычисляется из следующего соотношения:

$$\Delta S_{VNZ}(T, x, y) = L_{РАСТЕК}(x, y, T) \cdot b(x) / c.$$

В случае, когда за интервал времени, необходимый нефтяному разливу для прохождения центральной площадки, нефтяной разлив проходит границу элементарной площадки, вычисляются два расстояния: одно – пройденное в элементарной площадке  $x$ -го линейного участка, второе – пройденное в элементарной площадке линейного участка  $x+1$ . Расстояние, пройденное разливом в элементарной площадке  $x$ -го линейного участка, вычисляется как разница между длиной элементарной площадки и расстоянием, пройденное нефтяным разливом в предыдущий расчетный такт. А время, необходимое для прохождения нефтяным разливом элементарной площадки  $x$ -го линейного участка

$$t_{VNZ}(x, y, T) = \frac{L - L_{РАСТЕК}(x, y, T)}{V_{РАСТЕК}(T) + V(x, y)}$$

Расстояние, пройденное в элементарной площадке  $x+1$ -го линейного участка, может быть вычислено по следующей формуле:

$$L_{РАСТЕК}(x+1, y, T) = (V_{РАСТЕК}(T) + V(x+1, y)) \cdot (t(T) - t_{VNZ}(x, y, T))$$

Приращение площади нефтяного разлива может быть вычислено из следующего соотношения:

30 элементарных площадок в каждом. Результаты расчетов скорости распространения и площади нефтяного загрязнения представлены в графической форме на рисунках 1 и 2.

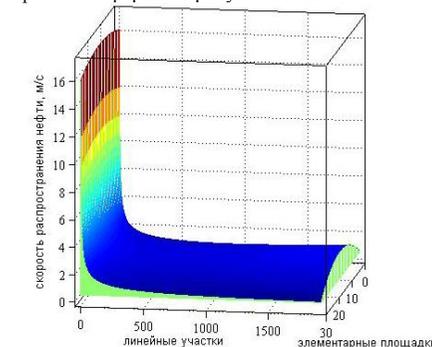


Рис. 1. Скорость распространения нефти в р. Колва

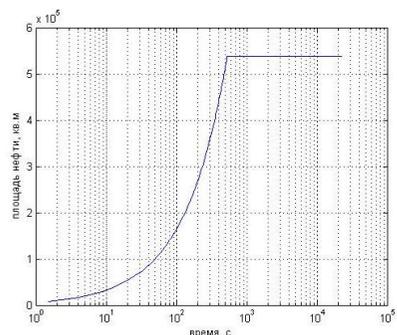


Рис. 2. Зависимость площади нефтяного разлива от времени

Как видно из рисунка 2, увеличение площади нефтяного разлива продолжается до достижения разливом минимальной толщины пленки, что составляет временной интервал 500 секунд. После чего, растекание нефти прекращается, и дальнейшее распространение загрязнения происходит со скоростью течения водотока.

Используя исходные данные, приведенные выше, был проведен расчет распространения нефтяного загрязнения по акватории водотока с помощью утвержденной методики, представленной в работе [2]. Сравнение результатов расчетов, полученных при использовании методики [2] и предлагаемой модели представлены в таблице 3.

Таблица 3

**Результаты расчета распространения нефтяного разлива**

Время подхода фронта зоны загрязнения, с		Запаздывание прохождения «хвоста» зоны загрязнения относительно фронта, с	
Методика [2]	предлагаемая модель	Методика [2]	предлагаемая модель
77460	22606	7740	8786

Как видно из таблицы, время подхода фронта нефтяного загрязнения к заданному участку створа, при расчете с помощью предлагаемой модели оказывается меньшим, чем в случае использования утвержденной методики. Это объясняется тем, что в отличие от утвержденной методики, в предлагаемой модели помимо процесса переноса нефтяного загрязнения током воды учитывается также и гравитационное растекание нефтяного загрязнения. В тоже время, продолжительность интервала времени прохождения хвоста нефтяного загрязнения, в случае расчета с помощью предлагаемой модели, оказывается выше, чем в случае расчета с помощью утвержденной методики, что объясняется противонаправленным действием течения водотока и гравитационного растекания нефтяного разлива.

**Выводы.** В рамках данной работы была предложена модель прогнозирования распространения нефтяного загрязнения по поверхности водотока в условиях ламинарного режима течения, позволяющая рассчитывать скорость распространения нефтяного загрязнения по руслу, вычислять время подхода нефтяного загрязнения к заданному створу и строить зависимость площади нефтяного загрязнения от времени с начала аварийного разлива.

Было проведено моделирование распространения нефтяного загрязнения для малых водотоков на основании ретроспективных данных аварийных нефтяных разливов.

Разработанная математическая модель, описывающая процессы растекания и переноса нефтяных разливов, может быть использована для построения адекватного прогноза распространения нефтяного пятна, правильной реакции на нефтяные разливы аварийно-спасательных формирований, оценки воздействия на окружающую среду и обучения персонала.

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Ларионов В.А. Моделирование аварийных разливов нефти на суше с применением ГИС-технологий: методика. - М.: МНТЦ БЭСТС, 2004. С.11-13.
2. «Методика прогнозной оценки загрязнения открытых водисточников аварийно химически опасными веществами в чрезвычайных ситуациях», - М.: ВНИИ ГОЧС, 1996. С.4-12.
3. Павлов А.А., Черняев А.В. Моделирование процессов трансформации нефтяных загрязнений при разливах нефтепродуктов на акваторию малых рек. Волгоград «Известия Волгоградского государственного технического университета», сер. Актуальные проблемы управления, вычислительной техники и информатики в технических системах, 2009, №6, С. 23-27.
4. Павлов А.А., Черняев А.В. Моделирование процессов осаждения нефтяных загрязнений на береговую поверхность малых рек. – М. «Информационные технологии», 2009, №11. С. 37-40.
5. Fay J.A. The spread of oil slicks on a Caim sea. In Oil on the Sea, edited by D.Hoult, p.53 64, Plenum, New York, 1969.
6. Рихтмайер Р., Мортон К. Разностные методы решения краевых задач. – М.: Мир, 1972. – 418 с.
7. Мартынюк В.Ф., Прусенко Б.Е. Защита окружающей среды в чрезвычайных ситуациях: учеб. пособие для ВУЗов. – М.: «Нефть и газ», 2003. – С.200-202.

Лупандина Н. С., аспирант

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

**УТИЛИЗАЦИЯ ОСАДКОВ ВОДООЧИСТКИ В ПРОИЗВОДСТВЕ КЕРАМИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ**

ecnata@mail.ru

Установлено, что осадки, образующиеся в процессе водоочистки, содержат соединения тяжелых металлов и обладают токсическими свойствами из-за их присутствия. В работе исследовались осадки, полученные при очистке модельных растворов никель- и медьсодержащих растворов термически модифицированным дефекатом. Осадок водоочистки предлагается использовать в технологии производства керамических материалов и изделий.

При исследовании зависимости прочности образцов от массовой доли осадка в смеси, было установлено, что при добавлении осадка к сырьевой смеси в количестве до 15% прочность образцов не понижается.

**Ключевые слова:** осадок водоочистки, дисперсионный состав, предел прочности, биотестирование.

При очистке сточных вод, содержащих соединения тяжелых металлов (ТМ), образуются осадки водоочистки, обладающие токсическими свойствами из-за присутствия в них ТМ. Такие осадки не должны попадать в окружающую среду ввиду их высокой токсичности и подлежат обязательной консервации, обезвреживанию или утилизации.

В работе исследовались осадки, полученные при очистке модельных растворов никель- и медьсодержащих растворов термически модифицированным дефекатом. Дефекат - это сатурационный осадок - твердый отход сахарного производства, образующийся на стадии очистки свеколочного сока известковым молоком (Ca(OH)<sub>2</sub>). Для улучшения условий перемешивания взаимодействующей смеси в сатурационной колонне навстречу потоку суспензии Ca(OH)<sub>2</sub>, подающемуся сверху для смешения со свеколочным соком, снизу поступает CO<sub>2</sub>, который при взаимодействии с Ca(OH)<sub>2</sub> образует карбонат кальция. Образующиеся частицы дефеката (ИД) являются тонкодисперсными, их основная масса имеет средний размер около 25 мкм (рис.1).

еся в нем органические примеси обугливаются и образуют тонкий слой углерода, который покрывает частицы CaCO<sub>3</sub> (рис.2). Вследствие термической обработки дефекат приобретает свойства адсорбента, пригодного для использования в водоочистке при извлечении разнообразных загрязняющих веществ. Кроме того, в ходе термообработки дефеката происходит разложение кальциевых солей органических кислот с образованием CaO и повышение дисперсности частиц дефеката (рис.1).

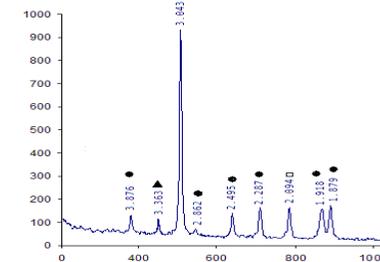


Рис. 2. Рентгенограмма: термообработанного (t = 600°C) дефеката

Обозначения: ● – CaCO<sub>3</sub>; □ – углерод; ▲ – Ca(OH)<sub>2</sub>;

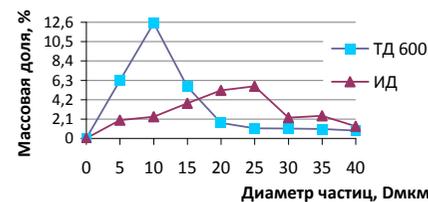


Рис.1. Дисперсионный состав ТД

Оседающий в нижней части колонны дефекат имеет влажность около 60 % и в пересчете на сухое вещество содержит до 95 % CaCO<sub>3</sub>. В процессе обжига дефеката при 600 °С имею-

Как видно из рис. 2, минеральный состав обожженного дефеката представлен кальцитом (CaCO<sub>3</sub>), углеродом различных модификаций и гидроксидом кальция Ca(OH)<sub>2</sub>, образовавшимся при присоединении паров атмосферной влаги к частицам CaO. При добавлении обожженного дефеката к водной среде происходит растворение CaO, следствием чего является повышение pH. Таким образом, создаются благоприятные условия для образования малорастворимых гидроксидов металлов и последующего отделения их от раствора декантацией или фильтрованием.

Как можно предположить, очистка раствора при использовании обожженного дефеката может протекать по двум механизмам: сорбционному и реагентному. Сорбционный механизм подтверждается изотермами адсорбции ионов ТМ на термически обработанного дефеката (рис.3, 4).

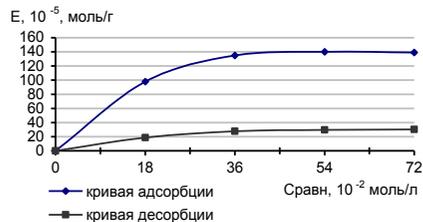


Рис. 3. Изотермы адсорбции-десорбции ионов Cu<sup>2+</sup> на поверхности ТД

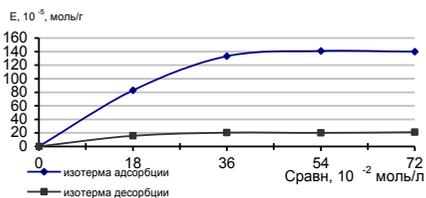


Рис. 4. Изотермы адсорбции-десорбции ионов Ni<sup>2+</sup> на поверхности ТД

Кроме того, адсорбция ионов металлов может происходить также на поверхности частиц CaCO<sub>3</sub>, как это видно на рис. 5.

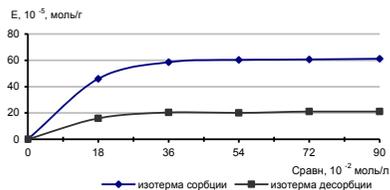
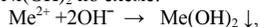


Рис. 5. Изотермы адсорбции ионов порошком CaCO<sub>3</sub>.

Реагентная очистка растворов от ионов Ni<sup>2+</sup>, Cu<sup>2+</sup> обусловлена протеканием реакций образования малорастворимых гидроксидов Cu(OH)<sub>2</sub>, Ni(OH)<sub>2</sub> по схеме:



где Me<sup>2+</sup> - ионы Ni<sup>2+</sup>, Cu<sup>2+</sup>.

Возможно также образование малорастворимых соединений меди и никеля типа (Ni(OH)<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, (CuOH)<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> и др. Подтверждением сказанному является обнаружение в осадках водоочистки соединений меди и никеля (рис. 6, 7).

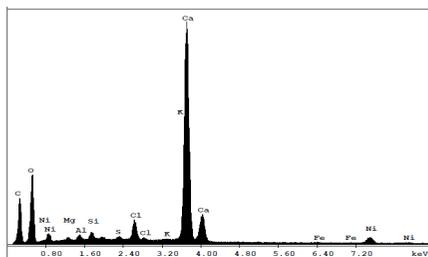
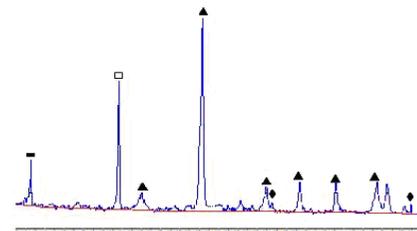


Рис 6. Энергодисперсионный спектр осадка водоочистки



Условные обозначения:  
 ▲ - CaCO<sub>3</sub>;                      ◆ - Cu(OH)<sub>2</sub>, Cu(OH)CO<sub>3</sub>;  
 ■ - CaSO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O;            □ - C

Рис. 7. Рентгенограмма осадка водоочистки

Осадок, полученный при очистке модельных растворов, содержащих ионы Ni<sup>2+</sup>, в концентрации 30 мг/л, в пересчете на сухое вещество содержит до 0,104 мг. Осадок водоочистки предлагается нами использовать в технологии производства керамических материалов и изделий.

Для определения оптимальных условий утилизации осадков водоочистки при производстве керамических изделий обезвоженный и размолотый осадок добавляли к глине перед формовкой цилиндров методом пластичного прессования.

В исследованиях использовали глину Аркадьевского месторождения (Губкинский р-н), северо-восток Белгородской области, минеральный состав которой представлен на рис. 8.

В глине Аркадьевского месторождения преобладает монтмориллонит (d=4.506; 2.600), присутствует незначительное количество каолинита (d=2.137; 2.246; 3.576); наблюдается большое количество кварца (d=1.674; 1.822; 1.908; 1.983; 3.357; 4.270), кальцита (d=2.053; 2.230; 2.462; 3.249; 3.875), присутствует слабой интенсивности пик, отвечающий по величине межплоскостного расстояния иллиту (d=5.025). Состав Аркадьевской глины представлен в таблице 1.

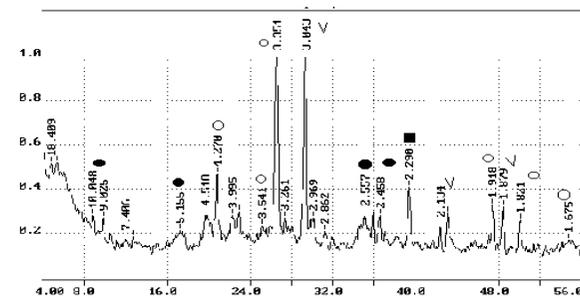
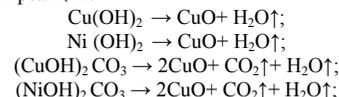


Рис. 8. Рентгенограмма глины Аркадьевского месторождения

Таблица 1

Состав Аркадьевской глины		
Глинистая составляющая, %	Песок, %	CaCO <sub>3</sub> (на 1г-экв), %
81	10,6	8,4

Обжиг отформованных образцов проводили при температуре 900<sup>o</sup>C в течении 90 минут. Можно предположить, что содержащиеся в осадках водоочистки соединения Ni<sup>2+</sup> и Cu<sup>2+</sup> выполняют роль плавня, способствуя более раннему накоплению жидкой фазы и интенсификации процессов спекания и вспучивания. При этом в процессе спекания вероятно протекание следующих реакций:



Выделяющиеся при спекании газообразные продукты способствуют порообразованию, что *снижает плотность* полученных керамических изделий (рис.9).

Водопоглощение образцов

Кол-во добавляемого шлама, %	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Водопоглощение, %	11,2	11,6	11,7	12,4	12,9	13,1	13,6	13,8	14,1	14,3	14,7

Как видно из полученных результатов, при увеличении массовой доли добавляемого осадка водоочистки водопоглощение образцов повышается, что можно объяснить увеличением порообразования. Эти результаты хорошо согласуются с данными по снижению удельной плотности образцов. Увеличение порообразования наблюдается также на микрофотографиях (рис. 10).

При исследовании зависимости прочности образцов от массовой доли осадка в смеси было установлено, что при добавлении осадка к сырье-

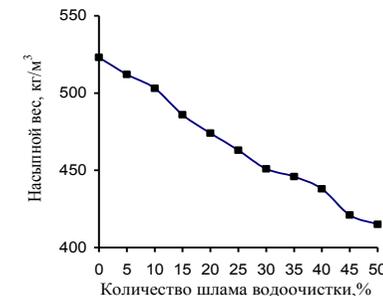


Рис. 9. Зависимость удельной плотности от количества добавленного шлама

Одной из важнейших характеристик керамических изделий является их водопоглощение. Зависимость водопоглощения образцов от массовой доли осадка водоочистки в сырьевой смеси исследовали путем взвешивания сухого образца и образца, после нахождения в жидкости. Результаты экспериментов представлены в таблице 2.

Таблица 2

вой смеси в количестве до 15% прочность образцов не понижается, а затем начинает понижаться (рис. 11). Учитывая высокую экологическую опасность тяжелых металлов для объектов окружающей среды, полученные образцы керамических изделий с добавками осадков водоочистки исследовали на вымываемость тяжелых металлов. Контроль экологической безопасности полученных керамических образцов осуществлялся путем

экстрагирования последних из измельченной пробы керамики в кислой среде (рН 3).

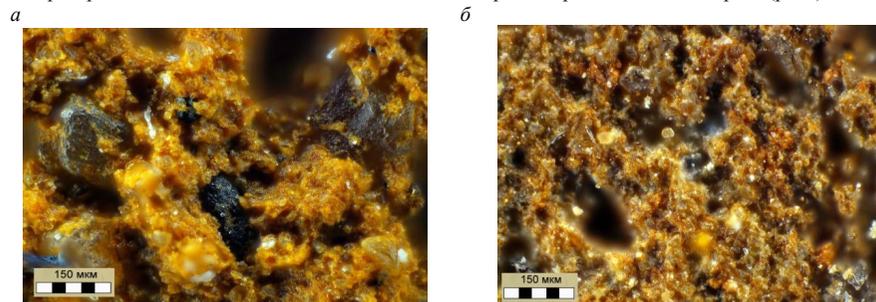


Рис. 10. Микрофотографии полученных образцов:

а - контрольный образец, б - образец, содержащий 15% осадка водоочистки



Рис. 11. Зависимость прочности образцов от количества добавленного шлама

Водную среду, с заданным значением рН, создавали добавлением раствора концентрированной HCl(х.ч) к дистиллированной воде. Измельченные образцы керамических изделий помещали в подготовленные водные среды и вы-

держивали в течение 24 часов при температуре 20°C после чего фильтрат анализировали на присутствие меди и никеля атомно-адсорбционным методом.

Экспериментальные данные (табл.3) свидетельствуют о значительной стойкости измельченных керамических масс к выщелачиванию даже в кислой среде. Степень выщелачивания, которая оценивалась концентрацией Cu<sup>2+</sup> и Ni<sup>2+</sup> в экстракте, с увеличением продолжительности экспозиции остается практически на одном уровне и не превышала 0,062 мг/дм<sup>3</sup> для ионов меди и 0,09 мг/дм<sup>3</sup> для ионов никеля. Причем концентрация Ni<sup>2+</sup> и Cu<sup>2+</sup> в фильтрате меньше их ПДК для объектов коммунально-бытового назначения.

Таблица 3

**Зависимость концентрации ионов Ni<sup>2+</sup> и Cu<sup>2+</sup> в водных вытяжках**

Время выщелачивания, час	Содержание осадка водоочистки в образцах, %					
	5%		10%		15%	
	Cu <sup>2+</sup> мг/дм <sup>3</sup>	Ni <sup>2+</sup> мг/дм <sup>3</sup>	Cu <sup>2+</sup> мг/дм <sup>3</sup>	Ni <sup>2+</sup> мг/дм <sup>3</sup>	Cu <sup>2+</sup> мг/дм <sup>3</sup>	Ni <sup>2+</sup> мг/дм <sup>3</sup>
12	0,046	0,03	0,055	0,05	0,060	0,07
24	0,046	0,04	0,056	0,06	0,062	0,09

В табл. 4 представлены ПДК данных ионов ТМ для коммунально-бытового водопользования.

Таблица 4

**ПДК для объектов коммунально-бытового водопользования**

Наименование вещества	ПДК к.б.
Ионы Ni <sup>2+</sup>	0,1
Ионы Cu <sup>2+</sup>	1,0

Таким образом, в керамических изделиях оптимального состава ионы тяжелых металлов прочно связаны в малорастворимые соединения, что исключает их попадание в окружающую среду. Тяжелые металлы из шламов водоочистки в указанных количествах выщелачиваются

только при жесткой кислотной обработке и в концентрациях, не превышающих ПДК.

С целью проверки безопасности керамических изделий с добавкой осадка водоочистки нами проводилось исследование токсичности водных вытяжек из материала керамических изделий методом биотестирования. В качестве тест-объектов использовали культуру лук севок (Allium Сера) и дафний (Daphnia Magna Straus). Для приготовления водных вытяжек образцы керамических изделий измельчали до размера частиц не более 0,1мм, готовили водные вытяжки путем добавления полученных порошков к дистиллированной воде с рН=7 в соотношении 1:1, 1:5, 1:10, 1:15, 1:20, 1:30, 1:35, 1:40, 1:45 1:50 и настаивали в течении 24 часов при темпе-

ратуре 20°C с периодическим перемешиванием. После завершения периода настаивания полученные суспензии фильтровали через бумажный фильтр «синяя лента» и использовали для процедуры биотестирования.

При биотестировании с помощью тест-объекта Allium Сера полученный фильтрат помещали в стандартные стеклянные пробирки, в верхнюю часть укладывали луковичу для прорастания в условиях естественной освещенности. Для сравнения в одной из пробирок находилась чистая вода, без добавления вытяжек (кон-

троль) В ходе наблюдения фиксировалась средняя длина корневой системы в каждой из пробирок. Как видно на рис. 12, длина корневой системы тест-объекта является примерно одинаковой во всех пробирках, причем, в пробирках с более разбавленной вытяжкой (1:50) длина корней оказывается даже несколько короче, по сравнению с вытяжкой разбавленной, например, в 30 раз. Из этого можно сделать вывод, что более разбавленные вытяжки содержат меньше минеральных веществ, способствующих развитию растений.

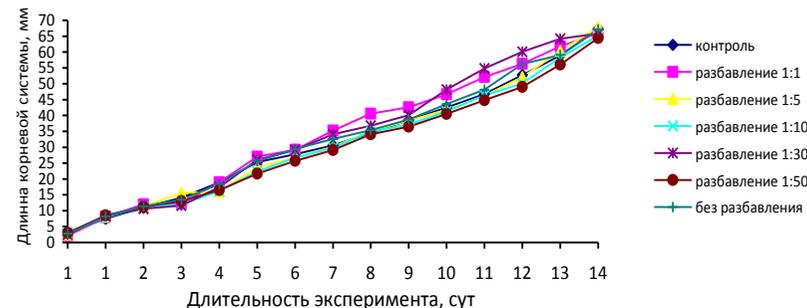


Рис. 12. Зависимость роста корневой системы от длительности наблюдения

Таким образом, при оценке токсикологического влияния строительных материалов на объекты окружающей среды методом биологического тестирования с использованием культуры Allium Сера выявлено, что полученные керамические материалы оптимальных составов не содержат токсикологических веществ, которые могли бы оказать вредное воздействие на окружающую среду и растительные культуры. При разбавлении водной вытяжки 1:30, на 10 сутки исследований, длина корневой системы достигает 48,3 мм. Это можно объяснить наличием микроэлементов в водной вытяжке.

Для биотестирования с помощью дафний отбирались молодые особи дафний, популяции Daphnia Magna Straus, выращенные в лабораторных условиях, которые помещались в емкости с фильтратом в количестве по 10 единиц в каждую емкость. В ходе эксперимента наблюдали за подвижностью дафний и их общим состоянием. Было установлено, что в исходной сточной воде через 72 часа происходила гибель 80±3% Daphnia magna Straus, для выживания тест-объектов кратность разбавления исходной сточной воды оказалась равной 3. В воде, после очистки предложенным способом через 72 часа гибель дафний составила 7±3%. При этом разбавления воды не требуется, что свидетельствует об отсутствии ее токсического действия.

Таким образом, в ходе работы была установлена возможность простого, экономически оправданного и экологически безопасного способа утилизации осадков, полученных при очистке водных растворов, содержащих соединения тяжелых металлов дефекатом. Кроме того, в работе доказано, что добавка полученных осадков не ухудшает прочность керамических изделий при снижении их плотности, а также дает возможность получать изделия различной цветовой гаммы.

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Состояние окружающей среды и использование природных ресурсов Белгородской области в 2009 году.: справочное пособие / П.М. Авраменко, П.Г. Акулов, А.И. Анисимов и др.; под ред. С.В. Лукина - Белгород: Константа, 2008. - 276с, стр 42-64.
2. Окружающая среда и природные ресурсы Белгородской области – Белгород, 2001. – С. 3 – 19.
3. Государственный доклад о состоянии и использовании водных ресурсов по Белгородской области в 2006 году. (Областной доклад). – Белгород, 2007. – С. 20 – 40.
4. Государственный доклад о состоянии и использовании водных ресурсов по Белгородской области в 2006 году. (Областной доклад). – Белгород, 2007. – С. 3 – 65.

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ОТРЫВНЫХ ТЕЧЕНИЙ НА ВХОДЕ ВО ВСАСЫВАЮЩИЕ ОТВЕРСТИЯ\*

olga\_19572004@mail.ru

Описываются разработанные экспериментальные установки и методика проведения натурно-эксперимента по исследованию отрывных и вихревых течений на входе во всасывающие каналы.

**Ключевые слова:** отрывные течения, всасывающие каналы, натурный эксперимент, коэффициент местного сопротивления.

Внедрение аспирационных систем важно с экономической и социальной сторон [1]. Их производительность должна быть такой, чтобы эффективно улавливались пылевые выбросы, при этом расходы электроэнергии должны быть минимальны [2-8]. Главным элементом системы аспирации является всасывающее отверстие. При входе в каналы образуется отрывная область течения, которая теоретически изучалась в работах [9-14]. Однако, экспериментальных работ посвященных отрыву потока на входе во всасывающие каналы крайне мало. Поэтому целью работы являлась разработка экспериментальных стенов и методики эксперимента по изучению отрывных и вихревых течений в аспирационных системах.

Экспериментальные исследования поля скоростей в непосредственной близости от входного отверстия предлагается выполнять на опытной установке (рис.1), рабочей частью ко-

торой является канал, образованный двумя вертикальными плоскостями 500×500 мм (из оргстекла толщиной 8 мм) и двумя горизонтальными полосами из оцинкованного листового железа (толщиной 0,55мм). Расстояние между плоскостями, как и между полосами, составляет 100мм. Общая длина нижней полосы равна 600 мм (причем на 100 мм входит во внутрь примыкающей камеры статического давления). Верхняя, длиной 100мм, была прикреплена к вертикальной стенке камеры и к вертикальным плоскостям и образует выступ канала (с поперечным сечением 100×100мм). Вертикальные плоскости продолжены во внутрь камеры статического давления на расстоянии 100мм (как и нижняя стенка канала). Таким образом, рабочая часть установки была максимально приближена к модели плоских задач течения вблизи вытяжного отверстия.

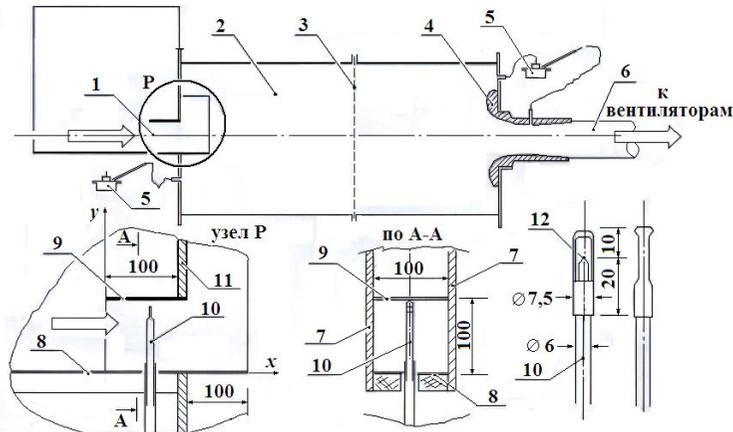


Рис. 1. Опытная установка для исследования поля скоростей вблизи всасывающей щели.

1 – всасывающее отверстие; 2 – камера статического давления (500 × 500 × 1100 мм);

3 – перегородка; 4 – измерительный коллектор ( $\varnothing=112$  мм); 5 – микроанометры ММН-2400; 6 – воздуховод ( $\varnothing=125$  мм); 7 – вертикальные плоскости; 8 – горизонтальная полоса (100 × 600 мм,  $\delta=0,55$  мм); 9 – выступ (козырек, 100 × 100 мм,  $\delta=0,55$  мм); 10 – зонд термоанометра testo 425 ( $\varnothing=6/7,5$  мм); 11 – вертикальная стенка камеры статического давления; 12 – датчик скорости

Измерения поля скоростей проводили в вертикальной плоскости, проходящей через ось симметрии канала термоанометром testo-435 (погрешностью  $\pm(0,03+0,05u)$  м/с). Скорость автоматически усреднялась в интервале времени измерений  $\Delta t = 20 \div 25$  сек (при этом в автоматическом режиме осуществлялось около 50 измерений скорости в заданной точке). Определенные расходы воздуха, отсасываемого из герметичной камеры статического давления двумя последовательно соединенными вентиляторами (ВКМ 150 фирмы Вентс и EX-18 4с фирмы Systemair), осуществляется с помощью коллектора и микроанометра ММН-2400. Для исключения деформации потока на входе в коллектор, камера статического давления оснащена перегородкой из фильтровальной ткани.

Характерная скорость определялась из уравнения расхода

$$q = u_{щ}^* B^* = u_{щ}^* \cdot \delta_{щ}^*; \quad u_{щ}^* = u_{щ}^* / \delta_{щ},$$

где  $u_{щ}^*$  – средняя скорость в щели;  $q$  – удельный расход воздуха, определяемый при измеренном с помощью микроанометра перепаде статических давлений в коллекторе  $\Delta p$  (Па). В нашем случае (при длине щели 0,1м) эти величины определялись по формулам:

$$q = \frac{S_k}{0,1} \cdot \sqrt{\frac{2\Delta p}{(1+\zeta_k)\rho}} = 0,0507 \sqrt{\frac{\Delta p}{\rho}}, \frac{м^3}{с \cdot м};$$

$$u_{щ}^* = 0,507 \sqrt{\frac{\Delta p}{\rho}}, \text{ м/с}, \quad (1)$$

где  $S_k$  – площадь замерного сечения коллектора (в нашем случае  $S_k = 0,112^2 \cdot \pi / 4 = 0,00985$  м<sup>2</sup>);  $\rho$  – плотность воздуха, кг/м<sup>3</sup>;  $\zeta_k = 0,073$  – к.м.с. коллектора.

Точность измеренных продольных составляющих в вертикальных сечениях щели проверялась графическим интегрированием и сопоставлением полученного среднего значения скорости  $u_{щ}^*$  с расчетами по формуле (1). Погрешность не превышала 2-3%.

Для определения коэффициента местного сопротивления была разработана и смонтирована следующая экспериментальная установка (рис.2).

Коэффициент местного сопротивления при входе воздуха в экранированное отверстие определяется в соответствии с общепринятым соотношением  $\zeta = 2\Delta P / (\rho u^2)$ , представляющим собой отношение разности полных давлений к динамическому (скоростному) давлению.

Опыты проводили на установке (рис.2), измерительная часть которой состоит из микроанометра ММН-2500 и пневмометрической трубки Пито-Прандтля. Измерение давлений проводили в сечении, удаленном на расстоянии 1.5 м от оси входного сечения винипластовой трубы с внутренним диаметром 125 мм и толщиной стенки 1.7 мм. Система экранов (щита на трубе и экрана с круглым отверстием) связаны с помощью стальных шпилек диаметром 4 мм и длиной 400 мм. Для обеспечения перпендикулярности этой системы к оси трубы и ее осевой симметрии щит, моделирующий вертикальную непроницаемую стенку, жестко прикреплен к скользящей по трубе трехгранной правильной призме высотой 100 мм, а шпильки для крепления экрана – к ребрам этой призмы. Щит и экран выполнены из прессованного картона толщиной 4 мм в виде дисков с диаметрами  $D_0 = 128$  мм,  $D = 450$  мм и  $D_0 = 128$  мм,  $D = 360$  мм, соответственно в некоторых опытах внутренний диаметр экрана  $D_0$  составлял 106,5, 102,5, 90 и 73 мм. Большая часть опытов проводилась при  $D_0 = 128$  мм. Для жесткой фиксации и установки экрана на нужном расстоянии  $r$  использовали гайки для зажима с двух сторон.

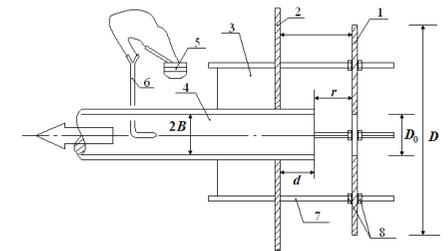


Рис. 2. Схема экспериментальной установки для определения сопротивления при входе воздуха в экранированное круглое отверстие:

1 – экран с центральным отверстием; 2 – щит; 3 – направляющая трехгранная призма; 4 – труба; 5 – микроанометр с наклонной трубкой; 6 – пневмометрическая трубка Пито-Прандтля; 7 – стальные стержни-шпильки; 8 – гайки для фиксации экрана

В опытах изменялась длина выступающей части трубы  $d = 0 \div 100$  мм и величина зазора между входным сечением и экраном  $r = 0 \div 150$  мм. Средняя скорость воздуха в трубе  $u$  определялась с помощью измерения скоростного давления по оси трубы и внесения поправочного коэффициента на неравномерность поля скоростей, величина которого была определена измерениями скорости в четырех точках равноудаленных колец. Потерями давления на трение о стенки

ки трубы от входного до замерного сечения пренебрегали (не только из-за гладкости трубы, но и из-за невозможности корректного учета этих потерь в условиях стабилизации потока при отрывном входе воздуха). Средняя скорость воздуха в трубе составляла 7-9 м/с.

Таким образом, разработаны и смонтированы экспериментальные установки для определения поля скоростей и коэффициента местного сопротивления на входе во всасывающие каналы. Разработана методика проведения натурального эксперимента. Полученные результаты могут быть использованы для исследования математических моделей отрыва потока на достоверность.

*\*Исследования выполнены при поддержке Совета по грантам Президента РФ (код проекта НШ-588.2012.8).*

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Логачев, И.Н.* Характеристика пылевых выбросов при перегрузках сыпучих материалов / И.Н. Логачев, К.И. Логачев, О.А. Аверкова // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2009. – № 3. – С. 63-67.
2. *Логачев, К.И.* Численное моделирование пылевоздушных течений вблизи вращающегося цилиндра-отсоса / К.И. Логачев, А.И. Пузанок // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2005. – № 9. – С. 63-70.
3. *Логачев, К.И.* Компьютерное моделирование пылегазовых потоков в пульсирующих аэродинамических полях / К.И. Логачев, А.И. Пузанок, В.Ю. Зоря // Вычислительные методы и программирование: новые вычислительные технологии. – 2006. – Т. 7. – № 1. – С. 195-201.
4. *Логачев, К.И.* Численное исследование поведения пылевой аэрозоли в аспирационном укрытии / К.И. Логачев, И.Н. Логачев, А.И. Пузанок // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2006. – № 5. – С. 65-71.
5. *Логачев, И.Н.* О прогнозировании дисперсного состава и концентрации грубодисперсных аэрозолей в местных отсосах систем аспирации / И.Н. Логачев, К.И. Логачев // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2002. – № 9. – С. 85-90.
6. *Логачев, К.И.* Закономерности изменения дисперсного состава пылевых аэрозолей в аспирационном укрытии / К.И. Логачев, О.А. Авер-

кова, В.Ю. Зоря // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2007. – № 9. – С. 46-52.

7. *Аверкова, О.А.* Особенности поведения аэрозольных частиц в аспирационном укрытии стандартной конструкции / О.А. Аверкова, В.Ю. Зоря, К.И. Логачев // Химическое и нефтегазовое машиностроение. – 2007. – № 11. – С. 34-36.

8. *Аверкова, О.А.* К вопросу о моделировании пылегазовых потоков в аспирационном укрытии / О.А. Аверкова, В.Ю. Зоря, И.Н. Логачев, К.И. Логачев // Вычислительные методы и программирование: новые вычислительные технологии. – 2009. – Т. 10. – № 1. – С. 371-376.

9. *Логачев, К.И.* Расчет течения вблизи круглого всасывающего патрубка / К.И. Логачев, В.Н. Посохин // Известия высших учебных заведений. Авиационная техника. – 2004. – № 1. – С. 29-32.

10. *Логачев, К.И.* Расчет течений на входе в отсосы-раструбы методом дискретных вихрей / К.И. Логачев, А.И. Пузанок, В.Н. Посохин // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2004. – № 7-8. – С. 61-69.

11. *Посохин, В.Н.* К расчету течения вблизи щелевидного отсоса-раструба / В.Н. Посохин, Н.Б. Салимов, К.И. Логачев, А.М. Живов // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2002. – № 10. – С. 81-84.

12. *Логачев, И.Н.* Моделирование отрывных течений вблизи всасывающей щели / И.Н. Логачев, К.И. Логачев, В.Ю. Зоря, О.А. Аверкова // Вычислительные методы и программирование: новые вычислительные технологии. – 2010. – Т. 11. – № 1. – С. 43-52.

13. *Логачев, И.Н.* Математическое моделирование отрывных течений при входе в экранированный плоский канал / И.Н. Логачев, К.И. Логачев, О.А. Аверкова // Вычислительные методы и программирование: новые вычислительные технологии. – 2010. – Т. 11. – № 1. – С. 68-77.

14. *Логачев, И.Н.* Математическое моделирование струйного течения воздуха при входе в плоский канал с козырьком и непроницаемым экраном / И.Н. Логачев, К.И. Логачев, О.А. Аверкова // Вычислительные методы и программирование: новые вычислительные технологии. – 2010. – Т. 11. – № 1. – С. 160-167.

1. Экологические проблемы и ситуации. – С. 157-162.

# ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ

*Шантала В. Г., д-р. техн. наук, проф.,  
Радоуцкий В. Ю., канд. техн. наук, доц.*

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

## МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, КАК ИНСТРУМЕНТ АНАЛИЗА И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

**zchs@intbel.ru**

*Замена реальной ЧС ее воображаемым виртуальным образом – математической моделью дает возможность безболезненно, сравнительно быстро и с минимальными затратами исследовать все мыслимые сценарии возникновения и развития ЧС, а также прогнозировать ее последствия.*

*Ключевые слова:* чрезвычайная ситуация, математическая модель, адекватность, этапы моделирования, параметр модели, дисперсионный анализ, критерий Фишера.

Характерные особенности чрезвычайных ситуаций (ЧС), такие как внезапность возникновения, быстрота развития, неполнота и неопределенность исходной информации, разнообразие и цепной характер последствий затрудняют использование для их изучения традиционных эмпирических методов.

В связи с этим, для анализа и прогнозирования чрезвычайных ситуаций все шире применяется математическое моделирование, которое является во многих случаях единственно доступным, как, например, при экспертизе особо опасных природных или техногенных явлений.

Математической моделью ЧС называется система соотношений, уравнений, неравенств, геометрических понятий и т.д., которые в математической форме отображают, воспроизводят или имитируют наиболее важные особенности и свойства реальных опасных явлений с целью анализа и прогнозирования их возникновения, развития и последствий.

Особенности математической модели во многом определяются типом моделируемой ЧС. Все ЧС можно разделить на природные, техногенные и социально-политические.

К природным ЧС относятся такие стихийные бедствия, как землетрясения, извержения вулканов, цунами, наводнения, ураганы, лавины, оползни, засухи, лесные пожары и др.

Техногенные (технологические) ЧС связаны с авариями на энергетических и промышленных объектах, а также транспортные катастрофы, которые сопровождаются взрывами, пожарами, химическим и радиоактивным заражением территорий.

К социально-политическим ЧС относятся войны, пограничные конфликты, терроризм, диверсии, саботаж.

К комбинированным природно-техногенным и природно-социальным ЧС относятся просадки грунтов, эпидемии, эпизоотии (инфекционные заболевания животных), эпифитотии (инфекционные болезни сельскохозяйственных культур) и др.

Все перечисленные выше ЧС могут быть исследованы методами математического моделирования.

Создание математической модели ЧС включает в себя несколько этапов. Начальным этапом является содержательное описание ЧС, которое составляется на основе всех имеющихся о ней знаний, результатов натурных обследований сходных ситуаций, консультаций с экспертами, изучения справочной и специальной литературы.

На втором этапе выполняется формализация содержательного описания модели, математическая постановка задачи с указанием всех необходимых исходных данных и искомых величин.

На третьем этапе формализованная схема ЧС должна быть преобразована в ее математическую модель. Для этого всю имеющуюся информацию необходимо выразить с помощью соотношений, неравенств, уравнений, алгоритмов. Уравнения, входящие в модель, дополняются начальными и граничными условиями, а также неравенствами, определяющими область допустимых значений вычисляемых величин.

На четвертом этапе, исследуется сама модель. Путем проведения многовариантных рас-

четов изучаются свойства модели и ее поведение при различных условиях.

На следующем этапе модель применяется к описанию реальных ЧС. Путем сопоставления результатов вычислительных экспериментов с имеющимися опытными данными выполняется идентификация или уточнение параметров модели, ее тестирование, отладка и проверка адекватности.

После того, как адекватность модели, т.е. ее достаточное соответствие реальности, установлена, начинается использование модели для анализа и прогнозирования ЧС, происходящих в реальных условиях.

Схема построения математической модели приведена на рис. 1.

Необходимым условием получения достаточно точной и надежной математической модели ЧС является проверка ее адекватности.

Предположим, что математическая модель поразжающего воздействия у некоторого фактора ЧС имеет вид:

$$y_x = \varphi(x, \theta_1, \theta_2, \dots, \theta_p), \quad (1.1)$$

где  $x$  – интенсивность этого фактора,  $\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_p$  –  $p$  параметров модели, которые предварительно задаются или определяются по опытными данным методом наименьших квадратов.



Рисунок 1. Схема построения математической модели

Проверка адекватности математической модели осуществляется путем сравнения модельных (расчетных) значений  $y_{xi}$  с эмпирическими значениями  $y_i$ , найденными на  $m$  различных уровнях независимой переменной  $x_i$ , где  $i = 1, 2, \dots, m$ .

Простейшей предварительной мерой соответствия математической модели реальной ситуации является относительное среднее квадратическое отклонение расчетных данных от опытных:

$$\tilde{\Delta} = \frac{S_e}{\bar{y}}, \quad (1.2)$$

где  $\bar{y} = \left( \sum_{i=1}^m y_i \right) / m$  – среднее значение опытных данных,

$$S_e = \sqrt{\frac{Q_e}{m-p}}, \quad Q_e = \sum_{i=1}^m (y_i - y_{xi})^2, \quad (1.3)$$

$p$  – число параметров модели.

Удовлетворительным можно считать значение  $\tilde{\Delta} \leq 0,1 - 0,2$ .

Более полную оценку адекватности математической модели можно получить с помощью критерия Вилкоксона-Манна-Уитни. Для проверки гипотезы о статистической однородности выборок модельных  $y_{xi}$  и эмпирических значений исследуемой характеристики ЧС из этих выборок составляется общий вариационный ряд и подсчитывается величина

$$S = \sum_{i=1}^m R_i, \quad (1.4)$$

где  $R_i$  – ранги, т.е. порядковые номера экспериментальных значений  $y_i$  в общем вариационном ряду.

При объемах выборок  $m > 8$  распределение случайной величины  $S$  близко к нормальному распределению с параметрами:

$$m_s = \frac{m(2m+1)}{2}, \quad \sigma_s = \sqrt{\frac{m^3}{6}}. \quad (1.5)$$

При уровне значимости  $\alpha = 0,05$  критическая область для гипотезы об однородности теоретической и экспериментальных выборок определяется неравенствами:

$$S \leq m_s - 1,96\sigma_s, \quad S \geq m_s + 1,96\sigma_s. \quad (1.6)$$

Если значение  $S$  не попадает в критическую область, то обе выборки однородны, т.е. принадлежат одной и той же генеральной совокупности и поэтому математическую модель следует признать адекватной.

Если условия позволяют на каждом из  $m$  уровней независимой переменной  $x$  выполнить по  $n$  параллельных опытов (наблюдений), результаты которых образуют матрицу наблюде-

ний ( $y_{ij}$ ), то появляется возможность выполнить дисперсионный анализ расчетных и эмпирических данных. Для этого на каждом уровне независимой переменной  $x_i$  вычислим групповые средние значения  $y_i$ :

$$y_i = \frac{\sum_{j=1}^n y_{ij}}{n}, \quad (1.7)$$

по которым найдем общее среднее значение  $\bar{y}$ :

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^m y_i}{m} \quad (1.8)$$

и заполним таблицу результатов дисперсионного анализа (табл. 1).

Таблица 1

Результаты дисперсионного анализа расчетных и эмпирических данных

Составляющие дисперсии	Суммы квадратов	Числа степеней свободы	Средние квадраты
Общая	$Q = \sum_{i=1}^m (y_i - \bar{y})^2$	$f = m - 1$	$S^2 = \frac{Q}{m - 1}$
Дисперсия воспроизводимости опытных данных	$Q_{\text{воспр}} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (y_{ij} - y_i)^2$	$f_{\text{воспр}} = m(m - 1)$	$S_{\text{воспр}}^2 = \frac{Q_{\text{воспр}}}{m(m - 1)}$
Дисперсия, обусловленная моделью	$Q_R = \sum_{i=1}^m (y_{xi} - \bar{y})^2$	$f_R = p - 1$	$S_R^2 = \frac{Q_R}{p - 1}$
Остаточная дисперсия	$Q_e = \sum_{i=1}^m (y_i - y_{xi})^2$	$f_e = m - p$	$S_e^2 = \frac{Q_e}{m - p}$

Прогностическую способность математической модели можно оценить с помощью коэффициента детерминации:

$$R^2 = \frac{Q_R}{Q}. \quad (1.9)$$

Если величина  $R^2$  близка к единице, то математическая модель удовлетворительно описывает зависимость исследуемой характеристики ЧС от независимой переменной  $x$ .

Проверка соответствия математической модели реальной ЧС выполняется с помощью критерия Фишера. Если выполняется условие:

$$F = \frac{S_{\text{воспр}}^2}{S_e^2} > F_{\alpha; f_{\text{воспр}}; f_e}, \quad (1.10)$$

где  $F_{\alpha; f_{\text{воспр}}; f_e}$  – табличное значение критерия Фишера, то модель на уровне значимости  $\alpha$  следует признать адекватной.

Одна и та же ЧС может быть описана различными моделями. Это связано не только с различной степенью детализации и точности исследования, но и с многообразием типов математических моделей.

По типу используемых математических средств различают линейные и нелинейные, детерминированные и стохастические, дискретные и непрерывные, стационарные и нестационарные и другие типы моделей.

По способу представления объекта моделирования модели можно разделить на концептуальные, структурные, функциональные, параметрические и другие типы.

Концептуальная модель – это идеализированная умозрительная схема моделируемой ситуации или процесса, основанная на определенном способе понимания или трактовки явления. При построении концептуальной модели ис-

пользуются готовые структурные элементы, понятия и методы, разработанные в механике, физике, химии и других фундаментальных науках. Например, при моделировании взрыва конденсированных взрывчатых веществ в открытом пространстве в качестве концепции был принят широко используемый в механике закон подобия, согласно которому давление во фронте воздушной ударной волны является однозначной функцией приведенного расстояния  $\bar{R} = R/\sqrt[3]{Q}$ , где  $R$  – расстояние, м;  $Q$  – тритоновый эквивалент заряда взрывчатого вещества, кг. На основе этой концепции М.А. Садовский вывел свою формулу, которая является одной из основных математических моделей взрыва. Важным достоинством этой модели является возможность рассматривать с единой точки зрения взрывы различной природы и масштабов.

Структурные модели представляют моделируемое опасное явление как систему со своей структурой и механизмом функционирования. Необходимость построения именно такой модели возникает, например, при рассмотрении взрыва устройства оболочечного типа в ограниченном пространстве.

Функциональные модели ЧС не рассматривают внутренней структуры ситуации и механизма ее развития, а отражают только их внешние признаки, внешнее поведение, а также изменения ситуации под влиянием внешних воздействий. Такими являются, например, математические модели разрушительных воздействий природных стихий – землетрясений, вулканов, торнадо и других малоизученных опасных явлений.

Если коэффициенты математической модели ЧС являются не постоянными величинами, а параметрами, которые зависят от времени, пространственных координат и других факторов, то такие модели называются параметрическими. Такими являются модели эвакуации людей из зданий, модели пожаров в помещениях, модели лесных пожаров и др.

В настоящее время для моделирования ЧС все шире используются информационные и, в частности, нейросетевые технологии и данные космического зондирования земной поверхности. На этой основе разработаны геоинформационные системы (ГИС), предназначенные для оценки риска возникновения ЧС различных видов, анализа их развития и прогнозирования последствий опасных событий природного и техногенного характера. Созданы как локальные ГИС для обслуживания отдельных регионов, так и мощные системы общего назначения (разработки ВНИИ ГО и ЧС). Эти системы включают в себя:

1. Подсистему космического мониторинга (электронные топографические карты и средства работы с ними);

2. Базы данных о потенциально опасных объектах, имеющихся силах и средствах для ликвидации ЧС и их последствий, транспортной инфраструктуре и других данных;

3. Базы математических моделей развития ЧС природного и техногенного характера.

Главным достоинством ГИС является детальная цифровая, координатная и картографическая привязка опасных объектов, объектов инфраструктуры, учреждений, жилой застройки и так далее к местности, возможность учета рельефа и метеословий, что позволяет улучшить качество прогнозирования ЧС и повысить эффективность управления силами и средствами ликвидации их последствий.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Акимов, В. А. Основы анализа и управления риском в природной и техногенной сферах / В. А. Акимов, В. В. Лесных, Н. Н. Радаев. – М.: ЗАО «Деловой экспресс», 2004. – 437 с.
2. Самарский, А. А. Математическое моделирование. Идеи. Методы. Примеры / А. А. Самарский, А. П. Михайлов. – М.: Физматлит, 2002. – 320 с.

Лебедев В. М., канд. техн. наук, доц.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

## ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ СИСТЕМОКВАНТОВ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ И ВОЗВЕДЕНИЯ ОБЪЕКТОВ

vestnik@intbel.ru

Определены условия функционирования и последовательность выполнения системоквантов строительных процессов, показаны иерархические уровни управления и проектирования.

**Ключевые слова:** концепция, квантование в пространстве и времени, информационные векторы, строительная продукция, результаты, цели, фронт работы, трудовые ресурсы, материальные элементы, технические средства.

Системокванты строительных процессов и объектов это элементы строительно-монтажной функциональной системы.

Согласно концепции К.В.Судакова процессы жизнедеятельности биологических систем (в т.ч. человека) осуществляются в виде квантованных отрезков, универсальных по своей внутренней архитектонике (афферентный синтез, принятие решения, акцептор результата действия, эфферентный синтез и его оценка акцептором посредством обратной афферентации) и внешним проявлениям по принципу саморегуляции от потребности до ее удовлетворения [1,2]. Проводим адаптацию концепции системоквантов к изучению и проектированию строительных процессов и объектов.

Проектирование системоквантов строительных процессов, объектов и комплексов проведено нами в виде векторов с начальными и конечными событиями в координатах пространства и времени с непрерывным переходом одного системокванта в следующий, т.е. в пространственно-временном континууме. Квантование в пространстве проводим от минимально-возможных ячеек: делянок, захваток, участков, до конструктивных элементов зданий: этажей, ярусов и объектов в целом. Временное квантование системоквантов производим в сменах и днях. Функционирование системоквантов происходит при условии:

$$I_n \rightarrow (TR + MЭ + TC)_1 = K_1(P_1) \rightarrow I_{n+1} \quad (1)$$

где  $I_n$  – начальная информация о готовности фронта работ и проведении комплексной инженерной подготовки производства строительного процесса;

TR – трудовые ресурсы;

MЭ – материальные элементы;

TC – технические средства;

$K_1$  – конструктивный элемент;

$P_1$  – результат выполнения системокванта;

$I_{n+1}$  – информация о законченном конструктивном элементе или объекте;

→ – информационный сигнал.

Выполнение системокванта завершается выпуском строительной продукции – конструктивного элемента (K) и (или) получением результата (P), которые дают сигнал (→) к формированию информации о конструктивном элементе (результате) и (или) об открытии фронта работ для выполнения следующего системокванта. Таким образом выстраивается цепочка системоквантов с промежуточными результатами и целями до достижения конечного общего результата (цели) ввода объекта (комплекса) в эксплуатацию.

Последовательность выполнения системоквантов строительных процессов можно представить в виде цепочки со звеньями, следующими одно за другим:

$$I_n \rightarrow (TR + MЭ + TC)_1 = K_1(P_1) \rightarrow I_{n+1} \rightarrow (TR + MЭ + TC)_2 = K_2(P_2) \rightarrow I_{n+2} \rightarrow (TR + MЭ + TC)_3 = K_3(P_3) \rightarrow I_{n+3} \rightarrow \dots \rightarrow I_{n+m} \rightarrow (TR + MЭ + TC)_n = K_{n+1}(P_{n+1}) \rightarrow I_{n+n+1} \quad (2)$$

где 1, 2, 3, ..., n – номера системоквантов строительных процессов согласно последовательности их выполнения.

Функциональная схема выполнения системоквантов строительного производства представлена на рис. 1.

Примеры организационно-технологических моделей поточного выполнения строительных процессов и объектов (комплексов) в г. 2, 3 можно объединить единой концепцией системоквантов, при которой для каждого системокванта проявляются узловые механизмы теории функциональных систем (афферентный синтез, принятие решения, акцептор результата действия и его оценка). Кроме того, все подобные примеры в строительном производстве свидетельствуют о многолетней апробации и подтверждении совместимости теории и практики поточного строительства, концепции системоквантов и основных положений теории функциональных систем, отмеченных П.К.Анохиным [3]: «Соображения, разработанные нами для всех основных функциональных систем орга-

низма, дают нам возможность сформулировать следующие положения:

- наличие приспосабливающего результата во всякой саморегулирующейся и самоорганизующейся системе радикально ориентирует все потоки информации в системе на этот результат;

- любой элемент системы проводит или преобразует информацию только в эквиваленте какой-то доли этого результата;

- каждый элемент системы, информация которого не отражает параметров результата, делается помехой для системы и немедленно преодолевается пластическими перестройками всей системы в целом».

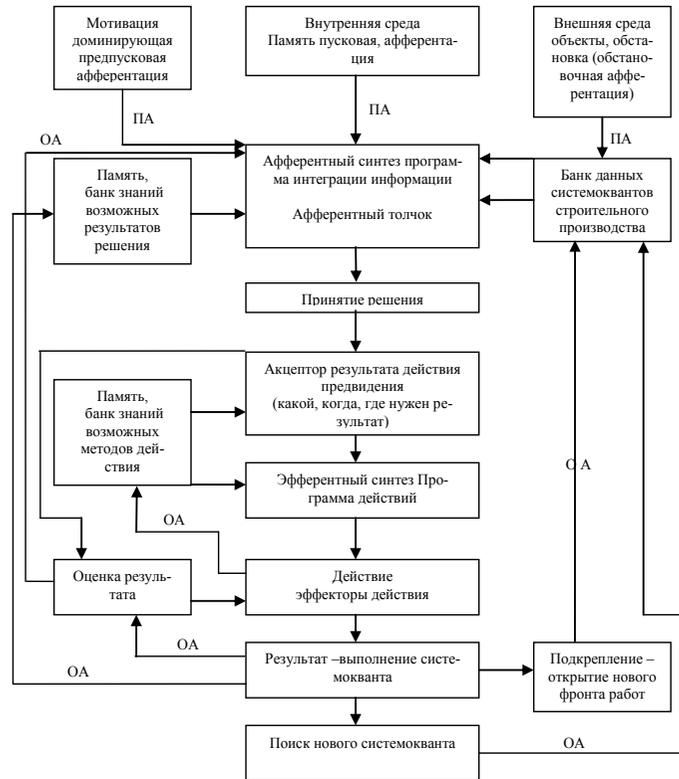


Рис. 1 Функциональная схема выполнения системоквантов строительного производства

Проектирование системоквантов строительных процессов осуществляем по иерархическим уровням управления от низшего (рабочие, звенья, бригады, мастера) к среднему (прорабы, начальники участков) и высшему (генеральные, технические и др. директора СМО) (рис. 2, 3) на основе результативного подхода, саморегуляции, обратной аффертации (связи).

Системокванты строительных процессов и объектов функционируют по торсинному принципу мобилизуя свою деятельность для достижения оптимального результата на соответствующем иерархическом уровне. Этот принцип позволяет добиться высокой организационно-технологической надёжности и гомеостата стро-

ительного производства. Торсинный принцип мобилизует составные компоненты системокванта на деятельность по возвращению отклонённого результата на заданный вектор, что сопровождается информационным сигналом (по аналогии с отрицательной или положительной эмоцией) [4].

Системокванты строительных процессов могут формироваться на основе триггерных механизмов, т.е. переключаться с одной деятельности на другую [4].

При проектировании и внедрении функциональных строительно-монтажных систем рассматриваем их совместно с принципом Гельфанда – Цейтлина о стремлении всякой системы

поменьше общаться с внешним миром и меньше иметь внешних связей.

Новые информационные технологии обеспечивают разработку и внедрение системоквантов строительных процессов объектов и ком-

плексов проектов поточного строительства на основе прямой и обратной аффертации с высокой организационно-технологической надёжностью и гомеостатом функциональных систем строительного производства.

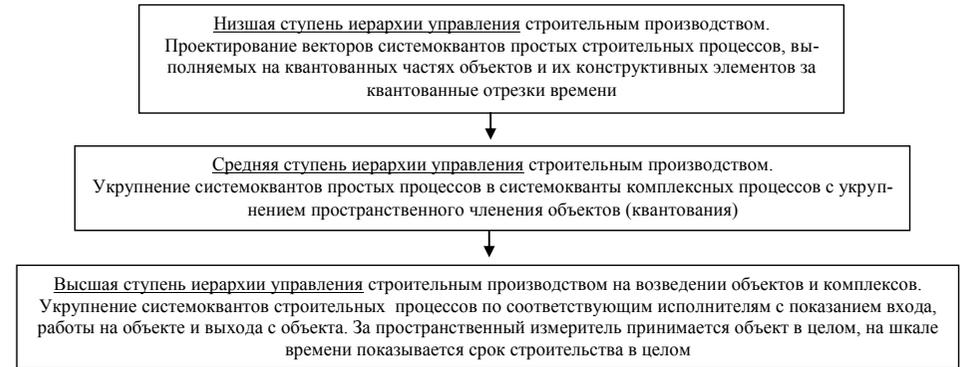


Рис. 2. Последовательность проектирования системоквантов строительных процессов и объектов в соответствии с иерархическими уровнями управления строительным производством

**Цель – сдача объекта**

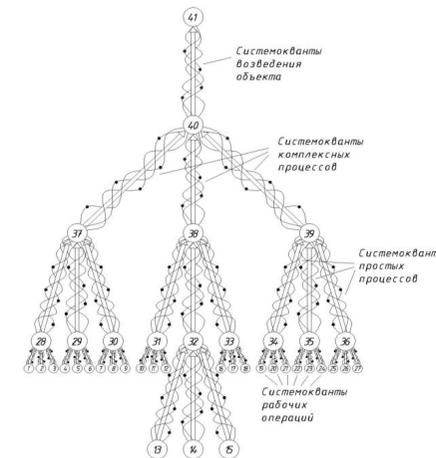


Рис. 3. Иерархическая структура (дерево целей) формирования системоквантов строительных процессов и объектов:

○ — информационные векторы системоквантов, направленные на достижение цели (получение результата);

— логистические цепочки системоквантов, обвивающие информационные векторы по восходящим спиральям.

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Судаков К.В., Агаян Г.Ц. и др. Системокванты физиологических процессов. - М.: Межд. Гуманит. фонд арменоведения им. акад. Ц.П.Агаяна, 1997.
2. Судаков К.В. Теория функциональных систем. - М.: 1996. - 95с.

3. Анохин П.К. Избр. тр. Философские аспекты теории функциональной системы. - Изд-во «Наука» М., 1978. - 400с.

4. Информационные модели функциональных систем /под ред. К.В.Судакова и А.А.Гусакова. - М. Фонд «Новое тысячелетие», 2004, - 304с.

Аверченков В. И., д-р техн. наук, проф.,  
Леонов Ю. А., ст. преп.

Брянский государственный технический университет

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ ЭВРИСТИЧЕСКОГО ПОИСКА ДЛЯ СТРУКТУРНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ОБРАБОТКИ ЗАГОТОВОК

yorleon@yandex.ru

Рассматривается представление задачи автоматизации проектирования технологических процессов обработки заготовок в пространстве состояний. Предложен метод формирования оптимального технологического процесса, основанный на эвристическом алгоритме поиска. Представлены критерии автоматизированного выбора рациональных схем базирования.

**Ключевые слова:** технологический процесс, САМ/САЕ, АСТПП, схемы базирования, эвристический поиск, пространство состояний.

Известно большое множество научных работ направленных на решение задач автоматизации проектирования технологических процессов (ТП) обработки заготовок [1]. Однако на сегодняшний день остаются не решенными многие технологические задачи, одна из которых поиск оптимальной структуры обработки заготовок. Такая ситуация объясняется сложной формализацией этой задачи. Как показал анализ, данная проблема требует нестандартных подходов с применением современных математических методов и алгоритмов.

В области искусственного интеллекта широко известны методы поиска решения в пространстве состояний. Под пространством состояний понимают множество возможных конфигураций исследуемой динамически меняющейся системы [2]. Различают начальное и конечное (целевое) состояния системы. Под начальным состоянием понимают исходную конфигурацию системы, с которой начинается решение задачи. Целевым состоянием называют конечную конфигурацию системы, к которой стремится решение задачи. Очень часто пространство задач представляют в виде графа или дерева, вершины которых соответствуют состояниям, а дуги операторам, которые преобразуют одно состояние системы в другое.

Применительно к задаче проектирования ТП обработки заготовки пространством состояний будем называть всевозможные варианты состояния заготовки после обработки от начального состояния – заготовки до конечного состояния – детали. В процессе обработки заготовка может проходить различные состояния, т.е. заготовка будет представлять собой промежуточные состояния, в которых обработанными являются те или иные поверхности до различных стадий обработки. В качестве модели описания пространства состояний для задачи проектирования

ТП обработки заготовки было выбрано иерархическое представление в виде дерева. В корне этого дерева находится начальное состояние заготовки ( $S_0$ ). Листьями этого дерева являются конечные состояния заготовки – деталь ( $S_n$ ). Остальные узлы дерева  $S_1, S_2$  и т.д. представляют собой промежуточные (текущие) состояния заготовки –  $S_k$  (рис. 1). Каждый путь от состояния заготовки до состояния детали проходит по разным сценариям (маршрутам обработки), при этом в дереве возможных состояний могут встречаться одинаковые состояния заготовки.

Для того чтобы рассмотреть всевозможные варианты обработки заготовки необходимо сначала их включить в пространство состояний. Вначале для текущего состояния заготовки определяются всевозможные варианты базирования, при этом неизвестно какая технологическая операция будет идти первой, а какая второй и т.д. Для каждой базы определяются возможные виды обработки (операции) с учетом конкретного станочного оборудования.

Представим для примера алгоритм формирования операций для текущей базы.

1. Выбираем станок из базы данных (БД) станочного оборудования.

2. Определяем можно ли обеспечить требуемое базирование для выбранного станка: если да, то продолжаем алгоритм: если нет, то выбираем другой станок (пункт 1).

3. Определяем какие поверхности и до какой стадии можно обработать при выбранном базировании и на текущем станочном оборудовании. База, станок и обработка максимально возможного набора поверхностей будет определять текущую операцию.

4. Если в БД станочного оборудования остались не рассмотренные станки, то переходим к первому пункту, если нет, то формирова-

ние возможных операций на текущую базу закончено.

На рис. 1 показано дерево возможных вариантов обработки, в котором помимо состояний заготовки добавлены возможные базы и операции, выполненные от этих баз.

Исходными данными для построения дерева являются 3D-представления заготовки и детали с нанесенными конструкторскими и технологическими требованиями. При сравнении геометрии заготовки и детали заготовка разбивается на отдельные конструктивно-

технологические элементы (КТЭ) –  $P_i$  согласно классификации В.Д. Цветкова [3]. В ходе анализа требований к качеству изготовления детали, полученные КТЭ заготовки разбиваются на множество КТЭ, представляющие собой состояния элементов заготовки после выполнения над ними промежуточных операций. Таким образом, для каждого элемента заготовки определяется план обработки с получением промежуточных состояний от исходного состояния заготовки до конечного состояния детали.

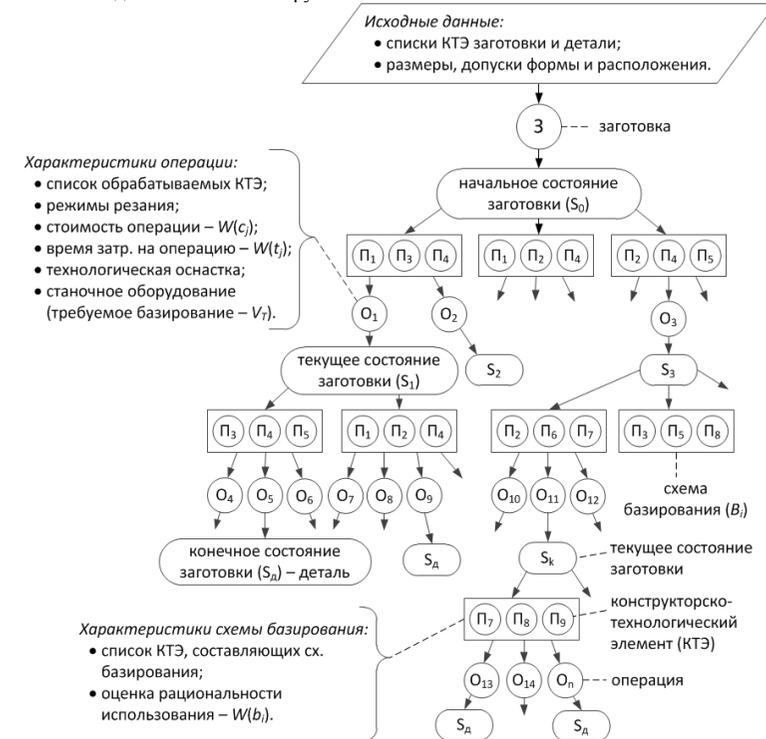


Рис. 1. Дерево возможных вариантов обработки заготовки

После выполнения технологических операций появляются новые состояния заготовки. Например, после операции  $O_1$  появляется новое состояние заготовки  $S_1$  (рис. 1). Далее описанные действия по формированию новых состояний повторяются до тех пор пока в каждом из возможных путей обработки заготовки не получим целевое состояние детали ( $S_n$ ).

После создания дерева возможных вариантов обработки заготовки необходимо рассчитать следующие оценки: укрупненную стоимость операции –  $W(c)$ ; укрупненное время, затрачи-

ваемое на операцию –  $W(t)$ ; качество использования схемы базирования –  $W(b_i)$  (рис. 2). Эти оценки потребуются для нахождения оптимального ТП обработки заготовки.

Необходимо рассчитывать оценки качества схемы базирования для каждой операции, например для схемы, изображенной на рис. 2 необходимо получить две оценки схемы базирования  $W(b_{11})$  и  $W(b_{12})$  для операций  $O_1$  и  $O_2$  соответственно.

Каждая технологическая база ранжируется согласно критериям оптимальности, которые в

итоге определяют качество схем. Определены следующие критерии выбора рациональных схем базирования [4]: погрешность схемы базирования заготовки; относительные затраты на реализацию схемы установки; относительное вспомогательное время, необходимое на установку и снятие заготовки; площадь главной базы; устойчивость заготовки при базировании по главной базе; доступность обрабатываемых поверхностей; доступность использования базовых поверхностей; компактность расположения базовых поверхностей.

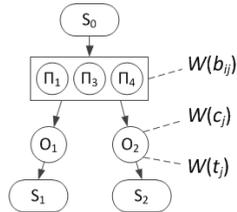


Рис. 2. Оценки схемы базирования и операции

Свертку оценок схем базирования по критериям рациональности можно выполнить с помощью методов принятия решений, например метода анализа иерархий [5].

Используя данные об обрабатываемых поверхностях, технических характеристиках выбранного станочного оборудования и режущего инструмента, выбранной схемы обработки, рекомендуемых режимов резания (табличные данные, основанные на информации о переходах КТЭ на следующие стадии обработки), подсчитывается укрупненная оценка времени обработки  $W(t_j)$ . Укрупненная оценка стоимости обработки  $W(c_j)$  рассчитывается исходя из данных о времени обработки и стоимости обработки на выбранном оборудовании.

После того как определены оценки схем базирования и операций, необходимо найти оптимальный ТП, который выражен в «кратчайшем» пути от состояния заготовки до состояния детали. Так как количество вариантов обработки заготовки, представленное деревом, будет достаточно большим необходимо выполнить процедуру оптимизации поиска.

Для оптимизации поиска ТП в дереве предлагается использовать алгоритм эвристического поиска «Алгоритм А\*» [2]. Алгоритм использует следующую эвристическую оценочную функцию:

$$f(x) = g(x) + h(x), \quad (1)$$

где  $g(x)$  – общий вес пройденного пути в дереве;  $h(x)$  – оценка оставшегося пути до целевого состояния.

Для задачи поиска кратчайшего пути в дереве возможных вариантов обработки была использована оценочная функция (1) в которой функция  $g(x)$  равна:

$$g(x) = \sum_{i=1}^n \frac{1}{W(b_i)} + \sum_{j=1}^m W(t_j) + \sum_{j=1}^m W(c_j), \quad (2)$$

где  $i$  – текущая схема базирования для рассматриваемого пути;  $n$  – конечная схема базирования для рассматриваемого пути;  $W(b_i)$  – оценка  $i$ -ой схемы базирования [4];  $j$  – текущая операция рассматриваемого пути;  $m$  – конечная операция рассматриваемого пути;  $W(t_j)$  – оценка вспомогательного времени  $j$ -ой операции;  $W(c_j)$  – оценка стоимости  $j$ -ой операции (рис. 2).

Оценки вспомогательного времени и стоимости для  $j$ -ой операции равны:

$$W(t_j) = \frac{t_j^{on}}{\sum_{k=1}^w t_k^{on}}, \quad W(c_j) = \frac{c_j^{on}}{\sum_{k=1}^w c_k^{on}}, \quad (3)$$

где  $t_j^{on}$ ,  $c_j^{on}$  – укрупненные оценки вспомогательного времени и стоимости  $j$ -ой операции;  $\sum_{k=1}^w t_k^{on}$ ,  $\sum_{k=1}^w c_k^{on}$  – сумма всех оценок вспомогательного времени и стоимости в дереве.

Различия оценок  $W(b_{ij})$  на рис. 2 и  $W(b_i)$  в формуле (2) объясняется тем, что в первом случае целью являлось показать, что на одну и ту же схему может быть несколько оценок, количество оценок для одной схемы зависит от количества возможных операций. Во втором случае индекс  $i$  определяет порядок следования схем базирования в рассматриваемом пути.

Оценка оставшегося пути до целевого состояния  $h(x)$  является эвристической компонентой в функции (1), в качестве целевого состояния принимается конечное состояние заготовки (деталь). Для задачи поиска оптимального ТП функция  $h(x)$  равна:

$$h(x) = \frac{\sum_{q=1}^p S_q^{ocm}}{\sum_{q=1}^p S_q^{acc}}, \quad (4)$$

где  $q$  – текущий КТЭ детали;  $p$  – конечный КТЭ детали;  $S_q^{ocm}$  – количество стадий, которое осталось пройти (осталось обработать) текущему ( $q$ -му) КТЭ;  $S_q^{acc}$  – количество всех стадий, которое необходимо пройти  $q$ -му КТЭ.

Рассмотрим подробнее расчет эвристической компоненты  $h(x)$ . Для этого, обобщив представим задачу обработки отдельного КТЭ. Задача формулируется следующим образом: необходимо подобрать план обработки элемента заготовки КТЭ<sup>3</sup> для того, чтобы получить конечный элемент КТЭ<sup>0</sup>; при этом план обработки представляет собой упорядоченный список КТЭ с выявленными характеристиками (размеры, точность, качество, геометрия КТЭ), составляющих промежуточные состояния рассматриваемого элемента заготовки. Такой список может быть представлен следующим образом:

$$KTЭ_{cn.} = (KTЭ^3, KTЭ_1^3, KTЭ_2^3, \dots, KTЭ^0), \quad (5)$$

где КТЭ<sub>i</sub><sup>3</sup> –  $i$ -ое состояние КТЭ, полученное на текущей стадии обработки.

Для решения поставленной задачи необходимо воспользоваться функцией  $F_{cm.}$ , которая переведет КТЭ<sup>3</sup> в КТЭ<sup>0</sup>:  $KTЭ^3 \xrightarrow{F_{cm.}} KTЭ^0$ .

При решении рассматриваемой задачи необходимо учитывать множество доступного станочного оборудования  $Eq = \{eq_1, eq_2, \dots, eq_n\}$  и множество методов обработки  $M = \{m_1, m_2, \dots, m_n\}$ .

$$F_{cm.} : \{[M], KTЭ^3, KTЭ^0\} \rightarrow (KTЭ^3, KTЭ_1^3, KTЭ_2^3, \dots, KTЭ^0). \quad (7)$$

Таким образом, для списка  $KTЭ_{cn.} = (KTЭ_0^3, KTЭ_1^3, KTЭ_2^3, \dots, KTЭ_s^3)$  в случае, если  $KTЭ_s^3$  является текущим состоянием  $j$ -го КТЭ, то в формуле (4) количество стадий которое осталось пройти элементу вычисляется следующим образом:

$$S_q^{ocm} = s - i - 1, \quad (8)$$

где  $s$  – количество состояний КТЭ;  $i$  – номер текущего состояния.

Рассмотрим для примера обработку наружной цилиндрической поверхности (вал). Исходный цилиндр (КТЭ<sup>3</sup>) после заготовительной операции имеет 14 квалитет. Необходимо получить конечное состояние цилиндра (КТЭ<sup>0</sup>) по 7-му квалитету.

С помощью функции  $F_m$  (см. формулу (5)) получаем следующий список методов:  $[M]=\{\text{«черновое точение»}, \text{«чистовое точение»}, \text{«шлифование»}\}$ . Черновое точение позволяет перейти от 14-го к 11-му квалитету, чистовое точение от 11-го к 9-му и шлифование от 9-го к 7-му. При этом обязательно, что план обработки может быть именно таким, но в данной задаче рассматривается именно такой план. Для

Каждое станочное оборудование позволяет использовать определенное множество методов обработки:  $eq_i = \{m_1, m_2, \dots, m_k\}$ , где  $k$  – количество доступных методов для  $i$ -го станочного оборудования.

На начальном этапе необходимо воспользоваться функцией  $F_m$ , которая определит список методов требуемых для перевода КТЭ<sup>3</sup> в КТЭ<sup>0</sup>:  $KTЭ^3 \xrightarrow{F_m} KTЭ^0$ . Исходными данными для функции  $F_m$  служат характеристики КТЭ<sup>3</sup> и КТЭ<sup>0</sup> (точность, качество, геометрия). Работу данной функции можно представить следующим образом:

$$F_m : \{KTЭ^3, KTЭ^0\} \rightarrow (m_1, m_2, \dots, m_q). \quad (6)$$

Обозначим список найденных методов как:  $[M] = (m_1, m_2, \dots, m_q)$ . Такой список определяет план обработки КТЭ<sup>3</sup> с применением конкретных методов обработки, при этом станочное оборудование остается неопределенным.

На следующем этапе с помощью функции  $F_{cm.}$  получаем список КТЭ с выявленными характеристиками для каждого элемента, причем входными данными будут: список методов  $[M]$ , характеристики исходного элемента (КТЭ<sup>3</sup>) и конечного элемента (КТЭ<sup>0</sup>):

данного примера список промежуточных состояний КТЭ будет следующим:  $KTЭ_{cn.} = (KTЭ_0^3, KTЭ_1^3, KTЭ_2^3, KTЭ_3^3)$ , где  $KTЭ_0^3$  – исходное состояние КТЭ;  $KTЭ_1^3$  – состояние КТЭ после чернового точения;  $KTЭ_2^3$  – состояние КТЭ после чистового точения;  $KTЭ_3^3$  – окончательное состояние КТЭ после шлифования.

Таким образом, если текущее состояние элемента –  $KTЭ_1^3$ , то количество стадий, которое необходимо пройти будет равным:  $S_q^{ocm} = 4 - 1 - 1 = 2$ .

Используя данный подход для каждого КТЭ, подсчитывается значение эвристической компоненты  $h(x)$  по зависимости (4).

На рис. 3 представлена разработанная функциональная схема проектирования ТП с использованием дерева возможных вариантов обработки заготовки.

Предложенная методика проектирования ТП обработки заготовки позволила:

- формализовать процесс автоматизированного проектирования ТП для любых видов деталей;
- за счет представления задачи проектирования ТП в виде пространства состояний удалось учесть всевозможные варианты обработки заготовки;

- провести структурную оптимизацию ТП;

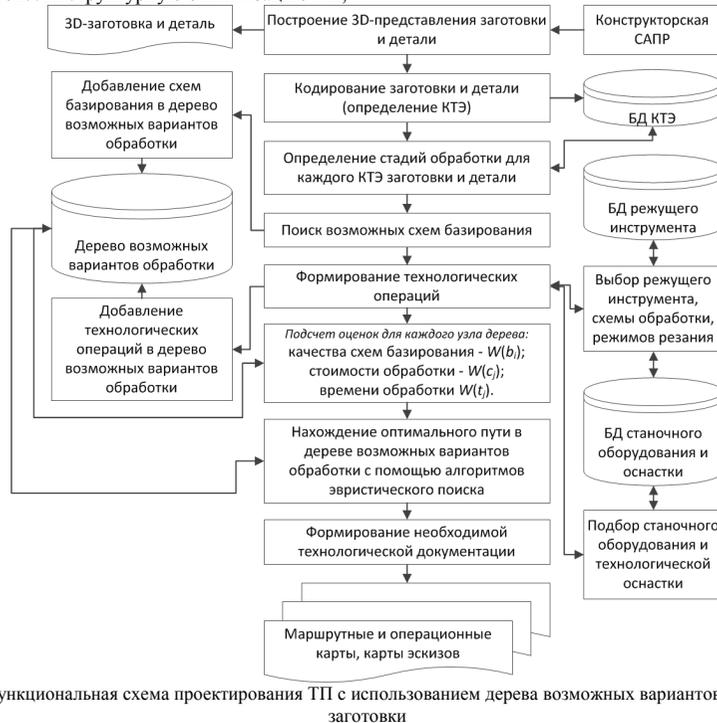


Рис. 3. Функциональная схема проектирования ТП с использованием дерева возможных вариантов обработки заготовки

В результате проведенного исследования была создана автоматизированная система [4] решающая следующие задачи: кодирование заготовки и детали на основе их 3D-представления; поиск возможных схем базирования для текущего состояния заготовки; подсчет оценок качества схем базирования для выбранной операции, согласно установленным критериям рациональности.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Рыжов, Э.И. Оптимизация технологических процессов механической обработки / Э.И. Рыжов, В.И. Аверченков – Киев: Наук, думка, 1989. – 192с.
2. Нильсон, Н. Искусственный интеллект. Методы поиска решений / Н. Нильсон; под ред.

- выбрать рациональные схемы базирования для каждой технологической операции;
- получить маршрутные и операционные ТП обработки заготовки;
- сократить стоимость и время на подготовку технологической документации.

С.В. Фомина – М.: «Издательство МИР», 1973. – 273с.

3. Цветков, В.Д. Система автоматизации проектирования технологических процессов / В.Д. Цветков. – М.: Машиностроение, 1972. – 240с.

4. Аверченков, В.И. Автоматизация поиска и выбора рациональных схем базирования заготовки при решении задачи синтеза единичных технологических процессов / В.И. Аверченков, Ю.А. Леонов // Известия ТулГУ. Технические науки. Вып. 3. Тула: изд-во ТулГУ, 2011. – 524с.

5. Аверченков, В.И. Использование метода аналитической иерархии для решения задачи автоматизированного выбора рациональных схем базирования заготовки / В.И. Аверченков, Ю.А. Леонов // Вестник БГТУ. Брянск: изд-во БГТУ, 2010. – 150 с.

Волков А. А., д-р. техн. наук, проф.  
Московский государственный строительный университет  
Лебедев В. М., канд. техн. наук, доц.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

## РАЗРАБОТКА ПРОЕКТОВ ПОТОЧНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА КРУПНОПАНЕЛЬНЫХ ЖИЛЫХ ДОМОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИСТЕМОКВАНТОВ

vestnik@intbel.ru

На примере проекта поточного строительства с использованием сетевых циклограмм показана адекватная замена их с применением системоквантов строительных процессов и возведения объектов в виде информационно-логических векторов, обвиваемых по восходящим спиральям квантами процессов

**Ключевые слова:** годовая программа, графики, объекты, специализированные и комплексные потоки; технология и организация строительства, техника безопасности, материально-технические ресурсы.

В 1977 году сетевые циклограммы были адаптированы автором при разработке и внедрении проектов поточного строительства крупнопанельных жилых домов серии 121 на годовые программы Мичуринского СДСК упр. «Тамбовсельстрой» и ПМК-227 упр. «Воронежоблсельстрой» [1].

Проекты поточного строительства включали в себя:

- объектные сетевые циклограммы на строительство 27-, 60-, и 90- квартирных жилых домов;

- сводные графики (сетевые циклограммы) поточного строительства на годовые программы;

- графики движения машин и механизмов;
- графики движения рабочей силы на строительстве домов;
- директивные графики освоения капитальных вложений;
- объектные диаграммы освоения капитальных вложений.

Проектирование комплексных потоков осуществлялось на основе объектных потоков. Однотипность крупнопанельного домостроения позволяла выделить в каждой серии домов ячейку этаж-секцию, повторяющуюся на всех домах. На производство СМР одной этаж-секции составлялась технологическая нормаль, где работы выполнялись в четкой определенной технологической последовательности до полного завершения. На основе разработанных технологических нормалей ячеек этаж-секций с учетом правильной технологии, организации строительства и соблюдения правил техники безопасности проектировались объектные сетевые циклограммы, отображающие развитие строительных процессов во времени и в пространстве (рис. 1).

На них видно в любое время место нахождения исполнителей (бригады, звена): в каком подъезде, на каком этаже и в какой организационно-технологической последовательности

осуществляется строительство домов. Для формирования годовых программ строительномонтажных организаций (СМО) и проектирования комплексных потоков застройки кварталов и микрорайонов по участкам объектные сетевые циклограммы укрупнились и на них показывались начала, работы и окончание работ спецпотоков на объектах (рис. 3). Годовые комплексные потоки строились по наиболее критическому объектному потоку – возведению коробок зданий. В дальнейшем, в период внедрения возможно было оперативное переустройство потоков по любому специализированному потоку [2].

Формирование годовых комплексных потоков и их количество определялось в зависимости от мощности СМО. В соответствии с сформированными годовыми комплексными потоками строились графики потребности на годовые программы СМО в материально-технических ресурсах и финансировании.

На период внедрения в течение года укрупненные объектные сетевые циклограммы (рис. 3.) делались в виде полосок шириной 4-5 см.

Годовая программа стройорганизации выполнялась в виде планшета, слева по вертикали обозначались строительные участки, объекты, по горизонтали обозначалось время (рис. 5.). Полоски объектных сетевых циклограмм первоначально временно закреплялись согласно сформированным годовым комплексным потокам с возможностью перемещения – «плавания» в горизонтальном направлении по сетке времени. Это давало возможность ежемесячно оперативно в течение короткого времени перестроить состав, очередность комплексных потоков в соответствии со сложившейся ситуацией по финансированию, людским и материально-техническим ресурсам и другим факторам, далее осуществлялся расчет месячных планов-заданий по системе «Аспут» на ЭВМ «Минск-32».

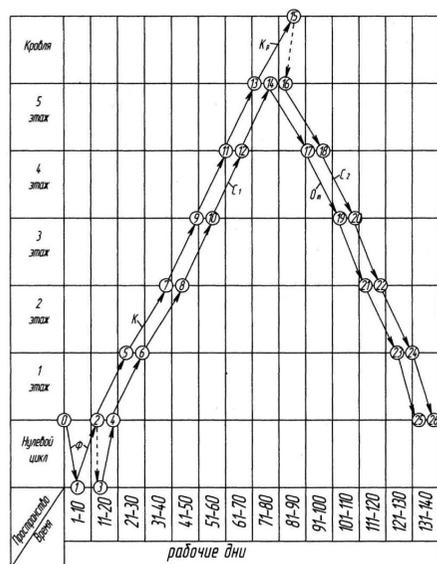


Рис. 1. Объектная сетевая циклограмма строительства 5-ти этажного 4х секционного крупнопанельного жилого дома: 0-1-земляные работы; 1-2-устройство фундаментов; 2-5, 5-7, 7-9, 9-11, 11-13- возведение коробки 1,2,3,4,5 этажей; 3-4-6-8-10-12-14-спецработы (сантехнические, электромонтажные); 13-15-устройство кровли; 14-17-19-21-23-25-отделочные работы на 5,4,3,2,1 этажах; 16-18-20-22-24-26-установка сан.тех. приборов, электроарматуры; 2-3,15-16 орг.тех.зависимости.

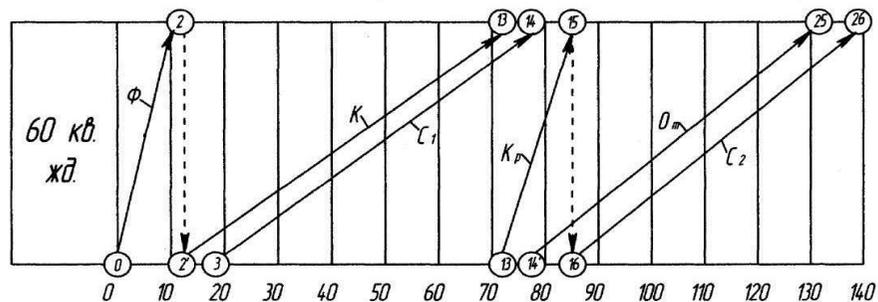


Рис. 3. Укрупненная объектная сетевая циклограмма: 0-2- работы нулевого цикла; 2'-13- возведение коробки здания; 3-14- специальные работы (сантехнические, электромонтажные); 13'-15- устройство кровли; 14'-25-отделочные работы; 16-26- установка сантехприборов и электроарматуры; Ф, К, С1, Кр, От, С2 - буквенные обозначения спец. потоков.

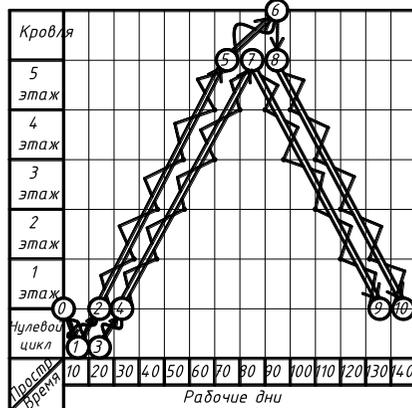


Рис. 2.Системокванты процессов строительства 5-ти этажного 4-х секционного крупнопанельного жилого дома: «0-1» - земляные работы; «1-2» - устройство фундаментов; «2-5» - возведение коробки; «3-4-7» - спец. работы – черновая разводка; «5-6» - кровельные работы; «7-9» - системокванты отделочных работ, обвивающие информационный вектор по нисходящей спирали; «8-10» - системокванты установки сан.тех. приборов, электроарматуры, обвивающие информационный вектор по нисходящей спирали(адекватно сетевой циклограмме рис. 1).

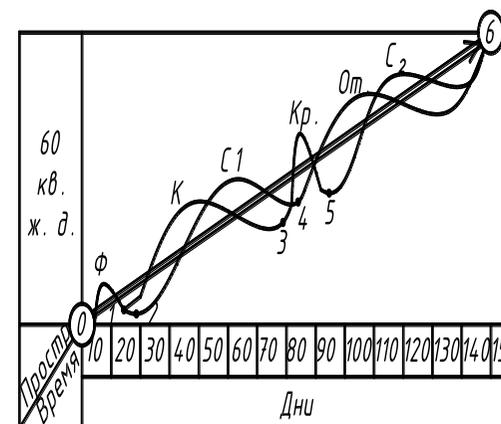


Рис. 4. Укрупненные объектные системокванты строительства 60кв.ж.дома: «0-1» - нулевой цикл; «1-3» - возведение коробки; «2-4» - спецработы – черновая разводка; «3-5» - кровельные работы; «4-6» - отделочные работы; «5-6» - установка сантех приборов и электроарматуры. (адекватно сетевой циклограмме рис. 3)

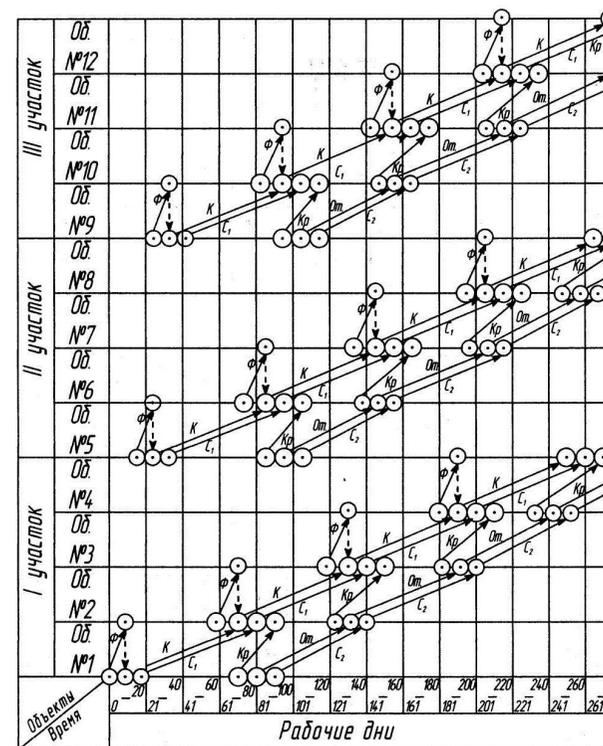


Рис. 5. Планшет годовой программы строительной организации с "передвижными" объектными сетевыми циклограммами: Ф-спец.потоки нулевого цикла; К-спец.потоки по возведению коробок зданий; С1 - потоки сантехнических и электромонтажных работ (черновая разводка); Кр - спец.потоки кровельщиков; От - спец.потоки отделочников; С2 - спец.потоки установки сантехнических приборов и электроарматуры

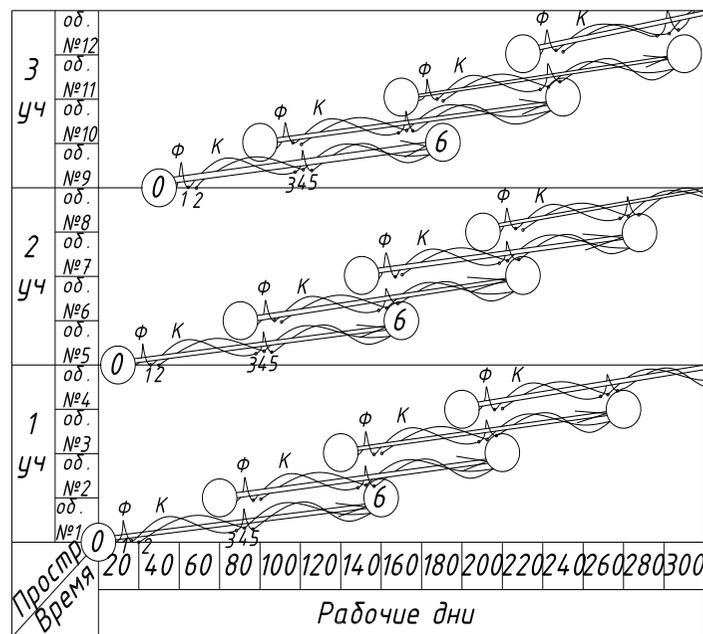


Рис.6. Планшет годовой программы строительной организации с «передвижными» объектными системоквантами: Ф – спец. потоки нулевого цикла; К – спец. потоки-системокванты по возведению коробок, переходящие с одного информационного вектора на другой по готовности фронтов работ (фундаментов). 0,1,2,3,4,5,6 – номера событий согласно объектным системоквантам (рис. 4) (адекватно сетевой циклограмме рис. 5).

Рассмотрим возможность применения системоквантов строительных процессов и возведения объектов [3,4,5] на конкретном примере проектирования поточного строительства крупнопанельных домов.

Адекватно объектной сетевой циклограмме (рис. 1) спроектируем системокванты процессов строительства 5-ти этажного 4-х секционного крупнопанельного жилого дома (рис. 2). Аналогично по укрупненной объектной сетевой циклограмме (рис. 3) запроектируем укрупненные объектные системокванты строительства (рис. 4). Затем проектируем годовые комплексные потоки системоквантов по наиболее критическому объектному потоку – возведению коробки зданий (рис. 6) с переходом системоквантов с одного информационного вектора на другой по мере готовности фронтов работ. Прделанная работа показывает перспективность разработки и внедрения проектов поточного строительства с использованием системоквантов строительных процессов и возведения объектов.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Анохин П.К. Избр. тр. Философские аспекты теории функциональной системы. – Изд-во «Наука» М., 1978. – 400с.
2. Лебедев В.М. Функционально-системное проектирование поточного строительства: монография/В.М. Лебедев. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2007.
3. Информационные модели функциональных систем /под ред. К.В.Судакова и А.А. Гусакова. – М. Фонд «Новое тысячелетие», 2004, – 304 с.
4. Системотехника строительства. Энциклопедический словарь / Под ред. А.А. Гусакова. – М.: изд-во АСВ, 2004. – 320с.
5. Волков А.А., Лебедев В.М. Проектирование системоквантов рабочих операций и трудовых строительных процессов в среде информационных технологий//Вестник МГСУ / 2010, №2.

## ТРАНСПОРТ И ЭНЕРГЕТИКА

Шутов А. И., д-р техн. наук, проф.,  
Новописный Е. А., аспирант

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

### ЭКСПЕРТИЗА СТОЛКНОВЕНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ И ВОЗМОЖНОСТИ ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ

nwrite@yandex.ru

Столкновения транспортных средств составляют 25-35% от всех дорожно-транспортных происшествий. Если к этому отнести наезды на стоящие транспортные средства и неподвижные препятствия, то общее число достигнет 40%. Определение скорости транспортных средств непосредственно перед дорожно-транспортным происшествием является одним из основных вопросов при расследовании. Традиционные методики позволяют определить скорость транспортных средств путём расчёта энергии, затрачиваемой на образование следов скольжения колёс при торможении. Значение скорости автомобиля можно уточнить, используя данные о напряженно-деформированном состоянии бампера.

**Ключевые слова:** дорожно-транспортное происшествие, скорость, столкновение автомобилей, бампер.

Под столкновением транспортных средств (ТС) понимают происшествие, возникшее в результате взаимного контакта механических ТС в процессе их движения и повлекшее за собой гибель или телесные повреждения людей, повреждения транспортных средств, сооружений, грузов или иной материальный ущерб.

Столкновения нередко сопровождаются опрокидыванием, пожаром, выездом за пределы дороги, наездами на препятствия или падением с возвышений (мостов, путепроводов, откосов), что, помимо большого материального ущерба, приводит к человеческим жертвам [1].

В процессе столкновений и наездов ТС на неподвижные препятствия водители и пассажиры подвергаются воздействию значительных ударных нагрузок в течение короткого времени (0,07...0,15 с) и получают при этом тяжёлые травмы, часто не совместимые с жизнью [2].

Причинами столкновений являются обстоятельства, создавшие такую дорожную обстановку, при которой водитель своевременно не обнаружил опасности столкновения и не принял необходимых мер для его предотвращения. Основные причины столкновений можно разделить на шесть групп:

- неисправности ТС, приводящие к внезапному изменению направления движения или лишаящие водителя возможности снизить скорость, остановиться либо объехать препятствия;
- неблагоприятные дорожные условия, приводящие к произвольному изменению направления движения ТС или потере управляемости

(скользящая проезжая часть, разные значения коэффициента сцепления под правыми и левыми колёсами);

- неблагоприятная дорожная обстановка, когда в полосе движения ТС возникает препятствие, вынуждающее водителя применить резкий манёвр или торможение, что приводит к потере управляемости ТС и выезду в опасном направлении;

- действия водителей, противоречащие требованиям Правил дорожного движения и создающие помеху (например, при проезде перекрёстков, обгоне, объезде);

- неправильные приёмы управления, приводящие к потере управляемости транспортных средств (резкое торможение при совершении поворота или на скользкой дороге, крутой поворот рулевого колеса при выезде из колена);

- прочие (неправильная организация движения, плохая видимость дорожных знаков или их отсутствие, что приводит к неправильной оценке водителем дорожной обстановки).

При расследовании дорожно-транспортных происшествий (ДТП) одним из основных вопросов, который необходимо решить для дальнейшего анализа дорожно-транспортной ситуации, является определение скорости движения транспортных средств непосредственно перед ДТП.

В настоящее время методики, используемые в экспертной практике, позволяют определить скорость движения транспортных средств путём расчёта энергии, затрачиваемой на образование следов юза колёс при торможении и при

боковом скольжении транспортных средств; на перемещение транспортных средств после столкновения и другие. Однако существующие методики предусматривают определение минимальных значений скоростей движения транспортных средств, которые могут значительно отличаться от реальной ситуации, предшествующей дорожно-транспортному происшествию. Кроме того, при отсутствии следовой информации определить даже приблизительно значение скорости транспортных средств перед ДТП традиционно используемыми методами не представляется возможным — не учитываются затраты кинетической энергии движущихся транспортных средств на деформацию их конструкций и иных препятствий. Ошибка расчета скоростей столкнувшихся транспортных средств существенно возрастает с ростом деформаций. Однако несомненным достижением традиционной методики является база нормативных значений параметров торможения транспортных средств и психофизических значений времени реакции водителей для различных ситуаций, широко используемые в судебной и следственной практике.

Вследствие естественного процесса дифференциации знаний достижения современной вычислительной механики в части как расчетов затрат энергии на деформацию конструкций, так и расчетов формоизменения конструкций под действием нагрузок не были замечены разработчиками традиционной методики. Эти достижения и не могли быть замечены, так как развитие вычислительной техники значительно отставало от развития механики, стоимость производства подобных наукоемких расчетов была высока, и они производились, как правило, для нужд оборонного комплекса. Только с появлением современного поколения быстродействующих компьютеров стало реальным широкое использование методов вычислительной механики для реконструкции обстоятельств ДТП.

Известен также способ установления скоростей движения транспортных средств в момент их столкновения, который включает: определение суммарных затрат, состоящих из действия сил сопротивления перемещения автомобилей в процессе их отбрасывания после столкновения, и сил деформации и разрушения транспортных средств в момент столкновения, установление величин начальных линейных скоростей отбрасывания, по которым находят искомые скорости. Недостатком этого способа является то, что при определении работы деформаций транспортных средств как совокупности работ деформаций их отдельных поврежденных деталей игнорируется конструкцион-

ная прочность и твердость каждого столкнувшегося транспортного средства как единого целого, и это обуславливает погрешности в конечном результате.

Данный недостаток может быть устранен с помощью результатов многочисленных испытаний транспортных средств в условиях реальных столкновений и определения на этой основе величины работы деформации конкретного транспортного средства как единой конструкции, однако такие подходы связаны с материальными затратами.

В этой связи весьма актуальны задачи повышения точности и снижения стоимости исследований при определении скоростей движения транспортных средств при разных видах столкновений.

В работе [3] на основе большого объема наблюдений и исследований ДТП предлагается использовать результаты столкновений с неподвижным препятствием неограниченной массы в виде значения приведенной скорости. Полученная при этих испытаниях информация о размерах деформаций и разрушений ТС в зависимости от скорости наезда может использоваться для определения скорости ТС в момент столкновения при ДТП.

Использование данных о напряженно-деформированном состоянии бампера автомобиля, позволит уточнить значение скорости автомобиля в момент столкновения, обеспечивая при этом требуемое качество и простоту выполнения. В качестве примера рассмотрим столкновение автомобиля *Volkswagen Golf Plus* с автомобилем ВАЗ-2107.

Из постановления о назначении экспертизы следует: «12 июня примерно в 1 час 55 минут водитель Свиридов, находясь в состоянии алкогольного опьянения, управляя технически исправным автомобилем *Volkswagen Golf Plus*, двигаясь по ул. Центральной со стороны п. Уральский в районе д. 66 совершил столкновение с автомобилем ВАЗ-2107».

Одним из вопросов, заданных эксперту, является определение скорости автомобиля *Volkswagen Golf Plus* в момент столкновения с учетом следов торможения на обочине 13,28 м (левых колес автомобиля *Volkswagen Golf Plus*), 10,7 м (правых колес автомобиля *Volkswagen Golf Plus*), на асфальте 5,5 м (правых колес автомобиля *Volkswagen Golf Plus*), 9,4 м (левых колес автомобиля *Volkswagen Golf Plus*).

Исходные данные (из постановления о назначении экспертизы):

«Дорожные условия в момент ДТП: населенный пункт, обозначенный знаком 5.22 Приложения к ПДД РФ. Темное время суток, улич-

ное освещение отсутствует, горизонтальный участок дороги с сухим асфальтобетонным покрытием двух направлений шириной 7,4 м, без линии разметки. Правая (по ходу движения автомобиля *Volkswagen Golf Plus*) обочина - 3 м, левая обочина 2,9 м.

При осмотре места происшествия был обнаружен след автомобиля *Volkswagen Golf Plus* с началом на правой (по направлению к городу) обочине, расположенный под углом к проезжей части. На правой обочине и правой части проезжей части обнаружены осыпь грязи и стекла, обломанных частей транспортных средств.

При проведении следственных экспериментов установлено, что автомобиль ВАЗ-2107 с водителем и двумя пассажирами стоял на месте около 3-х минут. Со слов трёх свидетелей все колеса автомобиля находились на левой обочине (по ходу его движения). Со слов свидетеля Карева правые колеса автомобиля находились частично на обочине, частично на асфальте.

Автомобиль *Volkswagen Golf Plus* с одним пассажиром следовал со скоростью около 60-70 км/ч. Со слов Свиридова на расстоянии 60-70 м он увидел встречный автомобиль с включенным светом фар и продолжал движение. При уменьшении расстояния до встречного автомобиля до 5 м, встречный автомобиль выехал на его (Свиридова) полосу движения. После чего произошло столкновение автомобилей».

Главной задачей автотехнической экспертизы при исследовании этого вида ДТП является установление механизма столкновения. В эк-

спертной практике принято определять взаимное расположение столкнувшихся автомобилей в момент первичного контактирования (столкновения) путем исследования характера и величин имеющихся деформаций кузовов автомобилей и различных следов, имеющихся на элементах их конструкции, наружных панелях кузова и т.д.; путем взаимного сопоставления зон деформаций и разрушений столкнувшихся транспортных средств. При этом наиболее достоверные результаты могут быть получены при исследовании повреждений транспортных средств непосредственно на них самих. С этой целью был проведен экспертный осмотр транспортных средств участвовавших в происшествии. Осмотр автомобилей ВАЗ-2107 и *Volkswagen Golf Plus* производился на штрафной стоянке в пасмурную погоду при естественном освещении. При проведении осмотра присутствовал следователь и понятые.

Исходя из характера, размеров и локализации повреждений на указанных транспортных средствах, можно утверждать, что в момент столкновения первоначальный контакт произошел между левым краем переднего бампера автомобиля ВАЗ-2107 и левым краем переднего бампера автомобиля *Volkswagen Golf Plus*. Взаимное перекрытие при этом составляло величину около 0,4 м. В момент столкновения угол между продольными осями указанных автомобилей определяется равным  $180 \pm 5^\circ$ . Взаимное расположение автомобилей, показано на рис. 1.

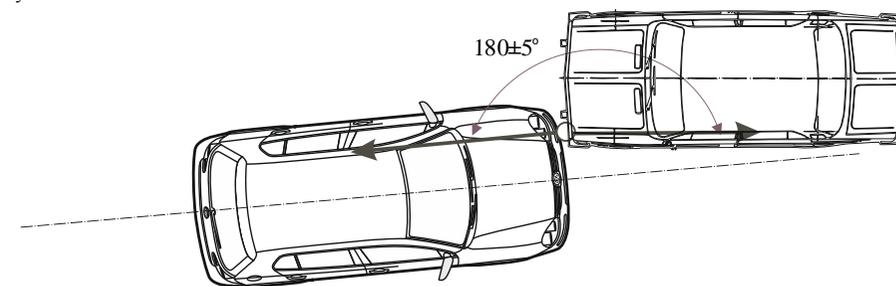


Рис. 1. Расположение автомобилей в момент столкновения

Для решения вопроса о месте столкновения автомобилей относительно границ проезжей части был проведен анализ обстановки на месте ДТП, исходя из протокола осмотра, схемы места происшествия и фототаблицы. Анализ обстановки показывает, что на месте происшествия имеются следующие признаки, указывающие на расположение места столкновения транспортных средств:

осыпь грязи размерами 0,8x1,3 м, расположенная на обочине на расстоянии 0,75 м от правого по ходу движения автомобиля *Volkswagen Golf Plus* края проезжей части и на расстоянии 7,9 м от угла дома № 66;

расположение автомобиля ВАЗ-2107 после столкновения, передние колесами на обочине (левое переднее колесо располагается на расстоянии 1,9 м от правого края правой обочины по ходу движения автомобиля *Volkswagen Golf*

Plus), задние колеса на проезжей части (левое заднее колесо располагается на расстоянии 3,5 м от правого края правой обочины по ходу движения автомобиля Volkswagen Golf Plus);

начало следов торможения автомобиля Volkswagen Golf Plus, расположенное на обочине на расстоянии 1,5 м от правого по ходу движения автомобиля Volkswagen Golf Plus края проезжей части;

осыпь осколков стекла шириной 4 м (на обочине 2,7 м на проезжей части 1,3 м) и длиной

32,9 м. На схеме обозначены 2 участка осыпи, расположенные на обочине: первый участок на расстоянии 0,87 м от правого по ходу движения автомобиля Volkswagen Golf Plus края проезжей части и на расстоянии 8,4 м от угла дома № 66; второй участок на расстоянии 1,8 м от правого по ходу движения автомобиля Volkswagen Golf Plus края проезжей части и на расстоянии 9,9 м от угла дома № 66.

Расположение ТС на проезжей части дороги в момент столкновения отражено на рис. 2.

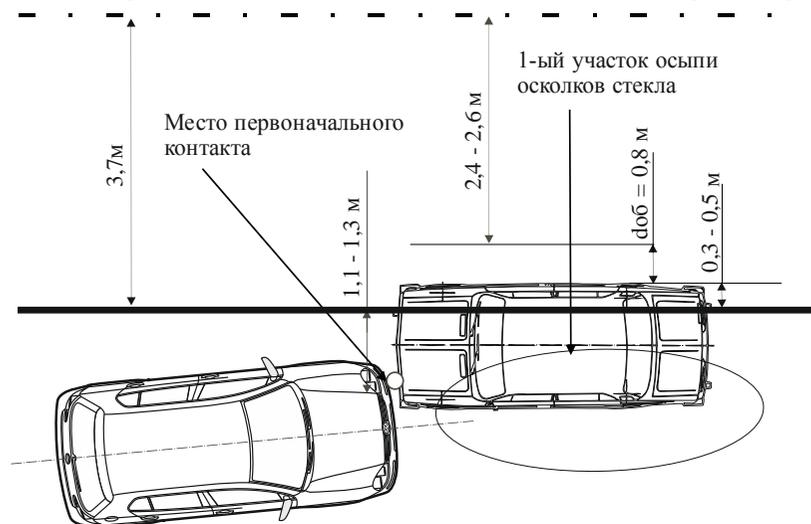


Рис. 2. Расположение автомобилей относительно границ проезжей части в момент столкновения

Исходя из обстановки на месте происшествия, зафиксированной в представленных материалах, повреждений на автомобилях VAZ-2107 и Volkswagen Golf Plus, с учетом вышеприведенных признаков расположения места столкновения, можно утверждать, что в данной ситуации место столкновения (точка первоначального контакта) располагалась на правой, по ходу движения автомобиля Volkswagen Golf Plus, обочине на расстоянии 1,1–1,3 м от края проезжей части, в продольном направлении - на расстоянии 8,5–9,5 м от угла дома №66.

С целью исследования повреждений полученных транспортными средствами при столкновении был произведен их осмотр.

Установленные признаки, а именно форма и характер следов в повреждениях автомобиля VAZ-2107 (повреждение левой передней двери указывает на то, что она была приоткрыта), расположение осыпи стекол и грязи перед и под передней частью автомобиля VAZ-2107, расположение транспортных средств по одну сторону

от направления движения автомобиля Volkswagen Golf Plus, положение рычага коробки перемены передач автомобиля VAZ-2107 на нейтральной передаче, ручного тормоза в положении «включено», в своей совокупности позволяют утверждать, что перед столкновением автомобиль VAZ-2107 находился в неподвижном состоянии.

Скорость движения автомобиля перед применением водителем экстренного торможения, исходя из длины следов торможения (юз), определяется по следующей формуле [4]:

$$v_a = 1,8 \cdot T_3 \cdot j_1 + \sqrt{26 \cdot (S_{ю1} \cdot j_1 + S_{ю2} \cdot j_2)}, \quad (1)$$

где  $T_3$  – время нарастания замедления технически исправного автомобиля категории М1 (Volkswagen Golf Plus), в снаряженном состоянии, при экстренном торможении на горизонтальном участке дороги, с сухим грунтовым покрытием (коэффициент сцепления  $\phi=0,6$ ), с: ( $T_3=0,3$ ) [5];  $j_1, j_2$  – установившееся замедление технически исправного автомобиля категории М1 (Volkswagen Golf Plus), в снаряженном со-

стоянии, при экстренном торможении на горизонтальном участке дороги, соответственно, с сухим грунтовым покрытием и асфальтобетонным покрытием, м/с<sup>2</sup>: ( $j_1=5,9, j_2=6,8$ ) [5];  $S_{ю1}, S_{ю2}$

$$v_a = 1,8 \cdot 0,3 \cdot 5,9 + \sqrt{26 \cdot (13,28 \cdot 5,9 + 9,4 \cdot 6,8)} = 64 \text{ км/ч.} \quad (2)$$

Однако в результате сопоставления полученных повреждений конструкции автомобиля с разрушениями, наблюдаемыми при проведении краш-тестов автомобилей данной марки, было принято решение о необходимости проведения дополнительных исследований. Согласно проведенным исследованиям были определены деформации бампера, значения которых составили:  $\Delta_b=50$ мм;  $\Delta_c=20$ мм. Данный факт позволяет

$$v_a = 1,8 \cdot 0,3 \cdot 5,9 + 3,6 \cdot (0,36 \cdot 50 + 0,08 \cdot 20) = 73,7 \text{ км/ч.} \quad (4)$$

Таким образом, из всего вышеизложенного можно сделать выводы, которые представлены ниже.

1. При расследовании дорожно-транспортных происшествий одним из основных вопросов является определение скорости движения транспортных средств непосредственно перед ДТП.

2. В настоящее время методики, используемые в экспертной практике, позволяют определить скорость движения транспортных средств путём расчёта энергии, затрачиваемой на образование следов юза колёс при торможении и при боковом скольжении транспортных средств или на перемещение транспортных средств после столкновения.

3. При анализе экспертного исследования столкновения автомобилей были получены следующие значения скорости: при использовании традиционной методики – 64 км/ч; по предлагаемой методике – 73,7 км/ч.

– длина следа юза (торможения), соответственно, на обочине и на проезжей части, м: ( $S_{ю1}=13,28; S_{ю2}=9,4$ );

определить скорость движения автомобиля, используя уравнение [6]:

$$v_a = 1,8 \cdot T_3 \cdot j_1 + 3,6 \cdot (0,36 \cdot \Delta_b + 0,08 \cdot \Delta_c) \quad (3)$$

где  $\Delta_b$  – деформации усилителя бампера, мм;  $\Delta_c$  – деформации кронштейна бампера, мм.

Тогда скорость движения автомобиля в момент столкновения с учетом деформаций бампера автомобиля составит:

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шевцов С.О., Дубонос К.В. Расследование обстоятельств дорожно-транспортных происшествий: 2-е изд., доп. - Х.: Факт, 2003.
2. Балакин В.Д. Экспертиза дорожно-транспортных происшествий: Учебное пособие. - Омск: Изд-во СибАДИ, 2005. - 136с.
3. Коршаков И.К. Пассивная безопасность автомобиля. - М.: МАДИ, 1979. - Ч.1, - 95с., Ч.2 - 88с.
4. Иларионов В.А. Судебная автотехническая экспертиза. - М.: ВНИИСЭ, 1980. - Ч.2.
5. Применение в экспертной практике параметров торможения автотранспортных средств. РФЦСЭ. М., 1995.
6. Новописный Е.А. Влияние толщины конструктивных элементов на безопасные свойства бампера / А.И. Шутов, Е.А. Новописный // Сб. науч. тр. по материалам междунар. науч.-практич. конф. «Перспективные инновации в науке, образовании, производстве и транспорте 2011». Т. 1. Транспорт – Одесса: Черноморье, 2011. – С. 23-28.

Губарев А. В., инж.,  
Кулешов М. И., канд. техн. наук, доц.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

## ВАРИАНТЫ КОМПОНОВКИ РАДИАЦИОННОЙ ЧАСТИ КОНДЕНСАЦИОННОГО ВОДОГРЕЙНОГО КОТЛА\*

artwo0248@mail.ru

Рассмотрены различные варианты расположения радиационной части конденсационного водогрейного котла, а также компоновки ее поверхностей нагрева. Для наиболее предпочтительного варианта компоновки предложено размещать U-образные дымогарные трубы в трубной решетке не радиально, а под некоторым углом к радиусу окружности осей дымогарных труб. Произведен вывод формулы для определения максимального угла поворота дымогарных труб.

**Ключевые слова:** топливосбережение, конденсационный водогрейный котел, схема движения газов, угол поворота труб.

В настоящее время в Российской Федерации наблюдаются тенденции к увеличению числа автономных котельных малой тепловой мощности для теплоснабжения потребителей различного назначения. В качестве топлива в таких котельных используется природный газ. По сравнению с централизованными системами, в которых источником тепловой энергии является квартальная или районная котельная большой мощности, системы с автономными котельными выгодно отличаются отсутствием протяженных тепловых сетей, более быстрым и дешевым регулированием отпуска тепла котельной, наиболее адекватным, кроме того, потребностям абонентов, а также значительным снижением выбросов в атмосферу загрязняющих веществ с уходящими газами [1]–[3].

Использование в автономных котельных теплогенераторов с глубоким охлаждением продуктов горения топлива, таких, как разработанный в БГТУ им. В.Г. Шухова конденсационный водогрейный котел (КВК), позволит дополнительно экономить до 15 % природного газа на

выработку тепловой энергии за счет использования скрытой теплоты конденсации содержащихся в продуктах сгорания водяных паров [1], [2].

Основными узлами КВК (рис. 1) являются высокотемпературная радиационная часть (РЧ), адиабатная часть (АЧ) и контактно-рекуперативная часть (КРЧ) [4]–[6]. Радиационная часть конструируется по аналогии с современными жаротрубно-дымогарными водогрейными котлами. Основными ее элементами являются жаровая труба и конвективный пучок дымогарных труб. В РЧ производится сжигание природного газа в жаровой трубе и нагрев воды на нужды отопления. В АЧ продукты сгорания, выходящие из радиационной части, адиабатно охлаждаются до температуры мокрого термометра. В контактно-рекуперативной части происходит глубокое охлаждение дымовых газов до температуры порядка 35 °С и конденсация большей части содержащихся в них водяных паров. Отбираемая при этом теплота идет на нагрев воды для горячего водоснабжения, протекающей по трубам трубного пучка КРЧ.

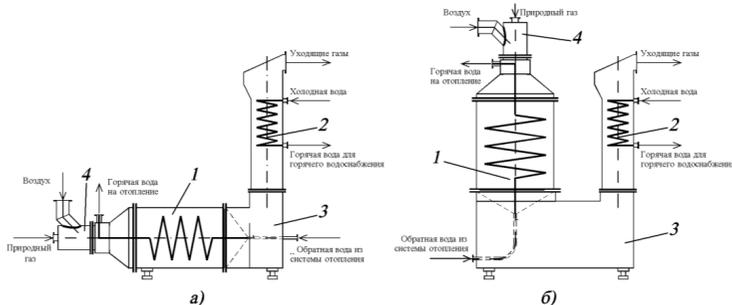
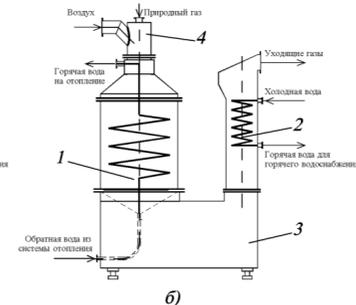


Рис. 1. Варианты расположения радиационной части конденсационного водогрейного котла:

а – горизонтальное расположение; б – вертикальное расположение; 1 – радиационная часть (РЧ); 2 – контактно-рекуперативная часть (КРЧ); 3 – адиабатная часть (АЧ); 4 – газовая горелка

Возможны два основных варианта расположения радиационной части КВК: горизонтальное и вертикальное (рис. 1). Преимуще-



вертикального расположения РЧ можно использовать лишь ограниченный спектр газогорелочных устройств, т.к. большинство выпускаемых горелок не допускает рабочего положения “горелка над факелом” [4]. В то же время в процессе работы топок горизонтальной компоновки неизбежно происходит деформация факела, т.е. факел по длине жаровой трубы “задирается” вверх. При этом наблюдается неравномерный нагрев по сечению жаровой трубы и трубной решетки, следствием чего является неравномерное температурное удлинение образующих жаровой трубы и, соответственно, возрастание температурных напряжений в ней и в РЧ в целом. Это обстоятельство может привести к серьезным авариям или даже к полному выходу котла из строя. Топкам котлов с вертикальным расположением РЧ указанный недостаток не присущ. Поэтому даже при необходимости использования специальных горелочных устройств наиболее предпочтительным представляется вертикальное расположение РЧ.

Для попадания продуктов сгорания из радиационной части в адиабатную необходима организация трехходовой схемы их движения. Это может быть осуществлено несколькими способами. При первом способе дымовые газы выходят из жаровой трубы снизу в поворотную камеру, из которой они попадают в трубы второго газохода. По этим трубам продукты сгорания поднимаются вверх, где также разворачиваются на 180°, попадают в трубы третьего газохода и, пройдя по ним, отводятся в адиабатную часть. При втором способе дымовые газы, достигнув дна топки, поворачивают на 180° и по периферии жаровой трубы поднимаются вверх. Здесь в полости между водоохлаждаемой крышкой жаровой трубы и верхней трубной доской продукты сгорания поворачивают на 180° и поступают в одноходовой конвективный трубный пучок, выходя из которого попадают в адиабатную часть [5].

По сравнению со второй схемой движения газов первая схема характеризуется увеличением габаритов и металлоемкости радиационной части. Кроме того, в обоих случаях необходимо предусматривать компенсирующие устройства во избежание разрушения РЧ вследствие неравномерности температурных удлинений жаровой и дымогарных труб, а также корпуса радиационной части. Самокомпенсация температурных удлинений может быть достигнута при использовании U-образных дымогарных труб (рис. 2). В этом случае продукты сгорания, покидая жаровую трубу снизу, поворачивают в поворотной камере на 180°, поступают в U-образные дымогарные трубы и, пройдя их, попадают в адиабатную часть [6].

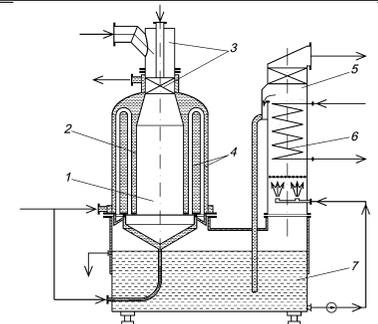


Рис. 2. Схема конденсационного водогрейного котла: 1 – радиационная часть (РЧ); 2 – жаровая труба; 3 – горелка; 4 – дымогарные трубы; 5 – контактно-рекуперативная часть (КРЧ); 6 – трубный пучок КРЧ; 7 – адиабатная часть (АЧ)

Эта схема обусловит некоторое увеличение диаметра радиационной части. Для уменьшения этого диаметра может быть рекомендовано располагать U-образные дымогарные трубы не радиально, а с поворотом на некоторый угол  $\alpha$  относительно радиуса, пересекающего ось ближнего к центру РЧ конца трубы (рис. 3). При конструировании радиационной части КВК полезно знать максимально возможную величину этого угла поворота  $\alpha_{max}$  при известных:

- наружном диаметре дымогарных труб  $d$ ,
- относительном шаге дымогарных труб  $\sigma$  (отношении межцентрового расстояния соседних дымогарных труб  $\sigma d$  к их наружному диаметру),
- диаметре окружности, пересекающей ось концов дымогарных труб, расположенных ближе к центру радиационной части  $D$ .

Для определения значения  $\alpha_{max}$  необходимо найти уравнение прямой, являющейся касательной к двум окружностям, ограничивающим поперечные сечения расположенных ближе к центру РЧ концов соседних U-образных дымогарных труб (рис. 4).

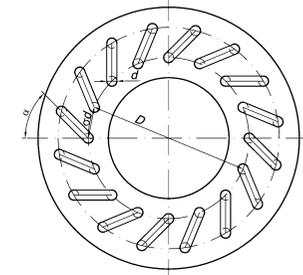


Рис. 3. Размещение U-образных дымогарных труб в радиационной части КВК

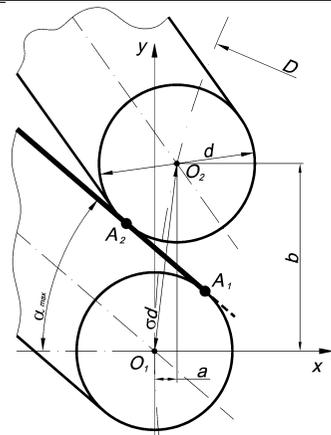


Рис. 4. К определению максимально возможного угла поворота дымогарных труб

Известно, что уравнение касательной к графику любой функции  $y = f(x)$  имеет вид

$$y = f(x_0) + f'(x_0)(x - x_0), \quad (1)$$

где  $x_0$  – абсцисса точки графика (в данном случае окружности), через которую проходит касательная.

Как видно из рис. 4, прямая, уравнение которой необходимо найти, проходит через точку  $A_2$ , лежащую на нижней полуокружности окружности  $O_2$ , а также через точку  $A_1$ , лежащую на верхней полуокружности окружности  $O_1$ . Для этого случая уравнения интересующих нас полуокружностей запишем в следующем виде, соответственно, для  $O_1$  и  $O_2$

$$y = +\sqrt{\left(\frac{d}{2}\right)^2 - x^2}, \quad y = b - \sqrt{\left(\frac{d}{2}\right)^2 - (x-a)^2},$$

где  $a$  и  $b$  – соответственно, абсцисса и ордината центра окружности  $O_2$  относительно центра окружности  $O_1$  (см. рис. 4).

Таким образом, по формуле (1) определяются уравнения касательной к окружности  $O_1$ , проходящей через точку  $A_1$ , и касательной к окружности  $O_2$ , проходящей через точку  $A_2$ , соответственно

$$y = -x \cdot \operatorname{tg} \alpha_{\max} + \frac{d}{2 \cos \alpha_{\max}}; \quad (2)$$

$$y = -x \cdot \operatorname{tg} \alpha_{\max} - \frac{d}{2 \cos \alpha_{\max}} + \sigma d \left( \sqrt{1 - \left(\frac{\sigma d}{D}\right)^2} + \frac{\sigma d}{D} \operatorname{tg} \alpha_{\max} \right). \quad (3)$$

Так как уравнения (2) и (3) являются уравнением одной и той же прямой, то, приравняв их правые части и решив получившееся уравнение, можно определить угол  $\alpha_{\max}$ . Этот угол будет вычисляться по формуле

$$\alpha_{\max} = \arcsin \frac{\sigma d + \sqrt{(D^2 - (\sigma d)^2)(\sigma^2 - 1)}}{\sigma D}. \quad (4)$$

Формула (4) справедлива для случая, когда используются дымогарные трубы одного диаметра, одинаковы их высота и радиусгиба.

Исходя из вышеописанного, наиболее целесообразным с позиций надежности работы теплогенератора является вариант вертикального расположения радиационной части КВК и компоновки ее поверхностей нагрева с одноходовой жаровой трубой и U-образными дымогарными трубами. При этом размещение каждой из дымогарных труб по отношению к радиусу, проходящему через центр поперечного сечения ближнего к центру РЧ их вертикального участка (например, через точку  $O_1$ , см. рис. 4) под углом  $\alpha$  (причем  $0 < \alpha < \alpha_{\max}$ ) позволит сохранить компактность исполнения радиационной части.

\* Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации, ГК № 16.516.11.6146 от 07 октября 2011 года.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кулешов, М.И. Перспективы существенного снижения топливопотребления в теплофикации / М.И. Кулешов, А.В. Губарев, М.Э. Чифранов // Промышленная энергетика. – 2005. – № 12. – С. 28–30.
2. Кожевников, В.П. О преимуществах перехода от централизованного к индивидуальному теплоснабжению жилых, общественных и промышленных зданий / В.П. Кожевников, М.И. Кулешов, А.В. Губарев // Промышленная энергетика. – 2009. – № 5. – С. 7–9.
3. Нурмеев, Б.К. Сравнительная оценка загрязнения атмосферы при сжигании органического топлива в тепловых источниках / Б.К. Нурмеев // Промышленная энергетика. – 2004. – № 7. – С. 51–54.
4. Пат. 2411420 Российская Федерация, МПК<sup>7</sup> F 24 Н 1/00. Конденсационный водогрейный котел / Кулешов М.И., Герасимов М.Д., Герасимов Д.М.; заявитель и патентообладатель Герасимов Д.М. – № 2009130944/06; заявл. 13.08.09; опубл. 10.02.11, Бюл. № 4. – 8 с.
5. Пат. 2270405 Российская Федерация, МПК<sup>7</sup> F 24 Н 1/00, F 24 Н 1/10. Водогрейный котел Кулешова М.И. / Кулешов М.И., Губарев А.В., Лапин О.Ф., Березкин С.В.; заявитель и патентообладатель Белгор. гос. технол. ун-т. – № 2004121787/06; заявл. 15.07.04; опубл. 20.02.06, Бюл. № 5 (П ч.). – 10 с.
6. Пат. 2378582 Российская Федерация, МПК<sup>7</sup> F 24 Н 1/00. Водогрейный котел / Кулешов М.И., Кожевников В.П., Губарев А.В.; заявитель и патентообладатель Белгор. гос. технол. ун-т. – № 2008143024/06; заявл. 29.10.08; опубл. 10.01.10, Бюл. № 1. – 12 с.

*Жидков В.А., вед. инж.  
Отдела мониторинга сервисов Управления поддержки ИТ-сервисов  
Департамента информационных технологий  
Исполнительного аппарата ОАО «МРСК Центра»*

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ SCADA-СИСТЕМ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В ДИСПЕТЧЕРСКИХ СЛУЖБАХ БЕЛГОРОДСКОЙ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ

vitaluga@inbox.ru

*В статье обосновывается большое значение применения полнофункциональной SCADA-системы в работе оператора диспетчерского пункта в электроэнергетике и теплоэнергетике. Приводится сравнительный анализ SCADA-систем «Citect», «Базис» и «СК-2007», применяемых в настоящее время в диспетчерских службах белгородской энергосистемы. Делаются выводы о преимуществах и недостатках каждой из них.*

**Ключевые слова:** оператор, энергосистема, SCADA-система, диспетчерский пункт, «Citect», «Базис», «СК-2007».

В настоящее время SCADA-системы (от англ. Supervisory Control And Data Acquisition, Диспетчерское управление и сбор данных) получили широкое распространение во всех отраслях производства, будь то автоматизированное управление технологическим процессом в промышленности, система управления коммерческим учетом в электроэнергетике, автоматизация зданий и так далее. Везде, где в режиме реального времени требуется осуществлять оперативное управление каким-либо процессом, SCADA-система является наиболее простым и доступным решением.

Даже для отдельной отрасли производства можно назвать большое количество SCADA-систем, сходных и отличающихся по своим характеристикам, нашедших применение в данной отрасли. Насколько важно работать с полноценной и продуманной SCADA-системой оператору диспетчерского пункта в электро- или теплоэнергетике? Ответ очевиден: очень важно. Удобный функционал позволяет диспетчеру легче воспринимать информацию, отслеживать события, контролировать состояние объектов. При этом повышается оперативность работы, сокращается время реакции на принятие решений. Последнее следствие при управлении в энергетике имеет решающее значение.

Проведем сравнительный анализ SCADA-систем, применяемых в диспетчерских службах Белгородской энергосистемы. На основе общих для данного программного обеспечения характеристик выясним все плюсы и минусы каждой из них. Сделаем вывод о функциональных возможностях SCADA-систем, применяемых в энергетике, как о верхнем уровне диспетчерского управления энергосистемой нашего региона.

Производство электроэнергии в Белгородской области осуществляет «Белгородская теплосетевая компания», филиал ОАО «Квадра». Центральная диспетчерская служба «БТСК» управляет теплоэлектроцентралями, а также сетью котельных с помощью SCADA-системы «Citect».

Распределением электроэнергии в нашем регионе занимается филиал ОАО «МРСК Центра» «Белгородэнерго». Центр управления сетями «Белгородэнерго» (как и диспетчерские службы каждого из 22 районов электрических сетей) производят контроль и управление распределением электроэнергии с помощью SCADA-системы «Базис».

Верхним уровнем контроля за производством и распределением электроэнергии в регионе является Системный оператор – Белгородское РДУ, филиал ОАО «СО ЕЭС». Диспетчерская служба БРДУ для управления и отслеживания состояния энергосистемы региона использует комплекс «СК-2007».

SCADA-система «Citect» была разработана одноименной австралийской компанией. Этот системный интегратор вложил в свой продукт накопленный за 30 лет опыт разработки систем автоматизации производственных процессов. Официальным представителем «Citect» в России является компания «РТСофт», оказывающая полную техническую поддержку и обучение работе в «Citect» в нашей стране. Последняя версия программы - «Citect 7.2».

«Базис» - программный продукт отечественной компании ООО «Систел Автоматизация», специализирующейся на выпуске аппаратных платформ и программного обеспечения для оборудования АСДУ и АИИСКУЭ в нашей стране, прежде всего для одиннадцати областей

Центрального и Центрально-Черноземного регионов. Последняя версия - «Базис 3.5».

«Сетевой комплекс 2007» был создан российским ЗАО «Монитор электрик». На сегодняшний день компания производит техническую поддержку своего продукта в 56 РДУ по всей стране. «СК-2007» является SCADA/EMS/DMS/MMS-системой. Но в данной статье рассмотрим, прежде всего, функционал SCADA-системы «СК-2007». Последняя версия программного обеспечения - «СК-2007С» (версия 7.5).

В качестве операционной системы все три SCADA-системы используют ОС MS Windows/NT, поскольку именно такие системы предлагают наиболее полные и легко наращиваемые человеко-машинные интерфейсные (Human Machine Interface HMI) средства. В качестве аппаратной платформы для развертывания выбирается IBM PC. Все три рассматриваемые SCADA-системы предназначены для работы в локальной сети и в связи с этим обеспечивают высокий уровень сетевого сервиса, поддерживают работу в стандартных сетевых средах (arcnet, ethernet) с использованием стандартных протоколов (netbios, TCP/IP).

Также обеспечивается поддержка наиболее популярных сетевых стандартов из класса промышленных интерфейсов. Так в «СК-2007» поддерживаются IEC 60870-5-104, IEC 60870-6-503, FDST, MODBUS/TCP, SNMP, OPC DA, OPC XML DA. Сетевой комплекс «СК-2007» не выполняет прием данных непосредственно из каналов телемеханики, он подключается к локальной вычислительной сети, к которой также подключены серверы телемеханики и конвертеры протоколов. Однако «СК-2007» может самостоятельно опрашивать измерительные устройства (IОН, IСРсop, регистраторы аварийных событий и т.п.), работающие поверх стека протоколов TCP/IP.

В SCADA-системе «Citect» реализована поддержка более 120 промышленных интерфейсов и протоколов от различных производителей. Среди них, в том числе есть ADAM, FUJI, GENIUS, HITACHI, HWELL, ICN, INTERBUS, MICROMAX, MODBUS, OPC, PROFIBUS, SIEMENS, SNMP, TOSHIBA, TWINGAT, IP-LON, NEWAVE, IEC 60870-5-104. Выбор «Citect» практически стопроцентно гарантирует, что не возникнет проблем с приемом данных в систему диспетчерского управления.

В «Базис» ООО «Систел Автоматизация» поддерживается прием/передача данных по протоколам IEC 60870-5-104 и SystemNet. Данные, передаваемые устройствами нижнего уровня через другие интерфейсы и протоколы, прежде

чем попасть в «Базис», проходят преобразование на конверторах протоколов и серверах.

Производственные процессы в электроэнергетике не допускают остановки. В этом случае, как к аппаратуре, так и к программному обеспечению, управляющему этими процессами, предъявляются повышенные требования по надежности. Должно осуществляться горячее резервирование между отдельными серверами аппаратной платформы SCADA-системы. Этому требованию удовлетворяют все три SCADA-системы, но сам механизм резервирования для них немного отличается.

Применение SCADA-системы для крупной компании с перспективой на дальнейшее развитие определяет для данного ПО требования модульности и масштабируемости. В связи с огромным объемом обрабатываемых данных один промышленный сервер может перестать справляться со всё возрастающей нагрузкой. Поэтому SCADA-система должна быть развешиваемой на аппаратной платформе, включающей целый кластер серверов. Масштабируемость определяется модульной клиент-серверной архитектурой, которой обладают и «Citect», и «Базис», и «СК-2007».

Каждый функциональный модуль SCADA-системы «Citect» может исполняться на отдельном компьютере и даже быть распределен на несколько компьютеров для увеличения общей производительности. «Citect» состоит из пяти функциональных модулей (серверов или клиентов): сервера ввода/вывода, клиента визуализации, сервера алармов (тревог), сервера трендов, сервера отчетов. Функционал «Citect» масштабируется, разнится по отдельным серверам и резервируется в соответствии с назначением этих пяти модулей.

Архитектура «СК-2007» также предусматривает возможность работы всех своих компонентов как на одиночном сервере, так и в составе комплекса серверов. Управление работой комплекса осуществляет Сервис ОИК [1]. Он выполняет запуск, завершение и координацию работы всех серверных задач, отслеживание расхода ресурсов каждого сервера, динамическую реконфигурацию сети серверов. В состав комплекса «СК-2007» входят модули связи с внешними системами сбора и передачи данных, модули обработки информации, сервис Web-доступа, сервис SNMP-мониторинга и т.д. Все они могут быть разнесены по разным серверам системы. Резервирование в «СК-2007» выполняется для основных компонентов комплекса. Для Сервиса ОИК применяется двойное и даже тройное (избыточное) резервирование.

В SCADA-системе ООО «Систел Автоматизация» отдельными приложениями являются сервер системы ScadaServer, операторский интерфейс ScadaVeiv, программа для построения графиков телеизмерений GrafVeiv, программа для просмотра архивных параметров, программа для анализа состояния каналов передачи данных Zehxprt и другие [2]. Все указанные приложения работают на одном едином сервере. Отдельно может использоваться сервер для работы с базой данных SCADA-системы. Резервирование выполняется либо для одного сервера, на котором установлены все приложения SCADA-системы и база данных, либо резервируется сервер приложений, и сервер баз данных (если он установлен отдельно от приложений системы).

Преимуществом модульной архитектуры «Citect» по отношению к архитектуре «Базис» является то, что при развертывании SCADA-системы на одном мощном многоядерном сервере, каждый из модулей-серверов «Citect» может работать на своем ядре. Это позволяет оптимально использовать возможности вычислительной машины.

При резервировании в каждой из трех рассматриваемых SCADA-систем в случае отказа резервируемого оборудования система производит уведомление оператора о неисправности данного устройства и сообщает, какое резервное оборудование было включено в работу.

Одной из важных технических характеристик SCADA-системы является наличие встроенного командного языка высокого уровня. Чаще всего это VBasic-подобные языки, позволяющие реализовать адекватную реакцию на события, связанные с выполнением некоторого логического условия, с нажатием комбинации клавиш, а также с выполнением некоторого фрагмента относительно всего приложения или отдельного окна.

В «Citect» используется язык Cicode, включающий более 1000 функций, что позволяет создать прикладную систему любой сложности. Язык Cicode поддерживает 40 операторов для управления алармами (тревогами), 19 операторов для работы с файлами, 18 SQL-функций, 50 операторов для организации работы с архивами, операторы для управления коммуникационными портами и множеством других [3]. В Cicode есть также функции для инженерной проверки производительности системы.

В «Сетевом Комплексе 2007» синтаксис VB Script или JavaScript используется только для расчета прогнозных данных в подсистеме сложных аналитических расчетов. В целом же администрирование «СК-2007» изначально предполагает настройку всевозможных интерфейсов,

выбор и подключение уже реализованных производителем модулей без непосредственного программирования. Поэтому встроенные командные языки здесь практически не используются.

В «Базис» встроенные языки высокого уровня не используются вообще.

Если говорить о поддержке баз данных, то все три рассматриваемые SCADA-системы используют синтаксис ANSI SQL, который не зависит от типа БД. Как следствие, приложения оказываются виртуально изолированными, что позволяет менять базу данных без серьезного изменения самой прикладной задачи, создавать независимые программы для анализа информации, использовать уже наработанное программное обеспечение, ориентированное на обработку данных.

В плане обработки принимаемой телеметрической информации рассматриваемые SCADA-системы удовлетворяют стандартным эксплуатационным требованиям. В каждой из них осуществляется (хотя и по-разному): контроль состояния сети обмена информацией, достоверности и значений ТИ (телеизмерений) и ТС (телесигнализаций), технологических пределов, фильтрация и сглаживание ТИ. Формирование статистических характеристик поведения ТИ и ТС наиболее полно реализовано в «СК-2007». Кроме определения нарушения пределов и отслеживания достоверности поступающей информации в ней происходит вычисление экстремумов и статистических моментов, отслеживание скачков изменения значений переменных.

Иногда у оператора при работе в системе возникает необходимость подменить текущее значение ТИ или ТС на заданное им вручную. Это требуется, если поступающее значение недостоверно или произошел сбой в работе оборудования нижнего уровня. Постановка ТИ и ТС на ручной ввод была с самых ранних версий сделана в «Базис» и в «СК-2007». Кроме того в «СК-2007» реализован функционал постановки на ручной ввод по расписанию. В SCADA-системе «Citect» постановка ТИ и ТС на ручной ввод была сделана только в последней версии («Citect 7.2»).

Графический интерфейс SCADA-системы является основным инструментом в работе оперативного персонала, для которого эта система изначально создается. Для разработки операторского интерфейса SCADA-системы «Citect», «Базис», «СК-2007» предоставляются библиотеки простых элементов (линии, фигуры, точечные изображения, текстовые и числовые выражения) векторной графики. Однако по сравнению с «Citect» и «СК-2007» графический редактор

«Базис» значительно более слабый. В нем отсутствуют библиотеки объектов.

В отличие от «Базис» графический редактор «Citect» содержит большой набор технологических символов (механизмы, резервуары, насосы). Любой объект или символ могут быть анимированы по возникновению события, выполнения логического условия, изменения значения переменной. Набор простых графических объектов позволяет создать мнемосхему. Но каждый такой объект требует индивидуальной настройки. Чтобы избежать этого в «Citect», можно объединить объекты в группу, называемую джином, и сохранить ее в библиотеке джинов. Затем джин может использоваться как единый объект: копироваться, перемещаться, масштабироваться. С помощью джина могут сохраняться любые типы графических объектов и данные об их конфигурации.

В отличие от «Базис» SCADA-системы «Citect» и «СК-2007» содержат встраиваемые объекты ActiveX. Это объекты, в основе которых лежит модель составных объектов Microsoft COM (Component Object Model). Технология COM определяет общую схему взаимодействия компонентов программного обеспечения в среде Windows и предоставляет стандартную инфраструктуру, позволяющую объектам обмениваться данными и функциями между прикладными программами. Помимо Microsoft есть также много сторонних компаний, занимающихся разработкой объектов ActiveX.

Наличие в SCADA-системе встроенных объектов ActiveX является важным аргументом в поддержку её использования, поскольку значительно упрощает создание операторского интерфейса и расширяет область применения системы непрофессиональными программистами. Использование объектов ActiveX снижает необходимость в разработке собственных дополнительных программ к SCADA-системе на языках C или Basic).

Графический интерфейс всех трех SCADA-систем выполняет стандартные функции автоматического обновления форм на стороне клиента при их изменении на сервере (в том числе в режиме просмотра); управления выводом информации на формах (масштаб, время, состав информации); печати форм (мнемосхем, графиков) с отображенными на них данными; настройки фильтров событий системы. В отличие от «Citect» и «Базис» графический интерфейс сетевого комплекса «СК-2007» поддерживает динамическое изменение детализации при изменении масштаба мнемосхемы.

Достаточно полноценно в каждой из SCADA-систем реализовано отображение гра-

фиков архивных параметров, что позволяет оператору проанализировать изменение значений переменных (напряжений, мощностей) в прошлом. В каждой из них поддерживается возможность сдвига во времени и масштабирования графиков, экспорт архивных параметров в Microsoft Excel. При этом, например, в «Базис» в отличие от «Citect» в одном окне построения графиков одновременно может быть построено 16 трендов. В «Citect» – только 8. Однако в отличие от «Базис» окно построения графиков «Citect» и «СК-2007» имеет вертикальную визуальную линию с подписью времени, очень удобную для определения точного времени по значению переменной. Кроме того в «СК-2007» реализовано автоматическое определение значений экстремумов по графику.

В «Citect» и «Базис» есть централизованная и пользовательская настройка событий. Централизованно настраивается набор типов событий для отображения у пользователя. Пользователь может на свое усмотрение включать или отключать разные типы событий.

В «СК-2007» все события делятся на базовые и пользовательские. Набор базовых событий предопределен при установке комплекса. Пользовательские события настраиваются отдельно каждым пользователем. Предусмотрена возможность настройки регламента генерации пользовательских событий при наступлении заданного времени, что позволяет реализовать функцию напоминаний. Для просмотра списка событий во всех трех SCADA-системах используются полноценные журналы событий. Кроме того, «Базис» поддерживает ретроспективу (отображение состояния объекта во временной последовательности).

При возникновении событий определенно-го типа система должна производить звуковое оповещение оператора. В «Базис» и «СК-2007» звуковая система оповещения встроена, в «Citect» она требует дополнительной программной реализации со стороны обслуживающего персонала. В «СК-2007» (в отличие от «Базис») при обработке ситуации массивированного наступления событий принимается во внимание приоритет событий, ограничивается общее количество звуков, ожидающих своей очереди на воспроизведение (менее важные замещаются более важными), выдерживается пауза между звуками.

Формирование отчетов, файловый импорт и экспорт предусмотрены во всех трех системах. Способы формирования отчетов: циклический, по изменению, по расписанию, по событию. Форматы файла отчета: в «Citect» и «Базис» – TXT, XML, XLS, в «СК-2007» – XML, XLS,

CSV. Кроме того, в «Citect» предусмотрена автоматическая отправка отчета на принтер (по расписанию или по событию).

Все чаще к современным SCADA-системам предъявляется требование передачи как статической (в определенные моменты времени), так и динамической (постоянно) информации на web-узлы. Система «Citect» имеет продуманный web-интерфейс, обладающий полным набором функций обычного клиента. Работа с web-интерфейсом «Citect» осуществляется только через браузер Microsoft Internet Explorer.

Сетевой комплекс «СК-2007» также обладает web-интерфейсом, который, однако, подразумевает возможность использования ограниченного набора инструментов для работы с данной системой. Это ограничение возникает из-за того, что накладывается требование ограничения пропускной способности каналов связи с комплексом. Для работы с web-интерфейсом «СК-2007» можно использовать любой web-браузер (однако рекомендуется использовать браузер Microsoft Internet Explorer), при этом оказывается достаточным соединения на скорости 33,6 Кбит/с.

Наличие web-интерфейса прекрасно подходит для централизованного управления сервисами и производствами, когда управляемые объекты расположены на территории огромной площади, как это имеет место быть в энергетике. И в «Citect», и в «СК-2007» осуществляется санкционирование доступа в web-интерфейс.

SCADA-система «Базис» также имеет web-интерфейс. Для его работы требуется, чтобы на ПК была установлена Java, но при этом можно использовать любой браузер.

Из приведенного сравнения функционала SCADA-систем, применяемых в диспетчерских службах Белгородской энергосистемы, видно, что все три системы удовлетворяют общим требованиям, накладываемым на данное программное обеспечение. При этом «Базис» имеет наименее проработанный функционал. В ней представлен слабый графический редактор, отсутствуют библиотеки объектов и встроенные компоненты ActiveX. Тот факт, что в этой

SCADA-системе нет встроенного командного языка высокого уровня, делает невозможным дорабатывать функционал системы.

Продуманный web-интерфейс «Citect» позволяет оператору работать так же полноценно, как и в обычном клиенте (в отличие от «СК-2007»). «Citect» также поддерживает наибольшее число промышленных интерфейсов и протоколов. Но это скорее преимущество АСУ ТП SCADA-системы, а не системы для управления распределенной технологической сетью. Наличие встроенного языка Cicode позволяет развивать функционал SCADA-системы в процессе ее эксплуатации. С другой стороны, для обслуживания такой системы организации потребуется штатный программист.

В «СК-2007» выбор и подключение уже реализованных производителем модулей, настройка пользовательского интерфейса выполняются без непосредственного программирования. Эта SCADA-система обладает, пожалуй, самым богатым функционалом для диспетчерского управления и контроля в энергетике. Причем это проявляется как в архитектуре, так и в отдельных деталях построения операторского интерфейса (как это описано выше).

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Оперативно-информационный комплекс СК-2007С // MONTEL.RU: сайт ЗАО «Монитор Электрик». 2009. URL: <http://www.monitel.ru/download/CK-2007C.pdf> (дата обращения: 20.10.2011).
2. Сервер ОУИК «БАЗИС». Описание применения. Версия 4.1.13.0 // SYSTEL-AVT.RU: сайт ООО «Систел Автоматизация». 2010. URL: [http://www.systel-avt.ru/public/systel-avt/data/file/tech-documentation/edoc/ouik/server/BASIS\\_server\\_opisanie.pdf](http://www.systel-avt.ru/public/systel-avt/data/file/tech-documentation/edoc/ouik/server/BASIS_server_opisanie.pdf) (дата обращения: 20.10.2011).
3. Руководство пользователя Citect 6 // SCADA.RU: сайт ЗАО «РТСофт». 2004. URL: [http://www.scada.ru/userfiles/pdf/CS6\\_UserGuide\\_rus.pdf](http://www.scada.ru/userfiles/pdf/CS6_UserGuide_rus.pdf) (дата обращения: 20.10.2011).

## ПРОБЛЕМЫ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ

*Ковалева Е. Г., канд. техн. наук, инж.,  
Радоуцкий В. Ю., канд. техн. наук, доц.,  
Северин Н. Н., канд. пед. наук, доц.*

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

### КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ЭФФЕКТИВНОЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ СОТРУДНИКОВ ГПС МЧС РОССИИ

**zchs@intbel.ru**

*Проведен анализ профессиональной подготовки сотрудников ГПС МЧС России и разработана инновационная система управления процессом профессиональной подготовки.*

*Ключевые слова: система управления, структурный подход, системный подход, цель, функция, структура, обучение, воспитание, мониторинг, эффект.*

Эффективность функционирования системы профессиональной подготовки сотрудников ГПС МЧС России в значительной степени зависит от качества управления. В современной теории управления выделяются следующие направления: 1) классическое; 2) теория человеческих отношений; 3) системный подход; 4) ситуативное управление; 5) новые школы теории управления.

Представители классического подхода рассматривают управление как воздействие на процесс профессиональной подготовки сотрудников ГПС МЧС с целью достижения его стабильности, при этом безусловным достоинством такого подхода является обоснование стандартизации деятельности и рационализации действий всех субъектов управления. В классическом подходе существуют вертикально интегрированные отношения управления (администрация) и исполнителей (коллектив), которые руководствуются нормами дисциплины и функциональности. Руководство процессом профессиональной подготовки и объект управления связаны «обменной средой», ориентированы на общие задачи и несут ответственность за управленческий и «исполнительский» уровни функционирования.

Существенный вклад в развитие управленческой мысли был внесен представителями системного подхода. В управлении важную роль играет система социального контроля, в которой приоритетное значение обретают количество, качество и уровень информации. Культура управления с более высоким уровнем информации реализует определенные цели, а не адаптивные, приспособительные установки.

Ситуативное управление принадлежит к так называемому новому эмпирическому направлению

в управлении, сторонники которого придерживаются откровенно практической ориентации и считают, что в управлении необходимо руководствоваться конкретными практическими респондентиями.

Система управления процессом профессиональной подготовки сотрудников ГПС МЧС включает: 1) цель управления; 2) средства управления; 3) субъекты управления. Поэтому соотношение этих действующих компонентов зависит от концепции управления, их доминирования и подчиненности. Так как любая пожарная часть является целевой организацией, ей присущи функциональность, иерархичность, институциональность организационных и управленческих норм, согласованность управленческих действий, организационная культура коллективистского типа, что позволяет качественно организовывать профессиональную подготовку его сотрудников.

Структурный подход подразумевает уровень упорядоченности процесса профессиональной подготовки сотрудников ГПС МЧС, пределы его управляемости, присутствие элементов непредсказуемости, спонтанности. Процесс профессиональной подготовки связывается со структурой системы профессиональной подготовки сотрудников ГПС МЧС и структурные изменения в его управлении корректируются с целью обеспечения устойчивости функционирования всей системы. Схематически эти подходы изображены на рисунке 1.

Важной задачей является снижение неопределенности и сложности функционирования организации. Поэтому к управлению процессом профессиональной подготовки сотрудников ГПС МЧС России предъявляются требования

функциональной простоты, эффективности, предсказуемости и координированности. Под «функциональной простотой» понимается попытка разделить управленческие функции с соответствующими параметрами нормативной и административной компетентности, запрет на

дублирование или «перенос» управленческих функций, достижение отдельных прав управляемых и одинаковое понимание задач, стоящих перед участниками профессиональной подготовки сотрудников ГПС МЧС России процесса [1].

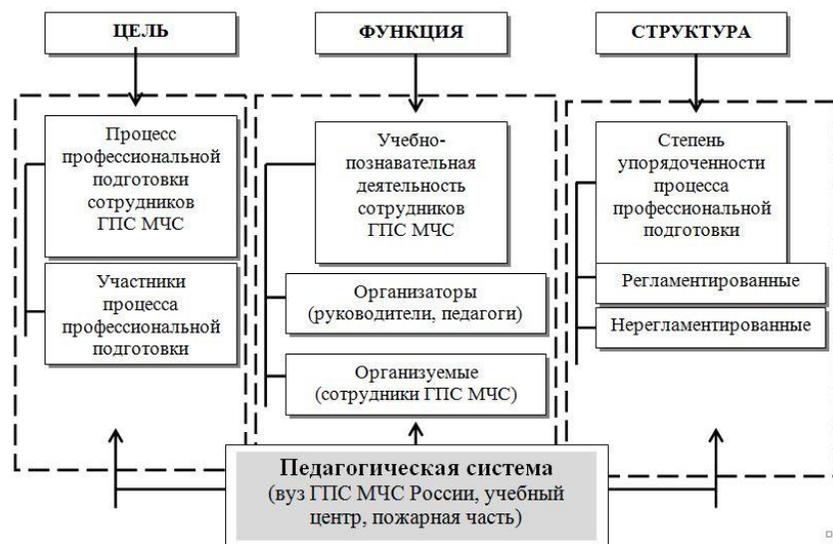


Рисунок 1. Целевой, функциональный и структурный подходы к управлению процессом профессиональной подготовки сотрудников ГПС МЧС России

Конечной целью управления процессом профессиональной подготовки являются создание модели целостного обучения, достижение состояния структурной определенности. Структурная определенность означает: соответствие исходных структур процесса профессиональной подготовки интеллектуальному, идеологическому, культурно-воспитательному потенциалу сотрудников ГПС МЧС России; соответствие структуры учебных дисциплин структуре специального научного знания в сфере противопожарной безопасности; связь различных учебных дисциплин в процессе обучения (общеобразовательный, гуманитарный, профессиональный циклы) для вузов ГПС МЧС; баланс учебно-познавательных и воспитательных целей в управленческом воздействии на курсантов вузов, сотрудников ГПС МЧС пожарных частей; выстраивание методов воздействия в соответствии с конкретной моделью обучения.

Анализ системы профессиональной подготовки сотрудников ГПС МЧС России показал, что, во-первых, нарушается приоритет обуче-

ния-воспитания (воспитание составляет 6–7% от общего объема управленческого воздействия). Во-вторых, произошла прагматизация процесса профессиональной подготовки, что привело к резкому сокращению преподавания фундаментальных дисциплин и «переработки» так называемого практического знания. В-третьих, в процессе обучения не осуществляется исследовательско-обучающая направленность, то есть только около 30% обучаемых готовы к самостоятельной работе. Вот почему в управлении процессом профессиональной подготовки сотрудников ГПС МЧС важен «совокупный эффект», задействование ресурсов управления и ресурсов управляемых.

Таким образом, управление процессом профессиональной подготовки сотрудников ГПС МЧС России признает в качестве условий управления:

- а) целостность обучения и воспитания;
- б) профессиональную и гражданскую компетентность сотрудников ГПС МЧС;

в) открытость, инновационность процесса профессиональной подготовки, связь с переменами в социальной, социально-экономической, политической сферах в стране;

г) усиление субъектности управления процессом профессиональной подготовки сотрудников ГПС МЧС.

На состоянии процесса профессиональной подготовки сильно влияет управление по обстоятельствам. Поэтому, чтобы выполнить новые задачи управления, необходимо развивать и поддерживать желание «учиться в полную силу». Когда в ближайшем окружении, социальной среде господствуют нормы «отсидеться», «получить диплом, а дальше видно будет», «не выделяться», учебно-познавательная активность остается низкой и не происходит преодоления административного (управленческого) синдрома [2].

В предложенной «Государственной концепции профессионального образования» обозначена цель развития личности, которая по отношению процессу профессиональной подготовки конкретизируется на уровне применения определенных мер организационного, материального, правового, учебно-методического характера. Необходим переход от общих проблем профессионального образования к проблемам конкретной профессиональной подготовки. Речь идет об управленческих решениях, адекватных задачам, поставленным перед профессиональным образованием и подготовкой специалистов. И, в связи с этим, требуется не переход к альтернативной форме организации процесса профессиональной подготовки, а конструктивное использование всех имеющихся форм данного процесса. В частности, неизбежно критикуемый монологический подход востребован на первых этапах обучения и связан с умением использовать

интеллектуальный капитал профессорско-преподавательского состава вуза ГПС МЧС. Только с прохождением монологического этапа возможно овладение «рассуждающей» организацией учебного процесса, в то время как эвристическая организация завершает процесс профессиональной подготовки сотрудников ГПС МЧС. Так что в управлении процессом профессиональной подготовки важна логика иерархии целей, последовательность их реализации.

Современное управление требует анализа, мониторинга принимаемых управленческих решений, проверки через процедуру согласования целей различных организационных подструктур профессиональной подготовки сотрудников ГПС МЧС, потому что отсутствие анализа превращает данный процесс в интегрированную комбинацию разных интересов. Управленцы могут испытывать давление разнообразных учебных структур или практики «лидерства учебной дисциплины» за счет ограничения времени подготовки на другие учебные дисциплины, противопоставления частных требований общим требованиям профессиональной подготовки сотрудников ГПС МЧС. Поэтому в управлении процессом профессиональной подготовки анализ является механизмом «коррекции» управления, собирает и фильтрует информацию, исходящую из разных управленческих звеньев [3].

Управление процессом профессиональной подготовки сотрудников ГПС МЧС должно опираться на принцип «развивающего обучения», который определяет цели управления в соответствии с образовательными и квалификационными требованиями. Современной, на наш взгляд, является инновационная система управления с социально-познавательной направленностью (рис. 2).

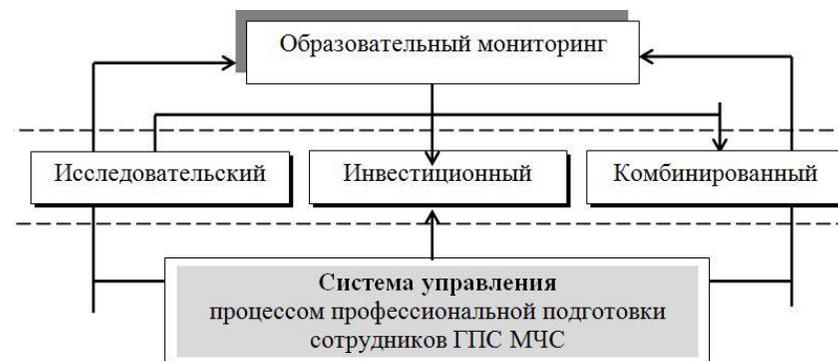


Рисунок 2. Инновационная система управления процессом профессиональной подготовки сотрудников ГПС МЧС России с социально-познавательной направленностью

Цели управления процессом профессиональной подготовки включают краткосрочные (1–2 года), среднесрочные (3–5 лет) и долгосрочные (более 5 лет) программы развития личности сотрудников ГПС МЧС России.

В связи с совершенствованием системы управления процессом профессиональной подготовки следует говорить о разделении двух подходов к задачам управления - теоретико-методологического и профессионально-практического. Реализация теоретико-методологического подхода сталкивается с недостатком знания теоретического характера, отсутствием понимания базисной специфики профессиональной подготовки сотрудников ГПС МЧС.

Профессиональное образование сохраняет единство теоретического и деятельного уровней, поэтому внедрение информационных и коммуникативных технологий предполагает управленческий анализ с целью выявления негативной инновации, сведения к минимуму социального риска и сохранения состояния работоспособности управленческих систем. Если теоретико-методологический подход предусматривает усиление аналитических, исследовательских элементов управления процессом, профессиональной подготовки в профессионально-практическом подходе обращают внимание на уже сложившиеся схемы, утвердившиеся как эффективные в решении образовательных задач.

Оптимизация управления процессом профессиональной подготовки сотрудников ГПС МЧС связана как с использованием внутренних ресурсов (традиции профессионального образования в МЧС, должностная ответственность, инновационная активность), так и заимствованием способов решения проблемы извне, из опыта профессиональной подготовки других специалистов. Но при этом организационные изменения должны соответствовать структуре, функциям профессионального образования в сфере подготовки сотрудников ГПС МЧС, реализовать принципы иерархии, субординации, адресной коммуникации [4].

Совершенствование управления процессом профессиональной подготовки, прежде всего, состоит во включении «специального знания» в обучение и осознание руководством и профессорско-преподавательским.

Итак, суммируя вышеизложенное, можно заключить, что во-первых, управление процессом профессиональной подготовки сотрудников ГПС МЧС России является частью системы профессиональной подготовки, что требует согласования задач учебной, а также профессиональной подготовки в пожарных частях.

Во-вторых, управление процессом профессиональной подготовки должно быть психолого-педагогическим, использующим интеллектуальный и кадровый потенциалы, связанные с активизацией «человеческих отношений», инновационной, социальной и воспитательной сфер.

В-третьих, частные интересы участников профессионального образования должны найти свое воплощение в целях вуза ГПС МЧС России и его филиалов, не противоречить им, а обеспечивать надлежащий уровень выполнения поставленных задач.

В-четвертых, управление процессом профессиональной подготовки сотрудников ГПС МЧС должно опираться на координацию деятельности всех учебных и воспитательных структур образовательных учреждений МЧС.

Таким образом, задача заключается в развитии целевого управления профессиональной подготовкой особого типа, а именно - психолого-педагогического, призванного обеспечить эффективную реализацию широкомасштабных, массовых нововведений, позволяющих перейти от эпизодических мер к созданию стабильного механизма ориентации управленческой системы профессиональной подготовки сотрудников ГПС МЧС России на цель и задачи долговременной инновационной политики.

Образовательная деятельность сотрудников ГПС МЧС строится на основании программ подготовки.

Таким образом, программы профессиональной подготовки рассматриваются как потенциально мощный и действенный инструмент, обеспечивающий гарантированный, результативный, экономичный и своевременный переход образовательного учреждения в новое качественное состояние [5].

Опыт применения отдельных целевых программ показал их недостаточную эффективность, так как реализация каждой из них обеспечивает решение лишь некоторой локальной проблемы и не дает возможности существенно улучшить основные управленческие и педагогические показатели профессиональной подготовки сотрудников ГПС МЧС. Только система целевых программ, объединяющая локальные программы в единый взаимосвязанный комплекс, способна охватить важнейшие аспекты инновационной деятельности в процессе профессиональной подготовки сотрудников ГПС МЧС России. Необходимой регламентационной основой управления программами образовательного учреждения ГПС МЧС как единой системой является банк целевых программ.

Принципиальное отличие «банка» от простого набора целевых программ заключается в

том, что в его состав входит ряд дополнительных параметров, определяющих место программ, роль и порядок их взаимодействия при реализации инновационной политики в процессе профессиональной подготовки специалистов. Система целевых программ позволяет достичь так называемого полипрограммного эффекта в решении инновационных проблем профессиональной подготовки. Полипрограммный эффект – это качественно новый, не свойственный отдельным целевым программам результат их совместной реализации, полученный путем кооперации, координации и взаимодействия участников программ. В процессе формирования банка целевых программ достигается межпрограммная кооперация кадров, финансово-материальных ресурсов, правового, научно-методического, организационно-психологического обеспечения в силу комплексного характера большинства проблем профессиональной подготовки.

К наиболее характерным типам полипрограммного эффекта можно отнести следующие [6].

*Эффект от кооперации*, который достигается посредством целесообразного распределения ресурсов между целевыми программами, рационального использования материальной базы, путем «выстраивания» оптимальных информационных потоков внутри и вне образовательного учреждения для своевременного получения и освоения необходимой научной, методической и иной информации по интересующим вопросам профессиональной подготовки.

*Эффект от типизации* достигается за счет применения результатов, полученных в рамках отдельных целевых программ, в других программах, исключения параллелизма и дублирования работ.

*Эффект от координации* означает предотвращение потерь от несогласованного выполнения взаимосвязанных работ по целевым программам с помощью взаимного информирования (например, о разработке регионального компонента в содержании различных циклов предметов), координации действий, восполнение одного вида ресурса за счет другого.

Таким образом, получение большего эффекта при меньших затратах достигается путем объединения усилий всех руководителей, педагогов, администраторов, спонсоров образовательного учреждения в систему межпрограммной кооперации, позволяющую установить и согласовать по содержанию и срокам все необходимые связи между действиями субъектов профессиональной подготовки сотрудников ГПС МЧС, сбалансировать ресурсное обеспечение.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Чуланов В.А. Социальное управление [Текст] / В.А. Чуланов. – Ростов-на-Дону, 2004. – 221 с.
2. Сластенин В.А. Психология и педагогика: учебное пособие [Текст] / В.А. Сластенин, В.П. Каширин. – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 480с.
3. Лаухина И.В. Особенности формирования личностных качеств у сотрудников ГПС МЧС России в период профессионального становления [Текст] / И.В.Лаухина // Мат-лы региональной науч.-практ. конф.: Современная экономика: проблемы и решения (Алексеевка, 2–3 июня 2009 года). – Ч.1. – Белгород, 2009. – С.82–90.
4. Ванеева Т.Б. Развитие профессиональных компетенций будущих инженеров пожарной безопасности в процессе обучения в вузе [Текст] / Т.Б. Ванеева // III Межведомственная науч.-практ. конф.: Актуальные проблемы обеспечения безопасности в Российской Федерации (17 апреля 2009 года). - Екатеринбург: УрИ ГПС МЧС России, 2009. – Ч.1. – С. 102–105.
5. Давыдов В.П. Теоретические и методические основы моделирования процесса профессиональной подготовки специалиста [Текст] / В.П. Давыдов, О.А.Рахимов // Инновации в образовании. – 2002. – №2. – С. 62–83.
6. Волкова О.П. Компетентностный подход при проектировании образовательных программ [Текст] / О.П. Волкова // Высшее образование в России. – 2005. – №4. – С. 34–39.

Николаенко Д. А., аспирант

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

## ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЧАСТНОГО ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ В СУЛТАНАТЕ ОМАНА

gubina\_da@mail.ru

В этой статье содержатся статистические данные о студентах и факультетах частных ВУЗов. Также она проливает свет на некоторые статистические указания, взятые из этих данных и нескольких перспектив, которые являются вкладом частных ВУЗов в привлечение студентов, в географическое распределение, студентов и факультетов, и Оманизацию.

**Ключевые слова:** статистические данные, подготовка специалистов, студенты, развитие частного образования.

Только за период с 2000 по 2007 год численность студентов в развивающихся странах выросла на 75%. По имеющимся расчетам в 2010 году она составляла более 100 млн по сравнению с 66 млн студентов во всех развитых странах [2, с. 1]. Благодаря активной пропаганде частными ВУЗами в рядах после школьной молодежи увеличился общий контингент студентов.

Уровень неграмотности в арабских странах гораздо выше, чем в среднем в мире. Он особенно распространена в Йемене, Судане, Марокко, Мавритании и Египте. Около 23% населения, что составляет 70 млн человек, неграмотны. К тому же 6,5 млн детей школьного возраста лишены возможности получить базовое образование [3, с. 48].

Частное высшее образование в Султанате Оман является, быстро развивающимся явлением, которое возникло благодаря открытию первого частного колледжа, по окончании которого выдавался диплом, в 1995/1996 академических годах с количеством студентов 150 человек, стало свидетелем многих преобразований в качестве и количестве. В следующие 2010/2011 академические года количество частных вузов возросло до пяти университетов и 19 колледжей, которые расположились в разных частях Султаната. Благодаря этим университетам и колледжам студенты имеют возможность получить степень бакалавра и магистра, или стать дипломированным специалистом. В дополнение можно сказать, что количество студентов обучающихся в этих образовательных учреждениях достигают 25988 человек обоих полов.

В арабских странах изучается опыт Болонского процесса и осуществляется переход к практическому использованию его в национальных системах высшего образования. В частности, проводятся следующие мероприятия по:

- переходу на Болонские циклы высшего образования с преимущественно 4-годовалыми бакалаврскими программами: 4/3-2-3 (в стадии внедрения/проработки);

- разработке национальных структур квалификаций, совместимых с квалификациями государств Европейского пространства высшего образования (ЕПВО) (в стадии проработки);
- внедрению механизмов обеспечения качества высшего образования (в стадии внедрения);
- развитию институтов и инструментов взаимного признания документов об образовании (в стадии внедрения).

Таблица 1

### Географическое распределение частных ВУЗов [5, р. 18]

Регион	Количество учреждений	Процентное соотношение, %
Маскат	18	75
Дофар	1	4
Аль-Бурейми	1	4
Аль-Батына	2	8,5
Ал-Дахилийя	1	4
Аш-Шаркийя	1	4

Большинство частных ВУЗов располагается в Маскате, где находятся два университета и 16 колледжей, которые составляют 70,8% от общего количества частных ВУЗов в Султанате. Причина интенсивности вложений в ВУЗы в Султанате может быть направлена на различные виды услуг и общественные средства, доступные в Маскате среди всего населения.

На рис. 1 показан рост числа частных учреждений высшего образования/

График, приведенный выше, показывает рост количества студентов, зачисленных в частные ВУЗы.

Четыре частных университета (Низва, Дхофар, Сохар и Немецкий университет технологии в Омане) имеют 34,5% от общего количества студентов, зачисленных в частные ВУЗы. 19 частных колледжей имеют большой процент от количества студентов, зачисленных в эти учреждения, и составляют 56,5%.

Общее количество сотрудников, работающих в частных ВУЗах (академиков, административного состава, преподавателей) достигло 2482 человека и 1044 человека из этого количества

граждане государства Оман, которые составляют 42% от общего количества сотрудников, ра-

ботающих в этих образовательных учреждениях.

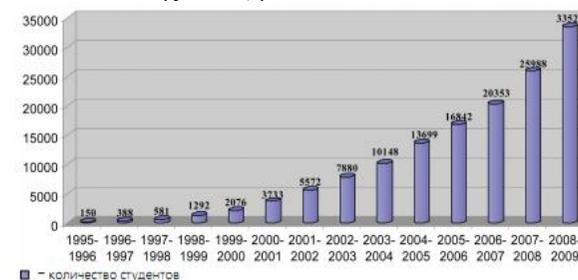


Рис. 1. Динамика роста численности студентов, зарегистрированных в частных учреждениях высшего образования в 1995-1996/2008-2009 [5, р. 25]

Согласно статистике количества преподавателей государства Оман, работающих в административном составе, количество вспомогательного персонала и уровень развития преподавательского состава представителей государства Оман был умеренным. Административный состав представителей государства Оман достигнул 70%, вспомогательный состав 67% и преподавательский состав всего лишь 11%.

Также необходимо отметить, что общее количество преподавательского состава частных ВУЗов достигло в этом году 1146 академиков, что на 18,2% больше по сравнению с прошлым годом (969 академиков). Тот же процент наблюдается и в приросте количества студентов.

Количество обладателей докторских степеней составляет 28,7% из общего количества преподавательского состава, количество обладателей степеней магистра и бакалавра составляет 46,9% и 17,3%.

Российские вузы занимают скромные позиции в подготовке специалистов для арабских стран, равно как и по другим направлениям сотрудничества с вузами-партнерами стран региона.

Данные статистики Минобрнауки России предоставляют следующие сведения по численности арабских студентов, обучающихся в российских вузах (табл. 1).

Приведенные данные свидетельствуют о скромном вкладе российских университетов в подготовку специалистов для стран региона. На Россию приходится около 3% всех обучающихся за рубежом арабских студентов.

Появление частного высшего образования в Султанате Оман способствует подготовке специалистов собственными силами и удовлетворению потребностей граждан страны в высшем образовании. Для удовлетворения этих потребностей правительство решило привлечь частный сектор в сферу образования Омана.

Таблица 1

### Численность арабских студентов, обучающихся в российских вузах

Страна	2009/2010 учебный год, чел.
Алжир	76
Ирак	612
Марокко	1850
Палестина	676
Египет	527
Йемен	576
Оман	88
Тунис	458
Иордания	580
Ливан	729
Сирия	2681
Бахрейн, Катар, Кувейт, Мавритания, ОАЭ, Саудовская Аравия	79
Израиль	593
Всего	9525

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Министерство информации (Султаната Оман. ОМАН 2007–2008. Маскат). 2008.
2. Лукичев, Г.А. Реализация мировых тенденций развития высшего образования в университетах развивающихся стран / Г.А. Лукичев. СПб., 2006.
3. Лукичев, Г.А. Развитие высшего образования в арабских странах / Г.А. Лукичев // Альма матер. 2008. № 4.
4. Bikas C. Sanyal. Diversification of sources and the role of privatization in financing of higher education in the Arab States region. International Institute for Educational Planning – UNESCO / C. Sanyal Bikas. Paris, 1998.
5. Ministry of Higher Education. Private Higher Education in The Sultanate of Oman 2008/2009. Muscat. 2009.
6. Ministry of National Economy. Woman and Man in Sultanate of Oman in Figures. Muscat, 2006

Глаголев С. Н., д-р экон. наук, проф.,  
 Фоменко Ю. В., канд. техн. наук, доц.,  
 Деменко В. В., студент

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

## К ВОПРОСУ ОБ ИНТЕНСИФИКАЦИИ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ МОЛОДЫХ УЧЁНЫХ И ЕЁ ВЛИЯНИИ НА СТАНОВЛЕНИЕ ВОСТРЕБОВАННОГО СПЕЦИАЛИСТА

Fomenko@intbel.ru

Статья посвящена актуальным вопросам интенсификации научной деятельности молодых ученых, что обеспечит воспроизводство интеллектуального потенциала государства посредством притока молодых высококвалифицированных специалистов в различные сферы экономической и научной деятельности.

**Ключевые слова:** эффективность работы высшей школы, наука, научно-исследовательская деятельность, трансфер идей, формирование востребованных специалистов.

Постановка целей социально-экономического развития как отдельно взятого региона, так и страны в целом, требует чёткого определения ценностных ориентиров общества, которые обеспечат переход к инновационно активной экономике и эффективной социальной политике. Такие стратегические ориентиры были обозначены Президентом Российской Федерации Д. А. Медведевым: «Наши действия в экономике будут базироваться на уже заявленной концепции четырёх «И» – институты, инвестиции, инфраструктура, инновации. Такой подход реализовать нужно в полном объёме, добавив к нему пятую составляющую – интеллект».

[1] Проблема воплощения интеллектуального потенциала населения затрагивается не только в масштабе страны. По данным постановления Правительства Белгородской области от 25 января 2010 г. № 27-пп одним из приоритетных направлений социально-экономического развития Белгородской области является развитие человеческого потенциала. [2] Повышенное внимание правительства к данной проблеме неслучайно, так как наиболее эффективная реализация знаний и умений людей приводит к постоянному улучшению технологий, экономических результатов, а значит, и жизни общества в целом.

Цель всей системы высшего образования состоит в том, чтобы обеспечить предприятия страны и региона квалифицированными специалистами, обладающими не только фундаментальными, но и прикладными, практически применимыми знаниями, которые повышают ценность вчерашнего выпускника на рынке труда. Одним из механизмов решения этой задачи является активное включение студенчества в

научную исследовательскую и практическую деятельность.

В настоящее время в России создаются все условия для поддержки научно-инновационной деятельности молодых учёных: реализуется приоритетный национальный проект «Образование», проводится масса мероприятий для включения молодёжи в научную деятельность, осуществляется финансирование научных разработок посредством грантов и фондов поддержки инновационной деятельности. В этих условиях интенсификация и дальнейшее развитие научно-исследовательской работы студентов и аспирантов способны обеспечить создание в ВУЗах благоприятных условий для подготовки и становления будущих специалистов с высшим профессиональным образованием высокой квалификации.

В современных условиях всё убыстряющегося процесса глобализации идеи, возникающие в сфере науки, должны очень быстро доходить до сферы производства и превращаться в товар, что на практике обеспечивается за счёт совместной работы учёных-инноваторов и технологов. Это обуславливает необходимость создания и активного функционирования экономических формаций при высших учебных заведениях. В этой связи наиболее интересен опыт работы технопарков, бизнес-инкубаторов, инновационно-технологических центров при университетах как механизма интенсификации инновационной и научной деятельности студентов, аспирантов, докторантов и научных работников.

Одной из главных стратегических линий в научно-исследовательской работе является теснейшая связь ВУЗа с промышленностью регионов России и зарубежья, повышение эффективности трансфера идей молодых учёных университетов в производство. Инновационным и ак-

туальным является создание бизнес-инкубаторов, которые способствуют увеличению числа малых предприятий в сфере наукоемких технологий, созданных с участием студентов, аспирантов и научных работников и повышению их устойчивости, а также активизируют инновационную деятельность молодых учёных. Иллюстрацией эффективности функционирования подобных образований может служить бизнес-инкубатор Белгородского государственного технологического университета им. В. Г. Шухова.

Содействие развитию научных исследований и внедрению их на производстве обеспечивается технопарками - организационной формой для перевода результатов научных исследований, полученных в университетах, в опытно-конструкторские разработки, используя которые малый и средний бизнес может наладить производство новых изделий. Технопарки служат для коммерциализации научных результатов студентов, аспирантов, научных работников вузов, тем самым обеспечивая трансфер инновационных проектов молодых учёных в сферу производства [3]. Так, например, членами «Технопарка БГТУ им. Шухова» сегодня являются около 90 ведущих производственных предприятий России, практически половина из которых уже использует в своей коммерческой деятельности результаты научных исследований молодых учёных БГТУ им. Шухова.

Благоприятный для развития научно-исследовательской деятельности климат в российских университетах также может быть обеспечен центрами научно-исследовательского аутсорсинга. Научно-исследовательский аутсорсинг – это основанная на стратегических решениях заказчика и исполнителя передача на договорных условиях функций и процессов научно-исследовательской, опытно-конструкторской или организационно-экономической подготовки производства, позволяющая заказчику повысить эффективность деятельности и обеспечить своё инновационное развитие, а исполнителю – воспроизводить свою деятельность и повышать научно-производственный потенциал. [4] Центры научно-исследовательского аутсорсинга интегрированы в научную, образовательную и инновационную деятельность университета, тем самым обеспечивая выполнение многопрофильных исследований и разработок, объединение в среде университета субъектов научно-исследовательской, проектной и предпринимательской деятельности для практической реализации результатов НИД в рыночном, общественном и некоммерческом секторах экономики инновации.

Функционирование подобных видов свободных экономических зон является одним из локомотивов развития научно-исследовательской деятельности молодых учёных и действенным инструментом внедрения в производство её результатов. Более того, экономические формации при высших учебных заведениях позволяют сформировать ту экономическую среду, которая обеспечивает устойчивое развитие научно-технологического и производственного предпринимательства, создание новых малых и средних предприятий, разработку производства и поставку на отечественный и зарубежный рынки конкурентоспособной наукоемкой продукции, что в целом ведёт к развитию инновационной экономики в масштабе региона и государства.

Многие формы интенсификации НИД, сотрудничества ВУЗов и бизнеса, по большому счёту, являются товарно-денежными отношениями, что формирует один из наиболее действенных механизмов мотивации молодых учёных к занятию инновационной научной деятельностью. Безусловно, такие формы интенсификации НИРС как участие студентов и аспирантов в научных мероприятиях, работа в СНО, проведения курса «Основы научных исследований» на всех специальностях также активно функционируют, но наиболее сильным мотивационным механизмом служит материальное поощрение разработок молодых учёных.

Предоставление грантов также является одной из форм финансовой поддержки научной и иной творческой деятельности. Привлечение студентов и аспирантов к выполнению научно-исследовательских проектов, финансируемых из различных источников, таких как госбюджет, договоры, гранты и т.д., может служить дополнительным источником повышения мотивации молодых людей к занятию научно-исследовательской деятельностью. Преподаватели и научные работники ВУЗов, которым по результатам конкурса предоставлен грант на выполнение определённой НИР, могут привлекать к участию в ней студентов с оплатой их труда. Кроме того, в настоящее время получает развитие предоставление грантов на конкурсной основе для финансирования научной и технической деятельности талантливых студентов и малых студенческих научных групп, что повышает привлекательность занятия наукой для студенческой молодёжи.

Научно-исследовательская работа молодых учёных служит формированию их как творческих и разносторонне развитых личностей, способных обоснованно и эффективно решать возникающие не только теоретические, но, что го-

раздо более ценно, и прикладные проблемы. Учебный процесс в ВУЗе должен представлять собой синтез обучения, воспитания, производственной практики и научно-исследовательской работы, а комплексная система интенсификации НИРС должна включать занятия наукой во внеучебное время и обеспечивать непрерывное участие студентов в научной работе в течение всего периода обучения. Это позволяет постепенно наращивать сложность и объём приобретаемых студентами знаний, умений и навыков в процессе выполняемой ими научной работы. Организация учебно-исследовательского процесса должна проходить с учётом современных достижений науки, систематического обновления всех аспектов образования, отражающего изменения в сфере культуры, экономики, науки, техники и технологий. Особое внимание необходимо обратить на синтез теоретического и практического обучения в этой области с получением конкретных результатов, воплощённых в самостоятельные научные работы, статьи, апробированные технологии, внедрённых в производство изобретениях.

На основании всего вышеизложенного можно сделать вывод о том, что интенсификация научно-исследовательской деятельности студентов и аспирантов оказывает содействие решению важной задачи повышения эффективности работы высшей школы для формирования востребованных специалистов и пополнения рядов молодых учёных новыми кадрами. Реальное включение молодёжи в исследовательскую деятельность, реализация их творческих, научных и интеллектуальных потенциалов поможет вчерашним выпускникам адаптироваться к условиям на рынке труда, сделает их включение в рабочий процесс более быстрым, позволит им приобрести навыки решения нестандартных задач, гибкость мышления, стрессоустойчивость и возможность реализации своих инновационных проектов на практике. Совершенствование НИР молодых учёных позволит создать высокий уро-

вень мотивированности и участия в ней, а также приведёт к более квалифицированному владению исследовательскими навыками, что в конечном итоге положительно отразится на качестве выпускаемых ВУЗами специалистов.

Кроме того, активное включение молодых учёных в инновационную научную деятельность позволит поднять уровень престижа российской науки. Чем больше будет программ, призванных популяризировать инновационную науку среди молодых учёных и дать им материальную поддержку для реализации своих проектов, тем больше шансов предотвратить «утечку» российских учёных за рубеж, предоставить им возможность реализоваться и использовать свои достижения и разработки для развития и процветания своей страны.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ежегодное послание Президента РФ Дмитрия Анатольевича Медведева Федеральному Собранию, 2008 год [Электронный ресурс]. URL: <http://kremlin.ru/transcripts/1968#sel>
2. Постановление Правительства Белгородской области от 25 января 2010 г. № 27-пп "Об утверждении Стратегии социально-экономического развития Белгородской области на период до 2025 года" [Электронный ресурс]. URL: [http://www.belregion.ru/strat\\_ser/](http://www.belregion.ru/strat_ser/)
3. Э. Павлов <<Технопарки - важный элемент современной инновационной экономики>> / Умное производство [Электронный ресурс]: журнал для собственников и топ-менеджеров высокотехнологичных компаний / No.15 от 9.2011г. - URL: <http://www.umpro.ru/>
4. А. Мюллер <<Является ли высшее образование в современной России формой инновационного предпринимательства?>> / Школа жизни [Электронный ресурс]: науч. - популяр. журн. / 12.06.2010 - URL: <http://shkolazhizni.ru>

## ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

Шипицына Г. М., д-р филолог. наук, проф.,  
Герашенко М. Б., канд. филолог. наук, ст. преп.

Белгородский государственный национальный исследовательский университет

### ИЗМЕНЕНИЯ В ЯЗЫКЕ КАК СЛЕДСТВИЕ ИЗМЕНЕНИЙ В ЖИЗНИ ЕГО НОСИТЕЛЕЙ\*

Shipitsina@bsu.edu.ru

В статье рассматриваются различные изменения в языке. На материале лексики показан процесс перемещения слов в советский период в пассивный запас словаря и последующее возвращение этих слов в активное употребление в конце XX – начале XXI веков. Прослеживается отражение этих процессов в толковых словарях различных исторических периодов.

**Ключевые слова:** языковая динамика, архаизация, пассивизация, активизация, значение слов, лексика, коннотация, факторы реактивизации.

Вслед за изменениями в жизни общества, политики, производительных сил, культуры, науки и т.д. происходят изменения в языке. Язык всегда мобилизован на адекватное отражение действительности, поскольку всё происходящее требует своих обозначений и оценки явлений и предметов действительности средствами языка. Вследствие этого язык представляет собой довольно подвижную, динамическую систему, в которой изменения согласуются с устойчивыми тенденциями и процессами, меняющимися под влиянием происходящих в отдельный исторический период преобразований в обществе и тем более под влиянием мимолетных событий и фактов. Устойчивость основного языкового фонда обеспечивается консервативностью грамматического и фонетического строев языка, поскольку их развитие сводится к весьма замедленному изменению отдельных фактов и отдельных языковых средств и единиц. Такое изменение может растянуться в своем развитии на тысячелетия, к тому же оно может происходить по-разному (как в сроках, так и в результатах) в территориальных и социальных разновидностях национального языка. Так, в

фонетическом строе древнерусского языка был звук [e] закрытый (в одних говорах) и звук-дифтонг [ue] (в других говорах), обозначавшийся буквой кириллического алфавита – ѣ (ять).

Например, в корнях слов *лѣсъ* (лес), *дѣдъ* (дед), *лѣчити* (лечить) и некоторых грамматических формах, в частности, в окончаниях имен существительных *въ столѣ* (в столе), на

*роуѣ* (на руке). В устной речи постепенно этот звук утрачивался, совпадая с другими гласными звуками по произношению: в новгородских говорах и говорах на территории современной Украины он совпал со звуком [u], потому в Украине говорят *літо*, *пісня*, *сіно*, *дід*, *річка*. В средней и южной части России звук, обозначавшийся буквой ять, к 18 веку совпал по произношению со звуком [e], а в северных говорах он сохранился в неизменном виде. Интересно, что М.В. Ломоносов в своей «Российской грамматике» (1757 год опубликования), упрекал россиян, что они допускают ошибки в написании слов с буквой ять и пишут вместо буквы ять букву е. Это означало лишь то, что М.В. Ломоносову, как в прошлом жителю русского Севера, нетрудно было различать слова с е и с ять, а уроженцы иных территорий самостоятельного звука, обозначавшегося буквой ять, уже не ощущали, потому и путали написания слов с ять и с е. Тем не менее в правильной письменной речи наши предки должны были писать букву ять в словах, где когда-то она обозначала особый звук, естественно, слова с буквой ять надо было заучивать. Ять продолжали писать еще более двух веков, пока реформа графики и орфографии 1917 – 18 годов не исключила эту ненужную уже букву из русского алфавита. Этой же реформой буква ъ была исключена из написания в конце слов на твердый согласный, поскольку еще в 12 веке утратился сверхкраткий гласный звук, ею обозначавшийся (то есть несколько веков наши предки ставили в конце слов совершенно ненужную букву ъ по тради-

ции). Утрата же звука, обозначавшегося буквой ъ, тоже происходила медленно и неровно, с разными последствиями в различных диалектах древнерусского языка.

Что касается словарного фонда русского языка, то здесь дело обстоит иначе. Лексика языка в целом весьма подвижна, причем, в периоды бурных потрясений в обществе, происходящих в нем катаклизмов, особенно политического и экономического характера, она может изменяться настолько быстро, что словари не успевают фиксировать эти изменения. В то же время каждый период развития лексического фонда нашего языка по-своему интересен, поскольку наблюдения за языком помогают осмыслить исторические процессы, происходящие в жизни носителей языка. Ведь язык закрепляет своими названиями всё существующее, концептуализирует понятия. В языковых названиях отражается как сущность явлений, так и отношение носителей языка к этим явлениям.

Рассмотрим изменения в словарном составе языка новейшего времени на материале лексики, возвращенной в активное употребление в XXI веке, но находившейся в недавнем прошлом в пассивном запасе словарного состава (научный термин для обозначения возвращенной в употребление лексики – реактивизированная лексика).

Итак, в конце XX века и в начале XXI века реактивизировалась та часть лексического фонда, которая в советское время (с 1920-х по 1990-е гг.) находилась на периферии общественного сознания, информационного и коммуникативного пространства (т.е. ранее подверглась пассивизации). Обратим свое внимание на лексические единицы, обозначаемые в лингвистике термином «архаизмы». Архаизмы уходят из активного употребления носителями языка в его пассивный запас потому, что они новым поколением людей заменяются другими словами, а обозначающиеся архаизмами явления, факты, предметы сохраняются, хотя и не всегда в неизменном виде. В наше время устаревание таких названий может происходить очень быстро и по разным причинам. Сами причины такого мгновенного устаревания старых названий довольно разнообразны и интересны, некоторые из них демонстрируют особенности национального восприятия мира, т.е. отражают картину мира народа, сложившуюся как в этносе в целом, так и в его отдельных группах (профессиональных, корпоративных, возрастных, гендерных и т. д.) под влиянием изменившихся оценок и ценностей, культивируемых в обществе. Рассмотрим процессы перехода слов из активного запаса словарного состава в пассивный и последующего

возвращения этих слов из пассивного запаса в активный.

В советский период архаизировалась весьма значительная группа слов в связи с пропагандой отчуждения от Запада и следовавшее за ней неприятие обществом понятий и реалий, связанных с современной зарубежной жизнью и отчасти с дореволюционным временем России. В конце XX – начале XXI века произошла смена приоритетов, которая выразилось в обществе в противоположной оценке ранее осуждаемого образа жизни эксплуататорских классов: многие современные россияне живут или хотели бы жить в комфортных условиях, как, по их мнению, живут люди на Западе и жили привилегированные слои общества дореволюционной России. Потому прежние названия самых разных фактов, явлений и понятий возвращается в активное употребление. Благодаря этому образуется своеобразный лексический фон новой жизни, наследующей традиции старой эпохи, в чем-то оказывающейся более привлекательной, чем недавнее советское прошлое. Например, *акциз, банкир, гильдия, гимназия, губернаторство, гувернер, департамент, дума, кадет, маклер, меценат, чиновник, экономка, бизнес, вердикт, волонтер, ипотека, коммерция, либерализм, магнат, миллионер, муниципалитет, парламент, парламентарий, предприниматель, спикер*. В некоторых словах этой группы изменился и оценочный ореол значения, поскольку многими современниками обозначаемые этими словами понятия уже не воспринимаются как негативные и неприемлемые.

Эту тенденцию можно проследить по словарям, и мы рассмотрим её на примере слова *либерализм*. Политическое течение, обозначаемое этим словом, для советского официального миропонимания было неприемлемо как противоречащее принципам диктатуры пролетариата, что и отражали толковые словари той эпохи. В частности, даже основное значение слова *либерализм* в словарях советского периода истолковывалось с элементами отрицательной коннотации идеологического типа. В дефиниции значения № 1 по ТСУ (1935 – 40 гг.): «Книжн. Система политических идей, взглядов и стремлений, свойственная идеологии промышленной буржуазии эпохи ее подъема, отстаивающая, трусливо и непоследовательно, политику свободы в интересах «свободы приобретения» и эксплуатации пролетариата». В дефиниции подчеркивается, что стремление к свободе у либерализма сводится всего лишь к свободе приобретения и свободе в эксплуатации пролетариата. И то и другое враждебно идеологии большевизма, направлено против интересов пролетариата.

Желание приобретения чего бы то ни было также противоречит коммунистическим идеалам, нацеленным на минимизацию в имуществе и потребностях истинного пролетария и коммуниста. Коммунистическая партия воспитывала в народе презрение к жизненным благам и богатству. Так что либерализм провозглашался вредной и враждебной политической системой, к тому же политикой свободы он отстает *трусливо и непоследовательно*.

В МАС (1957 – 61 гг.) определение основного значения слова *либерализм* также сопровождается отрицательными коннотациями: «Политическое направление, отстаивавшее свободу буржуазии в феодально-крепостническую эпоху и в эпоху буржуазных революций, ставшее глубоко реакционным с установлением ее политического господства и развитием революционной борьбы пролетариата». Оценка этого политического направления выражена уже книжным языком стандартной политической пропаганды – *ставшее глубоко реакционным*. Однако где именно, в какой стране и когда установилось господство этого политического течения, – не сказано, поэтому читателям словаря анализировать его на фоне диктатуры пролетариата невозможно.

Неосновные значения слова *либерализм* в словарных определениях советского времени не оставляют никакого сомнения в исключительной вредности и враждебности обозначаемого этим словом политического направления, неприемлемого для трудящихся страны советов. В ТСУ неосновные значения слова таковы: значение № 3 – «Буржуазное щегольство терпимостью, свободолобием (*устар. ирон.*)». Смысловым ядром дефиниции оказывается словосочетание *буржуазное щегольство*. Щегольство вообще неприемлемо ни в какой форме для социалистического образа жизни, а если оно еще и буржуазное, то, безусловно, враждебное. Тем самым обвинение в либерализме по отношению к лицу или явлению в советский период становится стандартной формой увещевания, политического воспитания, доказательства идеологической незрелости кадров. Эта новая функция слова *либерализм* становится стандартной, что и отражено в ТСУ в значении № 4: «Преступная снисходительность, попустительство (*нов. неодобрит.*)». Стилистическая помета *неодобрит.* даже слишком мягкая, поскольку снисходительность *преступная*, то есть такая, которая может повлечь за собой политическое или уголовное преследование в законном порядке как и всякая преступная деятельность. Итак, словари советского периода отражают архаизацию значения

слова *либерализм* под влиянием господствующей идеологии большевизма.

В постсоветский период идеологические запреты на политические течения, объявляемые ранее буржуазными, а потому вредными и преступными, сняты. Новейшее время характеризуется ностальгическими обращениями к прошлому с его разнообразием политических идеологий. Бывшее (досоветское) значение слова во многом реанимируется, что и сопровождается возвращением слова *либерализм* в активное употребление без отрицательных коннотаций. В связи с этим интересно посмотреть на преемственность словарных дефиниций нового времени и дореволюционного периода. В словарях, изданных, а также созданных до 1917 года: «Учение, противоположное консерватизму, стремление к общественным реформам, имьющим целью свободу личности и общественную» (СЯ, 1905 г.). «Свободомыслие; стремление освободиться от традиционных предубеждений в области религиозной, политической, общественной жизни и от личного произвола» (СЛ, 1906 г.). «Свобода мыслей; политическое учение, отстаивающее свободу народа и необходимость прогресса» (СПИ, 1917 г.).

Похожее понимание либерализма характерно и для постсоветского времени, что отражено в новейших толковых словарях конца XX – начала XXI веков: «Идеологическое и общественно-политическое течение, объединяющее сторонников парламентского строя, широких политических свобод и частного предпринимательства» (БТС, 1998 г.); «Одно из влиятельных общественно-политических течений, в центре внимания которого находится понятие свободы человека от социально-политических форм контроля со стороны государства» (ТСЯИ, 1998 г.; ТСХХI, 2007 г.). Коннотации в дефинициях положительные, соответствуют духу новейшего времени и в семантическом плане вполне согласуются с определениями этого слова в словарях дореволюционного времени. Негативная оценка понятия «либерализм» современными идеологами общества полностью снята, заменена позитивной оценкой, что и отразилось в словарных дефинициях словарей конца XX – начала XXI веков.

Аналогичные изменения пережила семантика и других слов, по-разному воспринимавшихся обществом (или пропагандистами господствующей идеологии) в разные исторические периоды жизни России. Слова, переместившиеся в советский период в пассивный лексический фонд, приобрели в составе значения коннотативные компоненты и приращения смыслов негативного характера, что нашло отражение в

словарных пометах статей различных толковых словарей периода 1920-1990 гг. Например: *банкир-0* – крупный акционер или владелец банка в капиталистических странах (МАС); *клерк-1* – в некоторых странах: конторский служащий; *клерк-2* – в средневековой Англии и Франции: духовное лицо (БТС). Компоненты значения такого рода являются семантическими ограничителями, связанными с обозначением сферы употребления слов в советский период жизни российского общества. Иные словарные пометы (*устар.*, *пренебр.*, *нов.*, *полит.*, *экон.*, *капитал.*, *церк.*, *книжн.*, *фин.*, *торг.*, *религ.*, *высок.*, *офиц.*, *торж.*), также сопровождающие толкование слов, лимитируют их употребление в связи со стилистической окраской.

Для реактивизации таких слов был определен внешний фактор воздействия. Такими стимуляторами реактивизации архаичных для советского периода слов выступают несколько факторов. Рассмотрим некоторые из них.

Фактор реактивизации 1 – возвращение в жизненную практику понятий и реалий, обозначающих архаизировавшимся в советский период лексическими единицами. Бывшие архаичными слова бытовой сферы номинации вновь вошли во всеобщее употребление. Например, *Требуется экономка... Состоятельная семья примет на работу домашнюю работницу... Нужна гувернантка с высшим образованием, такие объявления сегодня нередки на рынке труда...* (Пензенская правда, 20.10.2006). Академик В.В. Виноградов справедливо замечал, что «перерыв в употреблении слова еще не исключает его пассивного восприятия и понимания в памятниках письменности» [1, с. 23].

Фактор реактивизации 2 – возникновение аналогичных жизненных реалий на основе сходства (или желания имитировать это сходство с помощью языка) с ранее исчезнувшими реалиями. Например, в ходе ликвидации в 1993 г. параллелизма властных структур был устранен один из элементов административно-командной системы управления советского периода – советы. Впоследствии произошла замена этого элемента знаковой социокультурной системы (советы) на старую, дореволюционную форму правления – думу, что мгновенно реактивизирует бывшее архаичным значение слова *дума* как название нового органа высшей государственной власти России.

К влиянию этого фактора можно отнести устойчивую тенденцию в отечественном языковом строительстве к замене названий объектов, в чем-то скомпрометированных, вызывающих неприятные воспоминания или не отвечающие

духу времени. По этой причине у нас постоянно меняются названия населенных пунктов, улиц, учреждений и т. п. Желанием забыть старые прегрешения, начать правильную жизнь с чистого листа объясняются и замены названий различных общественных структур. Таким путем часто создается иллюзия качественного обновления объекта номинации. В случае действительно произведенных качественных изменений в объекте номинации для презентации объекта в новом облике также используется его переименование. Например, словом *полиция* по этой причине переименована теперь бывшая милиция с надеждой на то, что новое название закрепит ее обновленный статус, изменит нравы нашей милиции в лучшую сторону и вернет доверие населения к этой структуре.

Фактор реактивизации 3 – ориентация на западные модели управления государством и устройства общества, вызвавшая появление в России реалий или понятий, обозначаемых бывшими архаичными словами. Реактивизация соответствующей этому фактору лексики произошла в тот исторический момент, когда для обозначения новых явлений российского общества понадобились иноязычные слова, ранее (в советский период) использовавшиеся для описания реалий западных стран. Например, *Скромный ланч, и на озеро, где отдыхающие стирают белье, а они, волонтеры, будут восстанавливать старинный причал* (НТВ. 31.07.2007, 20:33). *Президент убежден, что у отечественного бизнеса появились здоровые амбиции и ресурсы для масштабных инвестиций* (РГ. Фед. вып. 7.02.2007).

Влияние фактора реактивизации 3 поддерживается тенденцией русского языка как одного из самых богатых мировых языков к унификации его словарных форм и значений аналогично другим высокоразвитым языкам, поэтому вполне закономерно именование возникших реалий по аналогии с иностранными образцами (*мэр, мэрия, президент, префект, департамент, муниципальный*). Еще и этим можно объяснить существование труднопредолимой тенденции использования иноязычной лексики в сфере книжных стилей. Носителям языка проще и удобнее использовать известный иноязычный номинант, чем подбирать для него исконно русский эквивалент.

Фактор реактивизации 4. Это социальный процесс, происходящий в современной восточной и центральной Европе, – расслоение прежде сравнительно однородного населения по имущественному признаку [2, с.156]. Исследователи говорят о «всеобщей переоценке ценностей» и «расщеплении коннотаций»: в связи с идейной

дифференциацией общества одни и те же слова приобретают для разных групп разные оценочные коннотации [2, с.155]. В связи с этим в описаниях языковых изменений появляется такое понятие, как «корпоративное оценочное значение». Оценочные характеризующие семы, которые приобретаются словами, в большой мере зависят от того, какое место в соответствующей сфере деятельности занимает коммуникант. Например, для людей, сумевших успешно овладеть техникой предпринимательства в новых условиях, слова *бизнес, коммерсант, приватизация* являются символом их общественного положения, частью их имиджа и потому имеют для них яркую позитивную содержательную окраску. С другой стороны, у части людей, «не вписавшихся» в новые условия жизни, эти же слова вызывают мысли и чувства, формирующие противоположную оценку. Данное явление И.А. Стернин называет «семантической дубликацией», при которой целостное значение лексемы раздваивается и превращается в употреблении в две отличающиеся по смыслу семантические единицы, функционирующие в различных социальных группах [3]. *Прошло то время, когда при слове "банкрот" приличные люди морщились или сочувственно качали головами. Становится банкротом ныне... выгодно. Во всяком случае именно на банкротство делают ставку некоторые руководители предприятий* (РГ. 20.10.2005).

Итак, реактивизация рассмотренных групп лексики как эксплициатор социальных параметров языковой жизни в большинстве своем обусловлена причинами экстралингвистического порядка, обозначенными нами в перечне факторов реактивизации. Внешние стимулирующие воздействия приводят в действие собственно языковые механизмы. «Эволюционные процессы в языке представляют собой «самонастройку» языка в ответ на изменения во внешнем мире, т.е. форму связи языка и внеязыковой реальности» [4, с.186]. Безусловно, имеет место и тенденция к экономии языковых средств и усилению носителей языка на их создание путем возвращения слов из пассивного запаса в активное употребление.

\*Исследование выполнено при поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы (г/к № 16.740.11.0295).

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Виноградов В. В. Слово и значение как предмет историко-лексикологического исследования // Вопросы языкознания. – 1995. № 1. – С. 5–37.
  2. Савицкий Н. П. Позитивное и негативное отражение общества в языке // Словарь. Грамматика. Текст: сборник статей. – М.: ИРЯ, 1996. – С. 155-158.
  3. Стернин И. А. Коммуникативная концепция семантики слова // Русское слово в языке, тексте и культурной среде. Под ред. И.Т. Вепревой. – Екатеринбург: Арго, 1997. – С. 82-88.
  4. Мечковская Н.Б. Социальная лингвистика. – М.: Аспект-Пресс, 2000. – 205 с.
- Словари : БТС – Большой толковый словарь русского языка. Под ред. С.А. Кузнецова. – Рос. акад. наук, ин-т лингвистич. исслед. – С.-Пб.: Норинт, 1998; МАС – Словарь русского языка в 4-х томах. – М.: Гос. изд-во иностр. и нац. словарей, 1957-1961; СПИ – Словарь (политические и иностранные слова). Сост. Н. Гомартели и М.Марков. – М.: Изд-во «Живое Слово», 1917; СЛА – Словарь политических, социально-экономических и некоторых других слов. Сост. Ачадов. Вып. 1. – М.: Книгоиздательство Е.Д. Мягкова «Народная мысль», 1906; СЯ – Словарь иностранных слов и научных терминов. Сост. А.Е. Яновский. – Вып. 1, 2. – СПб., 1905; ТСХХI – Толковый словарь русского языка начала XXI века. Актуальная лексика. Под ред. Г.Н. Складневской. – М.: Эксмо, 2007; ТСУ – Толковый словарь русского языка. Под ред. проф. Д.Н. Ушакова. В 4-х томах. – М.: Гос. изд-во иностр. и нац. словарей, 1935-1940; ТСЯИ – Толковый словарь русского языка конца XX века. Языковые изменения. Под ред. Г.Н. Складневской. – С.-Пб.: Фолио-Пресс, 1998.

*Анисенков Д. А., аспирант  
Белгородский государственный институт культуры и искусства*

## СОВРЕМЕННЫЕ ТЕОРИИ АДАПТАЦИИ К ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

d.anisenkov@gmail.com

*В работе рассматривается феномен адаптации и различные теории адаптации к профессиональной деятельности; приводятся определения понятия адаптации, предложенные различными учеными. Исследуются факторы, влияющие на успешность адаптации к профессиональной деятельности, её виды, функции и этапы.*

**Ключевые слова:** адаптация, профессиональная адаптация, виды адаптации, этапы профессиональной адаптации.

В самой общей форме явления адаптации в живой природе воспринимаются как выражение целесообразности в устройстве и функционировании организмов. В качестве обязательной предпосылки существования понятия, адаптация включает в себя взаимодействующие организм со средой. Различные формы адаптаций (индивидуальные, видовые и др.) имеют свою конкретную форму выражения, то есть способ взаимосвязи живой системы с окружающей средой.

В Большой Советской энциклопедии адаптация определяется как процесс приспособления строения и функций организмов (особей, популяций, видов) и их органов к условиям окружающей среды.

Термин «адаптация» был впервые введен в научную лексику немецким физиологом Аубертом в 1865 году для характеристики явления «приспособления» чувствительных органов (зрения, слуха) к воздействию соответствующих раздражителей. В настоящее время термин употребляется в биологии, медицине, социологии, психологии и педагогике.

Ч. Дарвин и его последователи рассматривали адаптацию как совокупность полезных для организма изменений, представляющих собой более или менее верное отражение окружающей среды. Данная идея получила развитие в работах французского физиолога К. Бернара, выдвинувшего гипотезу о постоянстве внутренней среды любого живого организма: организм существует, так как обладает возможностью постоянно сохранять благоприятные для своего существования параметры внутренней среды. Идея Бернара о постоянстве внутренней среды организма была поддержана и развита американским физиологом У. Кенноном, который назвал это свойство гомеостазом, традиционно определяемым как «подвижное равновесное состояние какой-либо системы, сохраняемое путем ее противодействия нарушающим это равновесие внешним и внутренним факторам» [3, с. 439].

Исследования И. М. Сеченова, И. П. Павлова показали, что в основе биологической адаптации

лежит одно из самых существенных свойств живой материи - стремление к равновесию.

С позиций биологии и физиологии приняты два контекста понятия адаптации: как механизма эволюции биологического вида, сообщества и как механизма приспособления отдельных индивидов к воздействию внешней среды.

Выдающийся швейцарский психолог Жан Пиаже впервые стал рассматривать взаимоотношения человека с социальной микросредой как гомеостатическое уравнивание, то есть применил понятие адаптации к личности. В созданной Пиаже теории когнитивного развития (20-е годы XX в.) субъективным фактором адаптации человека к внешней среде автор считал его интеллект.

Значительный вклад в понимание сущности адаптации человека внесли разработанные на фундаментальных положениях Л.С. Выготского об активности личности в деятельности и общении концепции:

– психологии деятельности (С.Л. Рубинштейн, Б.Г. Ананьев, А.Н. Леонтьев, Б.Ф. Ломов, К.К. Платонов и др.);

– психологии общения (Б.Ф. Ломов, А.А. Бодалева и др.).

Рассматривая в целом взаимоотношения личности с внешней средой, Выготский отмечал, что «среда определяет развитие ребёнка через переживание среды... силы среды приобретают направляющее значение благодаря переживанию ребёнка» [1, с. 27]. Подобной позиции придерживался и Рубинштейн, понимавший деятельность как «... активность субъекта, направленную на изменение мира, на производство или порождение определенного объективированного продукта материальной или духовной культуры» [8, с. 181]. В этом определении акцентировано внимание на субъектных свойствах человека, его способности не только приспосабливаться к миру, но и изменять его в соответствии со своим замыслом, целями. В рамках концепции психологии деятельности обосновано понятие «адаптивность» как тенденция функционирования целеустремленной

системы, определяющаяся соответствием между ее целями и достигаемыми в процессе деятельности результатами (В.А. Петровский) [10].

С позиции социальных наук адаптация рассматривается как приспособление организма, личности, их систем к характеру отдельных воздействий или к изменившимся условиям жизни в целом. Адаптация компенсирует недостатки привычного поведения в новых условиях. Благодаря адаптации создаются возможности для оптимального функционирования организма, личности в необычной обстановке.

А.Г. Фролов, С.А. Хомочкина, Г.У. Матушанский в статье «Адаптации преподавателя к профессионально-педагогической деятельности в высшей школе» указывают на то, что в зарубежной литературе адаптация рассматривается как: форма защитного приспособления человека к социальным требованиям; усвоение социальных ролей; преодоление напряжения; выход из стрессовой ситуации; совокупность приспособительных реакций, в основе которых лежит активное освоение среды, ее изменение и создание необходимых условий для успешной деятельности.

Феномен адаптации изучался многими авторами с различных позиций. Количество видов адаптации у разных исследователей существенно отличается. Г.П.Медведев выделяет два вида адаптации специалиста: социальную и профессиональную; Л.Г.Егорова – три вида: социальную, профессиональную, социально-психологическую; Д.В.Ольшанский – уже четыре: социальную, психологическую, биологическую и физиологическую; П.С.Кузнецов – экономическую, бытовую, регулятивную, сексуальную, коммуникативную, когнитивную; А.Г.Мороз для молодого учителя рассматривает восемь видов адаптации: профессиональную, социально-психологическую, социальную, правовую, общественно-политическую, психофизиологическую, бытовую, климатогеографическую; В.Т.Ащепков у начинающего преподавателя вуза предполагает наличие психологической, социальной, дидактической, методической, научной, специфичной, воспитательной, биологической, физиологической, экономической, бытовой, политической, правовой, этнической, климатогеографической видов адаптации [11].

Панченко Л. Л. Указывает на следующие виды процесса производственной адаптации сотрудника: профессиональную, психофизиологическую, социально-психологическую, организационную, экономическую и санитарно-гигиеническую [5].

Ученые психологи отмечают, что у женщин преобладает ориентация на социальную адапта-

цию, а у мужчин – ориентация на адаптацию к содержанию профессиональной деятельности.

Профессиональная адаптация по мнению В.А. Сластенина и В.П.Каширина – это процесс вхождения человека в профессию и гармонизация взаимодействия его с профессиональной средой. Свообразие профессиональной адаптации специалиста обусловлено обстоятельствами внешнего и внутреннего характера и осуществляется в следующих основных предметных областях его профессионального взаимодействия со средой: профессионально-деятельностной: адаптация к профессиональной деятельности: её содержанию, целям, средствам, технологии осуществления, режиму и интенсивности деятельности; организационно-нормативной: адаптация к требованиям производственной, трудовой дисциплины, организационным нормам, правилам; социально-профессиональной: адаптация к профессионально-ролевым социальным функциям, социально-профессиональному статусу (воспитатель детского сада, учитель, менеджер туризма и пр.); социально-психологической: адаптация к социально-психологическим ролевым функциям, неписаным, неофициальным нормам, правилам, ценностям, отношениям и т.п. в трудовом коллективе; социальной в широком смысле слова: адаптация к тем социальным обстоятельствам, в которых происходит профессиональная деятельность специалиста.

Каждая из этих предметных областей профессиональной адаптации специалиста предполагает наличие определённого уровня его подготовленности, адаптационного потенциала. Успешность или не успешность адаптации молодого специалиста в этих сферах носит относительно автономный характер. Вместе с тем, эти процессы взаимосвязаны, особенно в таких сферах, как профессионально-деятельностная и социально-психологическая. Особенности социально-психологической адаптации специалиста существенно влияют на успешность профессионально-деятельностной и в целом профессиональной адаптации. Однако ведущую роль играет успешность профессионально-деятельностной адаптации.

Профессиональная адаптация молодого специалиста – это перманентно идущий процесс, имеющий свою динамику, содержательные и другие особенности. Её успешность зависит от многих обстоятельств [9]. Ведущую роль играет система ценностей личности специалиста, определяющая его ориентации и отношения к себе самому, к сотрудникам и руководителям, избранной профессии, к своим служебным обязанностям. Эти отношения могут оказаться как позитивными, так и негативными.

Ряд исследователей связывает понятие профессиональной адаптации с овладением знаниями, умениями, навыками, нормами и функциями профессиональной деятельности. Так, С.Г. Вершловский отмечает, что в процессе профессиональной адаптации происходит интеграция профессиональных знаний, умений и навыков в профессиональную деятельность. С точки зрения О.А. Шиян профессиональная адаптация представляет собой «процесс интеграции в профессию, овладения мастерством, приложения профессиональных знаний, умений и навыков к конкретным ситуациям».

Говоря о профессиональной адаптации начинающего педагога, П.А. Шептенко определяет ее как процесс совершенствования им полученных в вузе знаний, умений и навыков, педагогического мастерства, как умение в процессе деятельности осуществлять оптимальный выбор методических приемов в зависимости от конкретной ситуации учебно-воспитательного процесса, предвидеть результаты педагогического воздействия коллектива и отдельной личности, приспособление к конкретным условиям организации работы.

А.Г. Мороз считает, что профессиональная адаптация выпускника педагогического вуза представляет собой сложный динамичный процесс полного освоения профессии и овладения педагогическим мастерством на основе совокупности ранее приобретенных и постоянно пополняемых знаний, навыков, в результате чего происходит активное взаимодействие как учителя, так и педагогического коллектива с целью эффективного профессионального функционирования.

С точки зрения других авторов, такая трактовка несколько сужает содержание данного процесса, поскольку профессиональная адаптация имеет свой психологический аспект, который, как отмечает Н.А.Ершова, является внутренней стороной профессиональной адаптации и проявляется в «развитии устойчивого положительного отношения к избранной профессии, в появлении субъективного чувства удовлетворенности данным видом деятельности». А по мнению Б.З.Вульфова, психологическая сторона профессиональной адаптации заключается в достижении «морально-психологической подготовленности к профессиональной деятельности».

С еще более широких позиций подходят к рассмотрению профессиональной адаптации С.Л. Арефьев, Г.П. Баранова, В.В. Синявский, Г.М. Федосимов, Т.М. Чуреква и др. Авторы включают в понятие «профессиональная адаптация» и социальный компонент, отражающий процесс вхождения молодого специалиста в новую социальную среду, в систему межличностных от-

ношений определенного коллектива, во время которого происходит выработка эталонов мышления и поведения в соответствии с системой ценностей и групповых норм данного коллектива. Подобной точки зрения придерживаются Н.З. Касаткина, Г.И. Насырова, которые при определении профессиональной адаптации указывают на достижение соответствия профессиональной подготовленности не только требованиям конкретного вида профессиональной деятельности, но и требованиям, нормам, установкам определенного трудового коллектива.

Профессиональная адаптация представляет собой длительный последовательный процесс, включающий начальный или подготовительный период, который завершается выбором профессии и подготовкой к будущей профессиональной деятельности, и непосредственный период адаптации на рабочем месте. Подготовительный период играет ключевую роль в успешности профессиональной адаптации и предоставляет эффективные средства управления данным процессом [11]. По утверждению Л.Е. Егоровой профессиональная адаптация представляет собой более продолжительный процесс, являющийся результатом целенаправленной деятельности средней школы, вуза и производственных коллективов, в котором работают молодые специалисты по окончании института [2].

И.И. Булыгина, в свою очередь, выделяет три взаимосвязанных и взаимообусловленных этапа профессиональной адаптации:

– довузовский – связан с профессиональной ориентацией. На этом этапе происходит знакомство с миром профессий, определение сферы будущей профессиональной деятельности, выявление мотивации, склонностей, личностных качеств, предпосылок к избираемой профессии;

– вузовский – этап профессиональной подготовки. Осуществляется формирование и корректировка профессиональной ориентации, развитие профессиональных умений и навыков, качеств личности, востребованных профессией, становление и развитие профессионального самосознания и др.;

– послевузовский – этап трудовой деятельности. На этом этапе молодой специалист приспособляется к условиям деятельности, коллективу, новому социальному статусу, т.е. происходит профессиональное и личностное «вхождение» в трудовую деятельность, реализация личностного и профессионального потенциала специалиста.

Жизнь на всех ступенях ее развития И.М. Сеченов определял как приспособление к условиям существования.

Приспособляемость, подчеркивал Н.Е. Введенский, составляет свойство проникаю-

щее, так сказать, во все явления, совершающиеся в живом организме.

Свойство приспособления создает условия для наиболее благоприятного существования организма. По определению, данному в современном энциклопедическом словаре, физиологическая адаптация – это реакция, наиболее полно отвечающая потребностям данной ситуации. Если же возникает необходимость какого-то изменения или перестройки форм реагирования, то заинтересованные системы начинают работать более интенсивно, так как всякая перестройка реакций требует усиления функций. При этом возникает состояние, обозначаемое как напряженная адаптация.

А.Я. Тонкова-Ямпольская, Т.Я. Черток обращают свое внимание на тот факт, что если в результате такого напряжения совершается желаемая перестройка, формируется вновь состояние физиологической адаптации нового качества. Если же адаптационные возможности организма превышаются, то функциональные системы начинают работать в неблагоприятных режимах. Эта форма патологической адаптации. При превышении возможностей системы адаптационных механизмов возникает реакция называемая стрессом. В зависимости от того, какая система наиболее заинтересована в этой реакции, различают болевой, психический или эмоциональный стрессы.

Чтобы процесс адаптации не был стихийным, по утверждению ученых, его необходимо тщательно планировать и управлять им. Управление адаптацией требует структурного закрепления функций, определенной технологии и информационного обеспечения.

Из этого следует необходимость в формировании в учебном процессе психолого-педагогических условий, влияющих на успешную адаптацию студентов к профессиональной деятельности.

Ю.Г. Одегов и П.В. Журавлев [4] утверждают, что продолжительность периода адаптации находится в прямой зависимости от квалификации: от недели (у рабочих средней квалификации) до 1,5–3 лет (у управленческих работников). Полная адаптация характеризуется сочетанием высокого уровня овладения специальностью, полного освоения порученной работы с устойчивым положительным отношением к специальности и достаточно высокой степенью удовлетворенности взаимоотношениями в группе и своей позицией в коллективе. «Полная адаптация нового работника в коллективе продолжается в среднем 2 года» [4, с. 346]. А вот В.А. Поляков считает, что 30 дней вполне достаточно, чтобы продемонстрировать свои способности и даже наметить заметный прогресс. Такого срока не слишком много для того, чтобы отчаяться достичь желаемого результата. Преимуществом 30-дневного периода является то,

что его можно разбить на четыре недельных срока. Очень удобно в течение первого месяца на новой работе планировать на каждую неделю определенный этап в отношениях с коллегами и освоении новой работы [6].

Профессиональная адаптация, являясь одной из наиболее значимых составляющих социальной адаптации, представляет собой процесс выхождения личности в профессию, процесс привыкания к профессиональным условиям и требованиям, к структуре и содержанию профессиональной деятельности, к определенной профессиональной группе. Причем успешной профессиональную адаптацию можно считать лишь в том случае, если человек не только усвоил определенные профессиональные нормы, но и получил возможности для самореализации, для творчества и саморазвития. Профессиональная ориентация и адаптация выступают важным составным элементом системы подготовки кадров, являются регулятором связи между системой образования и практической деятельностью.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Выготский Л.С.* Детская психология / Л.С. Выготский. Собр. соч. Т. IV. – М., 1984.
2. *Егорова Л.Г.* Методические указания по социальной и профессиональной адаптации студентов в техническом вузе / Л.Г. Егорова – Казань: КХТИ, 1983.
3. *Маклаков А.Г.* Общая психология / А.Г. Маклаков – СПб.: Питер, 2001.
4. *Одегов, Ю. Г.* Управление персоналом / Ю. Г. Одегов, П. В. Журавлев. Учеб. для вузов. – М.: Финстатинформ, 1997. – 878 с.
5. *Панченко Л. Л.* Адаптация к профессиональной деятельности / Л. Л. Панченко. Учеб. пособие. – Владивосток: Мор. гос. ун-т, 2006. – 35 с.
6. *Поляков В. А.* Технология карьеры / В. А. Поляков – М.: Дело Лтд, 1995. – 128 с.
7. *Поляков В. А.* Как получить хорошую работу в новой России / В. А. Поляков. Практ. руководство для тех, кто остался без работы или хочет ее сменить. – М.: ИНФРА-М, 1995. – 169 с.
8. *Рубинштейн С.Л.* Основы общей психологии / С.Л. Рубинштейн – СПб.: Питер, 1999.
9. *Сластенин В.А.* Психология и педагогика / В.А. Сластенин, В.П. Каширин – М., 2001.
10. *Трухманова Е. Н.* Проблема личностной дезадаптации в психологических исследованиях / Е. Н. Трухманова // Перспектива 3. Сборник научных трудов аспирантов, соискателей и молодых ученых АГПИ и АФ НГТУ. – Изд-во Арзамас: АГПИ, 2003. С. 185-188.
11. *Фролов, А.Г.* Адаптации преподавателя к профессионально-педагогической деятельности в высшей школе / А.Г. Фролов, С.А. Хомочкина, Г.У. Матушанский. Образовательные технологии и общество. – 2006. – Т. 9, № 2. – С. 265–276.

Полуянов В.П. д-р хим. наук, проф.  
Харьковский институт экологии и социальной защиты

## ДУХОВНО–НРАВСТВЕННАЯ ПРИРОДА ЧЕЛОВЕКА И ВОСПИТАНИЕ ОБЩЕСТВА

zchs@intbel.ru

В работе рассматривается духовно–нравственная природа человека с точки зрения Священного Писания. Подробно анализируется духовно–нравственная направленность и духовно–телесный состав человека. Показано стремление, как можно глубже проникнуть в тайны человека и процессы, происходящих в обществе.

**Ключевые слова:** природа, человек, духовность, нравственность, Священное Писание

**Актуальность.** Исследования обусловлены необходимостью осмыслением Священного Писания на проблемы духовно–нравственной природы человека и глубже вникнуть в процессы происходящих в современном мире.

**Цель работы.** Выявить и раскрыть особенности понятий духовность, нравственность, чувство и самосознание человека, а также стыд, совесть, долг, обязанность и ответственность за свое поведение.

**Практическая значимость.** Разработка, конкретизация и решение проблем духовной и нравственной природы человека с точки зрения Священного Писания.

**Научные исследования.** Настоящая работа посвящена исследованию духовности, нравственности, инстинкту, самосознанию и поведению человека в современном обществе.

**Задачи.** Рассматриваются наиболее важные вопросы по достижению высокой духовности, нравственности и поведению человека в цивилизованном мире.

**Научная новизна** состоит в том, что продемонстрирована значимость исследований понятий «духовность», «нравственность» и «религии» с точки зрения диалектики, а также дано осмысление, позволяющее глубоко раскрыть духовно–нравственную природу человека.

Будучи особым творением Божиим, человек наделен высоким достоинством. На это указывают первые страницы Библии. Они начинаются с описания творения мира и человека. Согласно им, человек творится иначе, чем весь остальной мир.

Весь мир и все остальные виды жизни на земле создаются творческим повелением Бога: «да будет». Так сказано о творении света (Быт. 1,3), тверди (ст. 6), небесных светил (ст. 14). Божественным словом: «да произрастит земля» - положено было начало существования всех живых душ, населивших воду, пресмыкающихся по земле и живых существ, живущих на земле и в воздухе. Этими живыми существами явились рыбы, птицы и разнообразное множество других животных (ст. 20–21).

Творение самого человека было выделено в особый ряд творческих действий Бога. Главным моментом здесь был предвещающий совет Святой Троицы. Бог сказал: «Сотворим человека по образу Нашему, по подобию Нашему; и да владычествуют они над рыбами морскими, и над скотом, и над всею землею, и над всеми гадами, пресмыкающимися по земле» (Быт. 1, 26). Вслед за таким намерением Бог действительно «сотворил человека по образу Своему... мужчину и женщину сотворил их» (ст. 27).

Из факта особого творения человека возникают для нас три главные мысли о достоинстве человека. Во-первых, человек творится по образу Божию. Во-вторых, он творится по телу из земли и получает от Бога дыхание жизни. Сразу после сотворения человек вводится в соприкосновение с окружающим миром и с правом владычествовать над ним и над его обитателями. В-третьих, человек в результате своего положения в мире становится посредником между Богом и сотворенным миром.

По своему составу и земному положению человек является существом духовно–телесным. При творении человек получил тело, совершенное по своей организации. Душа его была наделена специальными свойствами для связи с окружающим материальным миром. Эти духовные способности позволяют душе обеспечивать управление физическим телом и внешним материальным миром через мозг и нервную систему [5].

В своей деятельности душа зависит не только от сотворившего ее Бога, но и от заложенного в ней самой духа. В духе - средоточие «образа Божия», духовного самосознания человека. Духу свойственна глубокая потребность в связи с Богом и с духовным миром. При этом дух сам начинает развиваться и скрываться в человеке, одухотворяя и подчиняя себе все естественные силы его души - ум, чувства и волю.

Дух человека, как духовный источник жизни, воздействует на плоть, но не непосредственно, а через душу, через ее духовную бодрствость и направленность. Душа имеет разум, совесть, чувства добра и чувство чести, ответственности за

весь ход человеческой жизни. Призывные голоса разума, совести, долга всегда звучат в душе и побуждают ее помогать духу в его борьбе с плотью. Горе душе, если она действует заодно с плотью, усиливая её воцеления своим участием и одобрением. В этом случае она пренебрегает разумом, совестью, долгом и голоса, которых идут из сокровенной глубины человеческого духа.

Это происходит потому, что именно душа поддерживает ту или иную сторону и ратует за те или иные интересы. Если она заодно с плотью, то горе ей, если же она печется о непрестанном совершенствовании духовных сил человека, то способствует укреплению «прав» своего духа и развитию его подлинно высокого достоинства, соответствующего духовно–нравственным основам его природы.

По своему существу человек есть живой и личный дух. Дух в человеке - самое главное. Он есть верное восприятие человеком своей личной самосущности в ее предстании Богу и в ее достоинстве. Дух являет человеку волю к совершенству и к совершенствованию в себе самом, в своих деяниях и во внешнем мире. Дух человека наделен даром очевидности - он видит совершенное, принимает его и проявляет себя способностью к бескорыстной любви и самоотверженному служению. Духовная природа человека заявляет себе потребностью священного, импульсом молитвенного обращения к Богу и жилищем совести [7].

Каждому человеку непременно надо испытать и самому увидеть, духовно прозрев, свою духовную природу - свое родовое гнездо, в котором можно обрести подлинный религиозно–нравственный опыт.

Дух есть начало творческое, начало энергии - творческая сила, активная воля; ему свойственно скорбеть о несовершенном и радеть о победе совершенного. Он есть не только энергия видения, но и энергия действия, концентрирующая силы человека не только на восприятии совершенного, но и на его осуществлении.

Главное призвание и отличительная способность личного духа состоит в самостроительстве и самоуправлении. Поэтому по своему существу человеческий дух есть самостоятельный, творческий центр: центр любви и созерцания. Он наделен человека способностью возобладать над законами причинности, воздействия, влияния, наследственности, овладеть ими и подчинить их своим духовным целям: добровольно и целено определить себя к путям совершенства [4].

В осуществлении этого ему вторит нравственная природа человека.

Истоки нравственности следует искать в самой духовно–нравственной природе человека. Основы ее заложены Богом в наше существо, они

присущи всем людям и общечеловечны. К ним относятся: нравственное влечение, нравственная потребность, нравственные чувства добра и зла. Эти нравственные основы сообщают каждому человеку внутреннее требование: все в своей жизни согласовывать с нравственным чувством и нравственным законом.

Он формируется из внутренних движений разумной души, ее сердечных влечений и требований, из ее стремлений к добру и отвращения от зла. Апостол Павел удостоверяет, что нравственные потребности написаны в сердцах людей (Рим. 2, 14) и имеют силу постоянно действующего закона внутри самой же человеческой природы.

Человек живет на земле согласно требованиям своей нравственной природы. При всех обстоятельствах жизни эти требования не оставляют его. Особо остро и настойчиво они заявляют о себе при общении людей, когда один человек обращается к нравственной природе другого человека. Следовательно, общение людей зиждется на одних и тех же нравственных основах, которые заложены Богом в естество человека.

В глубине биологической природы человека лежат неосознанные органические импульсы к действию, которые называются инстинктами. Среди них три основных, постоянно действующих: питания, умножения и самосохранения. Они обеспечивают сохранение и преуспеяние названной природы человека.

Духовной природе, как разумно–сознательной, присущ основной инстинкт - влечение к Богу, как к своей высшей, идеальной норме; влечение к Совершенству и совершенствованию, влечение к Святости. Он обеспечивает жизнь человека способностью стремиться к Богу и быть в общении с Ним.

Нельзя вступить в добрые отношения с Богом, имея недобрые отношения к человеку, нашему ближнему. Поэтому в нравственной сфере человек видит действие инстинкта добра, которое ему и надлежит всячески развивать в своей жизни. Существо нравственного инстинкта составляет влечение одного человека к другому с чувством довольства и радости. Например, у ребенка такое влечение к матери является ответом на чувства матери и ее участие в его развивающейся жизни.

На основе нравственного инстинкта, пробудившегося у человека, возникает так называемый социальный инстинкт. Его суть состоит в том, что через общение с одним у человека начинает развиваться влечение вступить в общение с другими людьми. При удовлетворении этого влечения человек формирует так называемый закон психического соответствия (совместности) с другими людьми или же несоответствия (несовместности), инстинктивно улавливаемый им.

Установление своих отношений с людьми человек пользуется интуитивной моральной оценкой каждого незнакомого человека, чтобы при вступлении в действие закона психического соответствия нравственное влечение было удовлетворено соответствующим добрым поведением человека по отношению к другому и принесло ему довольство и радость [1].

Когда нравственное влечение бывает многократно повторено, оно приводит человека к познанию нравственной потребности общаться с другим человеком, а удовлетворение этой потребности в свое время в нравственное чувство.

Разумная человеческая душа дает человеку знание о ее бытии через взаимодействие сил и способностей человека, и прежде всего - через действия ума, чувств и воли. Ум проясляет себя как рассудок или разум человека. Рассудок заявляет о себе через ощущения, восприятия, представления; разум - через анализ, общения, выводы. Умом человек познает окружающий мир. Чувство приобщает этот мир к внутренним переживаниям человека, к эмоциональным откликам на него. Воля вводит человека в реальную, практическую связь с ним. Из трех способностей души особым богатством и разнообразием отличаются чувства человека. Чувство - это ответ нашего я на то, что идет в сознание со вне или изнутри. Чувства - это общее проявление нашей внутренней жизни. От них зависит качество и разумная направленность человеческих отношений.

Человеку свойственно наблюдать в себе действие основных пяти чувств: органического, умственного, религиозного, эстетического и этического (нравственного). Органическое чувство сигнализирует сознанию об общем состоянии нашего организма: здоров он или болен, и так далее. Умственное чувство сопровождает работу интеллекта и свидетельствует о качестве интереса человека к делу. Религиозное чувство, наполняя душу религиозным опытом, определяет отношение человека к Богу, а через Него и в Нем - к миру и другим людям. Ему принадлежит решающий голос во всех жизненных вопросах верующего человека и основное направление его жизни. Эстетическое чувство участвует во всем, что имеет отношение к личной жизни человека по линии истины, добра и красоты. Нравственное чувство четко и строго различает добро и зло, контролирует и определяет, что из себя представляет каждый человек: честный он или бесчестный; правдивый или лживый, человеческий он или плохой, неотзывчивый, чужой. Оно управляет естественным ходом человеческой жизни. Нравственное чувство наделено особой зоркостью, видеть стремление человека к совершенству через наличие его в помыслах, словах, намерениях; оно имеет своей целью выявить в них (помыслах) присут-

ствие доброго, святого, совершенного или же злого, безнравственного и предсказывает их последствия. Оно при этом оценивает нашу личную волю, проявляющуюся в наших действиях. Оно одобряет или порицает нас же самих за эти действия, выполняя роль самоконтроля.

Рождаясь из недр нашего духа, нравственное чувство сразу же оценивает все то, что воспринято человеком. Оно само, помимо мышления, сразу же одобряет или не одобряет нашу волю, совершившую определенный поступок. При этом нравственное чувство заявляет о себе то, в виде стыда, то в виде укоров совести, то в виде требований долга, то в виде сознания обязанностей и ответственности за свое поведение. Все эти нравственные состояния появляются в душе с чувством добра и зла, которые из-за них переживает душа.

При выполнении этой жизненной задачи нравственное чувство ведет себя как ответственное внутреннее судилище, где всякое действие, согласно с Законом Божиим, оценивается как доброе, достойное внимания человека, а всякое уклонение от согласования с ним и выполнения расценивается как зло, бесчестие и мое поведение. Процесс оценки нравственных переживаний в этих случаях совершается самосознающим я нашего духа и называется нравственным самосознанием человека. Побуждая волю человека отвергать зло, нравственное чувство готово всеми силами бороться за добро, за его претворение в жизнь. При этом оно заявляет о себе нравственными переживаниями стыда, совести, долга, обязанности, ответственности, вменения [2].

Религия связывает человека с Богом. Это связь духа с Духом. От Бога исходит Откровение, которое должно быть свободно и целно принято человеком. От человека же исходит живое, не вынужденное и искреннее приятие его, которое восходит к Богу в виде молитвы и согласных с нею дел. Богу нужно человеческое сердце во всей его свободе и искренности: оно должно искать, чтобы обрести, и просить, чтобы было дано (Мф. 7, 7-8). Именно оно само должно узнать истинное Откровение по его божественному совершенству и вменить его себе в закон.

Нравственность заимствует способ бытия и деятельности от человеческого духа. Этот способ именуется «автономией», буквально «самозаконием». Он заключается в желании и умении управлять собой, а направлении к лучшему, совершенному, ибо человеческий дух есть сила, направляющая жизнь человека к благим целям. Человеку как существу духовно-нравственному подобает автономия, поскольку он нуждается в лично пережитом опыте, и при полной готовности принять на учение от людей более зрелых, опытных и духовно сильных.

Автономия состоит в самостоятельной жизни духа. Она появляется в нестесненной, добровольной деятельности личной души в ее отношении к духовным предметам и целям. Она составляет необходимый способ духа. Дух или живет согласно закону, или вступает в жизнь и остается в потенциальном состоянии. Только тот, кто понимает объективное преимущественно объективно лучшее и придает этому преимуществу субъективное наполнение и оживление, тот только живет на уровне духовно-нравственном [8].

Нравственность начинается с личного, свободного сердечно-искренного «вижу и принимаю», с самостоятельного удостоверения, из которого возникает нравственная самостоятельность человека. Не переживший этого лично свободного и сердечно - искреннего «принимаю», не имеет религиозной веры и с нравственностью у него не все в порядке.

Таким образом, нравственность для своего жизненного проявления пользуется непреложным законом духа: подлинная нравственность предполагается в человеке лично пережитую, свободную «очевидность сердца» - очевидность совести, долга, обязанности, ответственности, вменения.

Жить по совести, по долгу, жить добродетельно - значит жить в согласии с нравственным законом. Закон подсказывает общие пути и средства для гармонического раскрытия нашей духовно-нравственной природы, для уяснения общих норм и путей жизни.

Для каждого человека нравственный закон возникает из живых показаний его нравственного чувства, которое фиксируется его сознанием и разумом, и в результате обобщения этих показаний. Когда же опыт подобных обобщений переносится на общество людей и получает их одобрение, тогда возникают жизненные нормы, нравственные законы для всех народов. В своей основе данные законы несут в себе общее понятие о нравственно добром как обязательном и нравственно злом как недозволенном.

Нравственному закону человек подчиняется при посредстве нравственного чувства, разума и свободной воли. Вот почему нравственные законы иначе называют правилами, которые направляют нашу волю к указанной в них цели, не принуждая ее, а вызывая свободное расположение души исполнить предлагаемые чувством долга требования. Заявив о себе в душе каждого человека, долг не дает ему покоя до удовлетворения его требований. В этих требованиях скрывается существо нравственной природы человека - его духа, совести и разума. И когда эта природа не находит для себя должного выражения, то не бывает мира в костях человека, как говорит псалмопевец Давид (Пс. 37, 4).

Нравственный закон является неотъемлемой принадлежностью каждого человека, ибо закон совести одного человека понятен и созвучен совести другого. Его требования распространяются на каждого человека, на все его свободные действия, и оценка им дается строго нравственная.

От нравственного закона, от его предписаний человек не может отказаться и остаться безнаказанным. За нарушение закона он обязательно будет отвечать перед совестью, перед общественным мнением и перед Йогом. Никому не позволено нарушать этот закон и мириться с этим нарушением, ибо от нарушения закона страдает не закон, а сам его нарушитель [6].

Еще Каину Господь напоминал основное требование нравственности: «Если делаешь доброе, то не поднимай ли лица? а если не делаешь доброго, то у дверей грех лежит; он влечет тебя к себе, но ты господствуй над ним» (Быт. 4, 6-7). Этими словами подчеркивается: непременно твори добро, иначе грех найдет место в твоей жизни.

Тех людей, которые не получили участия в призвании Израиля, Бог во времена нелегитимности предопределил идти своими путями и искать Его ощупью (Деян. 17, 27). Закон Божий открывался им через посредство совести и мыслей, возникающих по поводу показаний совести (Рим. 2, 15). Апостол Павел называет это законом и утверждает, что Бог по этим предписаниям нравственного порядка будет судить язычников. (Рим. 1, 8; 2, 12).

Закон, написанный на скрижалях сердца человеческого и заложный Богом в первоначальную природу человека, принято называть естественным нравственным законом. Святой Иоанн Златоуст называет его «надежным сожителем всего рода человеческого». Опираясь на естественный нравственный закон, язычники развили нравственные обязанности, общественные нормы и порядки, без которых жизнь на земле уже неммыслима.

В силу искажения человеческой природы грехом естественный нравственный закон не может считаться абсолютным. Поэтому Священное Писание открывает людям те нормы нравственности, которые принято называть законом Богооткровенным. Этот закон, как говорит Моисей, «в устах твоих и в сердце твоём, чтоб исполнять его» (Втор. 30, 11-14). Это значит, что содержание общенародных Моисеем заповедей еврейский народ мог найти в себе самом и тем установить тождество обоих законов, а также уточнить и выверить главную сущность и соответствие личных норм жизни с Богооткровенными заповедями и нормами [3].

Нравственная мудрость во все времена была и остается в большом почете у людей. Она побуждает человека не только знать все общие предписания нравственного закона, но и быть го-

товым применить эти требования и предписания к своим индивидуальным запросам, особенностям и силам.

Христианская любовь, например, заповедует нам жертвовать собой ради блага ближнего, но не определяет всех частных способов и видов этой жертвенности. Это зависит от личных особенностей и обстоятельств жизни каждого. Один готов жертвовать собой как врач, другой - как воин, третий - как пастырь Христовой Церкви. Мудрость будет состоять в том, чтобы эти жертвы выражали любовь к Богу и человеку при внутренней готовности помогать ближним но славу Божию.

Нет христианина, который не знал бы, что «в начале было Слово, и Слово было у Бога, и Слово было Бог» (Ин. 1, 1), и что «от слов своих оправдаешься, и от слов своих осудишься» (Мф. 12, 36). Известно и то, что первое послушание первозданного человека было связано со словами, которые он произносил, давая имена всему сотворенному.

...И Сам Творец снишел, повествует Писание, «чтобы видеть, как он назовет их... как наречет человек всякую душу живую» (Быт. 2, 19). Между тем, слова сами дают нам ключи для понимания их глубинной сути. Питание и воспитание в русском языке - слова однокоренные и по сути однозначные. Библейский пророк Варух пользуется именно этими понятиями, когда укоряет своих беззаконных современников: «Вы забыли питающего вас вечного Бога, а также огорчили и воспитавший вас Иерусалим» (Вар. 4, 8). Итак, Господь питает, а святыня воспитывает, то есть сопровождает Божественное Таинство, способствует принятию его человеком, восполняет земными ценностями небесный дар и преподает его в совершенной полноте.

Таков принцип Божественной педагогики. Раскрывается она на самом доступном для каждого христианина уровне в прошениях молитвы Господней. «Хлеб наш насущный даждь нам днесь», - то есть, «напитай нас»; «и остави нам долги наша... и не введи нас во искушение, но избави от лукаваго», - то есть, «воспитай нас», Отче наш!

Каждый библейский призыв к покаянию и праведной жизни основывается на общем методологическом принципе, который можно сформулировать так: единственный для человека способ улучшить качество своей личности и выправить искривления своей жизни состоит в деятельном восполнении о своем достоинстве хранителя образа и подобия Божия. По выражению одного иудейского религиозного писателя, самое страшное, что может сделать людям диавол, это заставить нас забыть, что мы Царские дети.

Одним из новейших признаков нарушения внутренней гармонии личности и интеллектуаль-

но-нравственного нездоровья современного общества стало его стремление уделять особое значение так называемому «имиджу» человека, - то есть тому, каким он представляется в среде окружающих его людей. С одной стороны, это могло восприниматься как вполне естественное стремление к соблюдению внешних форм приличия и желание произвести своей персоной благоприятное или выгодное впечатление. Однако на деле в последнее время создание и смена личных «имиджей» стало претендовать на стиль жизни и на способ самореализации.

Увлечение «имиджами» свойственно не только лишь светскому обществу с теми его особенностями, которые классик английской литературы Вильям Теккерей именовал «ярмаркой тщеславия». В церковной среде подобное явление также не редкость: это личины «младостарцев» и псевдоблагочестивых «ревнителей не по уму». Врожденный нравственный закон известен каждому человеку. Это и есть совесть, понимаемая как «совместное ведение» человека и Бога о Законе сохранения человеческой жизни, о её высоком качестве и небесном достоинстве. Воспитание совестливого человека есть самое простое, понятное и доступное каждому родителю или наставнику задание, - это одновременно важнейшая и первоначальная задача, а также и воспитания религиозного. В этом деле нет различий ни конфессионального, национального и социально-политического характера. Бессовестный человек одинаково непригляден и в Европе, Азии, Африке и Америке. По словам апостола Павла, цель христианского увещания «есть любовь от чистого сердца и доброй совести и нелицемерной веры» (1 Тим. 1,5). Методологически для нас очень важна последовательность перечисленного, когда чистота сердца христианина - воспитателя и его добрая совесть имеют преимущество над его личной верой. Нелицемерный характер личного исповедания является предметом индивидуальной ответственности человека пред Богом.

Апостол подчёркивает, что и в первохристианские времена те, кто отступил от этого правила, «уклонились в пустословие, желая быть законоучителями, но не разумея ни того, о чем говорят, ни того, что утверждают» (1 Тим. 1, 5-9). В наши дни проблема учителя на церковно-приходском уровне нередко отражает именно это прискорбное обличение апостола Павла. Один христианский деятель справедливо заметил, что если бы в дореволюционных школах и гимназиях Закон Божий преподавался интересно, то революция не произошла бы. Тимофей был новопоставленным Ефесским епископом и святой апостол предостерегает его о весьма великой опасности для Церкви, которая исходит из самого церковного лона: «...в последние времена отступят некото-

рые от веры, внимая духам обольстителям и учениям бесовским, через лицемерие лжесловесников, сожженных в совести своей» (1 Тим. 4, 1-2). Апостольское предостережение столь же актуально и в наши дни, когда религиозными учителями и духовными воспитателями нередко стремятся стать люди, не имеющие достаточного навыка и опыта личного покаяния, а потому чрезмерно усердствующие в поучении других. Именно нежелание и неумение выпрямить искривления собственной личности и является глубинной причиной всех страхов и панических настроений, проповедь которых отвлекает самих проповедников от врачевания своих духовных недугов. Наряду с Церковью, жизненно важную тему воспитания личности сознаёт светское общество и государство. Удивительным кажется отсутствие в светской литературе ясных определений того, что же такое личность и что представляет собой процесс её воспитания. Пытаясь дать определение понятию «воспитание», в научных кругах пользуются такими словами, как «воздействие», «вливание» и даже «внушение». Но уже первого впечатления вполне достаточно почувствовать, что субъект воспитания рассматривается как нечто подопытное, подчинённое. Самое опасное состоит в том, что при подобном подходе воспитуемый оказывается априори пассивным объектом. Предметом воспитания является самое важное в человеческом существе, а именно - его уникальная личность. Однако ясности нет и в том, что же такое личность с точки зрения секулярного интеллекта. Определения личности встречаются, но и они чаще всего робки и невяжны. Например, это «человек как носитель каких-то свойств» или «субъект отношений и сознательной деятельности», а то и вовсе «устойчивая система социально значимых черт, характеризующих индивида как члена общества»... Таковы книжные определения личности. Но как, же эту совершенно абстрактную сущность можно воспитывать, то есть пытаться на нее «воздействовать», «вливать» или что-то ей «внушать».

Любопытный нюанс есть в определениях из области природы мышления. Различая такие понятия, как разум и рассудок, философы призывают понимать под разумом способность к обретению нового знания, а рассудок рассматривают, как способность оперировать уже имеющимся знанием. Можно предположить, что полноценное владение обеими этими способностями составляет мудрость человека. В одной из библейских книг достижение такого состояния, как мудрость, обуславливается сочетанием разума и доброго расположения сердца (см.: Иудифь 8, 29). Вспомним, что отнюдь не мудрость просил юный царь Соломон у Господа после тысячи жертвоприношений, но - «сердце разумное, чтобы судить... и

различать, что добро и что зло» (3 Цар. 3, 9). Практически это и есть главная цель доброго воспитания, как её понимает Святая Церковь, то есть, умение различать, что добро и что зло. Именно поэтому в Священном Писании находим предельно чёткие и точные определения того, что составляет предмет наших сегодняшних размышлений. Доброе воспитание, вошло в равной степени в мировую историю, общечеловеческую культуру и во всемирную литературу. «Начало мудрости - страх Господень; разум верный у всех, исполняющих заповеди Его», - сказал Давид, который на своем жизненном пути прошёл поприща пастуха и воина, беженца и царя, музыканта и поэта, кающегося грешника и богослова (Пс. 110, 10). «Начало мудрости - страх Господень, и познание Святого - разум», - вторит ему его сын - царь, богомолец, мудрец, богатейший правитель и тоже кающийся грешник и богослов (Притч. 9, 10). Но задолго до них прозвучали в скинии соборания слова простой бедной женщины, скорбящей о своём бесплодии: «Да не хвалится мудрый мудростью своею, и да не хвалится сильный силою своею, и да не хвалится богатый богатством своим, но желающий хвалиться да хвалится тем, что разумеет и знает Господа» (1 Цар. 2, 10). Наша цель, призвание, воспитательная миссия и святой долг состоят в том, чтобы содействовать воплощению этих слов в жизнь нашими отцами и детьми, братьями и сестрами, а также и нами самими в нынешнее время, пока оно у нас ещё есть.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Александр (Семенов-Тянь-Шанский), епископ, Православный Катехизис. / Александр (Семенов-Тянь-Шанский). - Париж, 1981. - С. 113.
2. Голубинский В.И. Нравственная природа человека / В.И. Голубинский. // Православный Собеседник. 1857. Ч.2. - С. 211 - 251.
3. Иоанн Лествичник, преп. Лествица. Слово 26, 248. / Иоанн Лествичник. - Серг. Посад, 1908. - С. 215.
4. Ильин И.А. Путь духовного обновления. / И.А. Ильин. // СОБР. соч. М., 1993. Т.1. - С. 131 - 140.
5. Св. Иоанн Златоуст. Творения. Т.9, кн. 2. / Св. Иоанн Златоуст. - СПб., 1908. - С. 629.
6. Старец Никодим Святогорец. Невидимая брань. / Старец Никодим Святогорец. - М., 1886. - С. 165.
7. Святитель Игнатий Брянчанинов. Аскетические опыты. / Святитель Игнатий Брянчанинов. - СПб., 1865. Ч.2. - С. 183 - 185.
8. Святитель Григорий Богослов. Творения. Т.2. / Святитель Григорий Богослов. - Св. - Тр. Серг. Лавра, 1994. - С. 132.

Максименко О. А., архитектор  
(ОАО «Институт общественных зданий»)

## ОБЪЕКТЫ ДОСУГОВО-РЕАБИЛИТАЦИОННОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ВОЕННОСЛУЖАЩИХ И ЧЛЕНОВ ИХ СЕМЕЙ

archidesing@rambler.ru

В статье рассмотрена специфика досуговой деятельности в отдаленных военных городках; внешние и внутренние факторы, влияющие на досуг жителей военных городков. Выявлены основные потребности различных социальных групп.

**Ключевые слова:** внешние и внутренние факторы, досуг, отдаленный военный городок, изолированность, многофункциональная нагрузка, релаксация.

Дома офицеров являются центрами культурной жизни военных городков. Они выполняют несколько функциональных задач: организация досуга, спортивно-оздоровительная деятельность для жителей военных городков, а также просвещение и патриотическое воспитание подрастающего поколения.

На организацию досуга в отдаленных военных городках и формирования его материальной среды влияют процессы, связанные с проведением жителями свободного времени, а также современные требования всех групп населения в повседневном отдыхе.

Досуговая деятельность военнослужащих осуществляется в свободное время и зависит, в первую очередь, от индивидуальных потребностей личности и семьи, а также от множества внешних и внутренних факторов.

К внешним факторам относятся: транспортные проблемы - по причине отдаленности от больших городов, транспортное сообщение между гарнизонами и ближайшими, крупными населенными пунктами весьма дорого и зачастую с перебоями; переход Армии на контрактную основу - переход рядового и сержантского состава на службу по контракту, потребует более широкого спектра услуг; величина гарнизона - чем крупнее гарнизон, тем больше доля гражданского населения, а значит и необходимо больше услуг для населения.

К внутренним факторам относятся: сложность и напряженность службы, растущие изо дня в день, которое требует создания условий для релаксации; аккумуляция физических и психологических перегрузок; повышенный уровень тревоги у жителей военных городков; потребность в отдыхе и релаксации наблюдается у большинства жителей военных городков, которая не может полностью реализовываться в старых условиях; частая смена места службы формирует чувство страха и дискомфорта перед переменами и неустойчивостью в быту (семья военнослужащего, в среднем за время службы, меняет

место службы каждые 5-6 лет); адаптация в новом коллективе требует дополнительных психологических и эмоциональных усилий вновь прибывшим военнослужащим.

При этом досуговая деятельность в отдаленных военных городках имеет свою специфику:

-относительная стабильность и сплоченность коллективов, деятельность которых основана на единой цели;

-неформальный характер групп и их разновозрастной состав, свободный выбор партнеров и объединение по интересам;

-общие социальные условия;

-весьма «активный» средний возраст населения военного городка (средний возраст жителя военного городка примерно 30-32 лет, так как после выхода на пенсию в 45 лет, военнослужащие с семьей покидают расположение части);

-небольшие возможности для развития активности, самостоятельности, нестандартной творческой деятельности, самосовершенствования и самореализации, а также для укрепления здоровья жителей, повышения их жизнедеятельности.

Большинство зданий Домов офицеров построено после Великой Отечественной войны и имеет значительный процент износа (35-75%). Часть из них занимают приспособленные сооружения, которые имели другие функции и были переданы Армии. К ним относится и Дом офицеров в п. Чкаловск (Калининградская обл.), он расположен в бывшей усадьбе, построенной в начале 20 века (рис. 1.). Вековая постройка уже частично разрушена. Действующая же часть Дома офицеров своим набором и вместимостью помещений (библиотека, войсковой музей, несколько кружковых помещений и кафе-бар) не соответствует досуговому и релаксационным потребностям жителей поселка. Некоторые помещения сдаются в аренду под магазинчики, парикмахерскую, мастерскую ремонта обуви и кабинет стоматолога.



Рис. 1. Дом офицеров, п. Чкаловск, Калининградская обл. (строение начала 20 века)

Материальная база многих Домов офицеров пришла в негодность или не соответствует новым потребностям жителей военных городков, особенно, если военный городок отдален от культурных центров и у жителей нет возможности часто покидать расположение городка

В действующих Домах офицеров недостаточно развиты функции отдыха и новые формы досуга, позволяющие восстановиться после трудового дня (рис.2).

По типовому проекту №171 (разработанному военным ОАБ-30 в 1952 году) построен Дом офицеров авиационного полка, дислоцированного в отдаленном гарнизоне Бесовец (Карелия). Летный труд является одним из самых тяжелых, а для отдыха и релаксации местный Дом офицеров может предложить лишь гостиную, кафе-бар, бильярд и игру в настольный теннис в малом зале. Этого набора помещений явно не достаточно для восстановления физических и эмоциональных сил офицеров.

В связи с изолированностью военных городков Дом офицеров, как единственный социально-культурный объект, должен нести на себе

многофункциональную нагрузку с тем, чтобы уровень культурно-бытового и спортивно-оздоровительного обслуживания жителей отдаленных гарнизонов был не ниже уровня обслуживания и набора услуг в досуговых центрах для жителей больших городов.

Автором было проведено исследование потребностей жителей отдаленного гарнизона Бесовец, расположенного в Карелии - четырех частей военнослужащих и гражданского населения (детей различных возрастов - дошкольников, школьников, студентов; жен военнослужащих - работающих и домохозяек, сотрудников Дома офицеров). Целью опроса являлось исследование основных потребностей различных слоев населения гарнизона и выявление недостающих элементов в системе досугово-реабилитационного обслуживания с учетом отдаленности гарнизона. Так как жители гарнизона меняют место проживания 5-7 раз за время службы, то опрос даже в одном гарнизоне дает объективную картину по потребностям жителей других отдаленных гарнизонов.

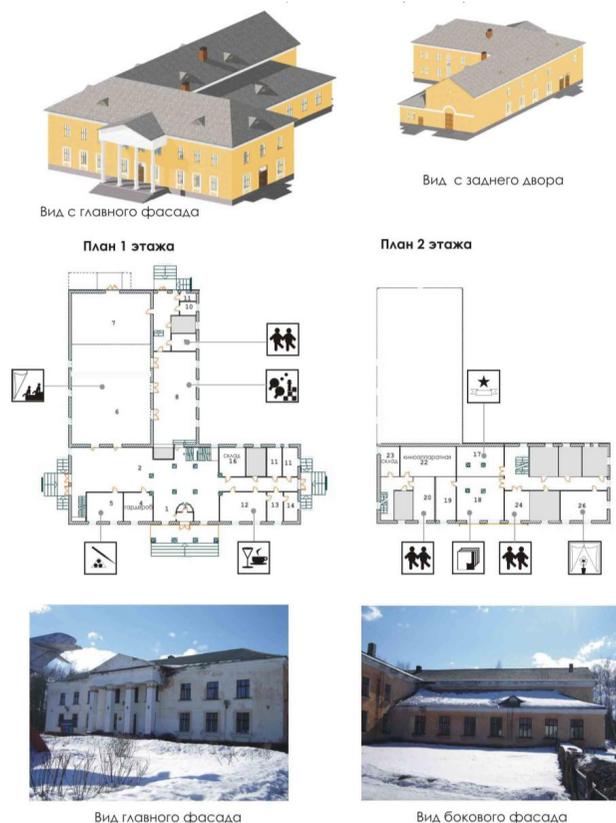


Рис. 2. Дом офицеров п. Бесовец, типовой проект №171

Анализ опроса показал, что военнослужащие предпочитают активный отдых, не пренебрегая его пассивными и тихими видами. Более широкий спектр потребностей у гражданского населения - от плавания до самодельного театра (рис.3). Предпочтения военнослужащих и гражданского населения в пассивном отдыхе весьма схожи. Жители высказали потребность в бытовом обслуживании (химчистка, прокат и т.д.) и релаксационно-реабилитационном досуге (бассейн, гидромассаж и прочие).

Потребности жителей отдаленных военных городков должны реализовываться в современных досуговых и оздоровительных центрах, а также в центрах обслуживания. Такие центры начали появляться в стране в связи с принятием в 2008 году «Стратегии социального развития и боевого укрепления Вооруженных Сил РФ» на период до 2020 года.

Согласно этой стратегии военнослужащие в Вооруженных Силах полностью переходят на контрактную основу службы. Стратегия предусматривает обеспечение всех военнослужащих полноценным досугом и культурно-бытовым обслуживанием, качественной физкультурно-оздоровительной деятельностью.

Четыре года назад в 2008 году в заполярном гарнизоне Видяево был построен спортивно-оздоровительный центр «Фрегат». Комплекс включает в себя универсальный игровой зал, боулинг, тренажерный зал, бильярдную, тропическую купальню и другие помещения.

На основе этого проекта калининградским архитектором В. Британом был разработан спортивно-оздоровительный комплекс «Флагман». Он построен в 2009 году в военном городке на самом западе нашей страны, на берегу Балтийского моря, – Балтийске.

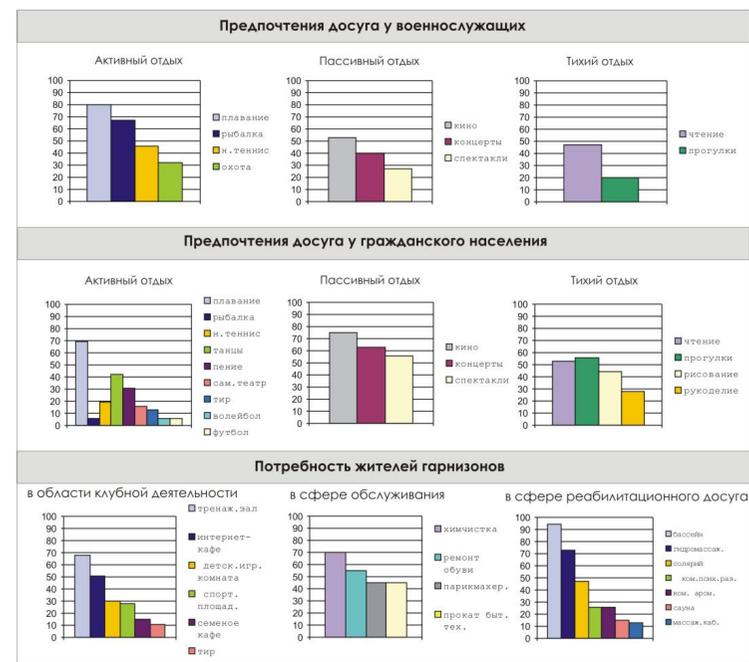


Рис. 3. Выявление основных запросов населения, определяющих состав досугово-реабилитационного комплекса помещений

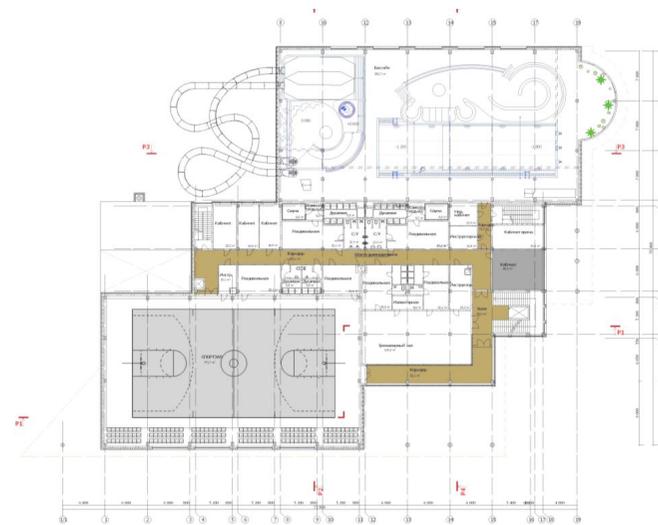


Рис. 4. План 2 этажа спортивно-оздоровительного комплекса «Флагман»

В трехэтажном здании разместились боулинг, бильярдная, аквапарк с 25-метровым бассейном на три дорожки, гидромассажными и детскими бассейнами, водными горками с тобо-

ганом снаружи здания. Также запланированы универсальный спортивный зал на 150 мест для зрителей, тренажерный зал и кафе.

В комплексе предусмотрена смотровая площадка на высоте 22 метра, на которую можно попасть на лифте или подняться по лестнице. С нее можно будет наблюдать военно-морской парад на день ВМФ или просто любоваться живописным пейзажем.



Рис.5. Спортивно-оздоровительный комплекс «Флагман» г. Балтийск (архитектор – В. Британ)

В рамках реализации концепции развития физической культуры и спорта в Вооруженных Силах в России было построено шесть типовых модульных спортивных комплексов для военнослужащих и членов их семей. Один из них возведен в п. Калининц Наро-Фоминского района.



Рис. 6. Модульный спортивный комплекс п. Калининц (фото из газеты «Центр города» Наро-фоминск №23 (290))

Типовой модульный универсальный спортивный комплекс был введен в эксплуатацию в конце 2010 года. Он имеет в своем составе два тренажерных зала (мужской и женский), спортзал, душевые, раздевалки, сушилки, кабинеты медицинского контроля, помещения для занятий лечебной физкультурой.

Этот комплекс, с пропускной способностью 300 человек в час, позволяет солдатам заниматься физической подготовкой круглый год, проводить тренировки военнослужащим и членам их семей с комфортом.

Организация здорового и интересного досуга, реализованная возможность психологической разгрузки, соответствие потребностей жителей гарнизонов функций объектов досугово-реабилитационного характера, позволит восстановить боевой и моральный дух военнослужащих.

Внедрение многофункциональных досугово-реабилитационных объектов в практику позволит сократить затраты времени населения на получение культурно-бытовых услуг; создаст в отдаленных военных городках функционально насыщенную и привлекательную архитектурную среду для развития общественной жизни, социальных контактов, организованного проведения досуга населения.

Формирование системы досугово-реабилитационных и спортивно-оздоровительных учреждений является важным мероприятием, направленным на дальнейшее повышение уровня культурного обслуживания населения военных городков и его социальной активности, повышение комфортности проживания в отдаленных военных городках для всех категорий жителей.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Военно-теоретический журнал «Военная мысль». М., – 2004. - Вып. 9
2. ВСН 35-94 Минобороны РФ «Общевойсковые здания». М., - 1994.
3. ВСН 34-94 Минобороны РФ «Планировка и застройка военных городков». М., - 1994.
4. Газета «Центр города» Наро-фоминск. - 2011. – Вып. 23 (290)
5. *Кулага В.Л., Жаворонкова И.А., Туканова Т.А.*, Система и комплексы культурно-бытового обслуживания. / Стройиздат. М., - 1975.
6. *Молоткова И.Г.* Влияние образа жизни военнослужащих и их семей на личностные особенности жен военнослужащих. /Петрозаводск., -2004.
7. *Понаморенко В.А., В.В. Лапа В.В.*, Профессия- летчик./Военное издание. М., -1985.
8. Российская газета. /В Балтийске открылся современный культурно-оздоровительный комплекс «Прибой» для флота». – [www.rg.ru](http://www.rg.ru) – 2009. – Вып. 13 (4837).
9. *Туканова Т.А.*, Формирование многофункциональных комплексов на основе системы взаимосвязей их элементов. //Сборник научных трудов. //Пути совершенствования комплекса зданий культуры, спорта и управления. ЦНИЭП учебных зданий./М.,- 1987. -с.47-56
10. *Федосеева В.Н.*, Комплексы повседневного обслуживания / М., -1992.

## НАШИ АВТОРЫ

### Низина Татьяна Анатольевна

Адрес: Россия, 430000, г. Саранск, ул. Советская, 24. Мордовский государственный университет, кафедра строительных конструкций архитектурно-строительного факультета.  
Тел.: 8(8342) 47-71-56, e-mail: nizinata@yandex.ru

### Байдин Олег Владимирович

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра городского строительства и хозяйства.  
Тел.:(4722) 55-82-01; e-mail: Oleg.v31@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.

### Федосов Сергей Викторович

Адрес: Россия, 153037, г. Иваново, ул. 8 Марта, д. 20. Ивановский государственный архитектурно-строительный университет, кафедра «Строительное материаловедение и специальные технологии».  
Тел.: (4932)32-85-40, e-mail: rector@igas.ru

### Духовный Георгий Самуилович

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра АДА.  
Тел.:(4722) 23-05-34

### Пак Аврелий Александрович

Адрес: Россия, 184209, г. Апатиты Мурманской обл., Академгородок, 26 а. Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева Кольского научного центра РАН.  
Тел.: 8 (81555) 7-91-65, E-mail: pak@chemy.kolasc.net.ru

### Логанина 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@mai.ru

### Бажанова Маргарита Евгеньевна

Адрес: Россия, 430000, г. Саранск, ул. Советская, 24. Мордовский государственный университет, кафедра автодорог и специальных инженерных сооружений.  
E-mail: Mbazhanova@yandex.ru

### Белов Владимир Владимирович

Адрес: Россия, 170026, г. Тверь, наб. Аф. Никитина, 22. Тверской государственный технический университет, кафедра «Производство строительных изделий и конструкций»  
E-mail: vladim-bel@yandex.ru

### Сулейманова Людмила Александровна

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; e-mail: ludmilasuleimanova@yandex.ru

### Зинькова Виктория Анатольевна

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра СМиСМ.  
E-mail: vikzinkova@mail.ru

**Ханин Сергей Иванович**

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра механического оборудования.

E-mail: v.s\_bogdanov@mail.ru

**Лозовой Николай Михайлович**

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра механического оборудования.

E-mail:lymil\_84@mail.ru

**Богданов Василий Степанович**

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра механического оборудования.

Тел.:(4722) 55-06-02; e-mail: v.s\_bogdanov@mail.ru

**Воронов Виталий Павлович**

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра механического оборудования.

E-mail: voronov@mail.com

**Полянсков Юрий Вячеславович**

Адрес: Россия, 432970, г. Ульяновск, ул. Л. Толстого, 42. Ульяновский государственный университет, факультет математики и информационных технологий, кафедра, математического моделирования технических систем

E-mail: ccd@ulsu.ru

**Чижова Елена Николаевна**

Адрес: Россия, 308012 г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра теории и методологии науки.

Тел.: (4722) 55-21-35; e-mail: chizhova\_elena@mail.ru

**Цветав Сергей Сергеевич**

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра стратегического управления.

E-mail: tsvetaev@narzan-aqua.ru

**Шипицын Алексей Викентьевич**

Адрес: Россия, 308023, г. Белгород, ул. Садовая, д. 116а. Белгородский университет потребительской кооперации, кафедра финансов и кредита.

Тел.: (4722) 26-52-65; e-mail: Market\_div@mail.ru

**Ряпухина Виктория Николаевна**

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра стратегического управления

E-mail: viktorer\_r@mail.ru

**Всяких Юлия Владимировна**

Адрес: Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85. Белгородский государственный университет, кафедра финансов и кредитов.

E-mail: vsyakh@bsu.edu.ru

**Селиверстов Юрий Иванович**

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра финансового менеджмента.

E-mail: ROGOVA@intbel.ru

**Калугин Владимир Анатольевич**

Адрес: Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85. Белгородский государственный университет, кафедра экономики и управления на предприятии.

E-mail: kalugin@bsu.edu.ru

**Блохин Константин Анатольевич**

Адрес: Россия, 300000, Москва, ул. П. Корчагина, 22. Московский государственный открытый университета им. В.С. Черномырдина, кафедра мировая экономика

E-mail: vm@tumin.net

**Пушенко Сергей Леонардович**

Адрес: Россия, 344022, г. Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая, 162, Ростовский государственный строительный университет, кафедра «Безопасность технологических процессов и производств.

E-mail: safety@rgsu.ru

**Борисов Иван Николаевич**

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра технологии цемента и композиционных материалов.

E-mail: xtism@intbel.ru

**Матинян Симак Самвелович**

Адрес: Россия, 153037, г. Иваново, ул. 8 Марта, д. 20. Ивановский государственный архитектурно-строительный университет, кафедра «Геоинформационные системы и инженерные изыскания».

E-mail: mssmss74@mail.ru

**Верещака Владимир Викторович**

Адрес: Россия, 346400, г. Новочеркасск, ул. Просвещения 132, Южно-Российского государственного технического университета (Новочеркасского политехнического института)кафедра «ТКСиВВ».

Тел.: (8635) 25-93-35

**Лупандина Наталья Сергеевна**

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: ecnata@mail.ru

**Юдина Юлия Валериевна**

Адрес: Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85, корп. 14. Белгородский государственный университет, кафедра географии и геоэкологии.

E-mail: Yudina@bsu.edu.ru

**Корнилов Андрей Геннадьевич**

Адрес: Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85, корп. 14. Белгородский государственный университет, кафедра географии и геоэкологии.

E-mail: kornilov@bsu.edu.ru

**Черняев Александр Владимирович**

Адрес: Россия, 121552, г. Москва, ул. Оршанская, д.3. МАТИ - Российский государственный технологический университет имени К.Э. Циолковского, кафедра «Промышленная экология и безопасность производства».

E-mail: alex\_v\_ch@bk.ru

**Аверкова Ольга Александровна**

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра прикладной математики

E-mail: olga\_19572004@mail.ru

**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

**Лебедев Владимир Михайлович**

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра промышленного и гражданского строительства.

Тел.: (4722) 54-16-20

**Аверченков Владимир Иванович**

Адрес: Россия, 241035 Брянск, бульвар 50-летия Октября, 7. Брянский государственный технический университет, кафедра «КТС».

E-mail: kts@tu-bryansk.ru.

**Новописный Евгений Александрович**

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра «Организация и безопасность движения».

E-mail: nwite@yandex.ru

**Губарев Артем Викторович**

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра энергетики теплотехнологии.

E-mail: artwo0248@mail.ru

**Жидков Виталий Алексеевич**

Адрес: Россия, 127018 г. Москва, 2-я Ямская ул. д. 4. Департамент информационных технологий Исполнительного аппарата ОАО «МРСК Центра».

E-mail: vitaluga@inbox.ru

**Николаенко Дарья Александровна**

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра строительного материаловедения, изделий и конструкций.

Тел.: 8(4722)55-15-91

**Глаголев Сергей Николаевич**

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра стратегического управления.

E-mail: lar-1965@yandex.ru.

**Шипицына Галина Михайловна**

Адрес: Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85. Белгородский государственный университет, кафедра русского языка и методики преподавания.

Тел.: (4722)31-62-53; e-mail: Shipitsina@bsu.edu.ru

**Анисенков Дмитрий Александрович**

Адрес: Россия, 308033, г. Белгород, ул. Королева, 7. Белгородский государственный институт культуры и искусств, кафедра эстрадного оркестра и ансамбля.

E-mail: d.anisenkov@gmail.com

**Полуянов Валерий Петрович**

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова 46, БГТУ им. В.Г.Шухова, кафедра защиты в чрезвычайных ситуациях.

Тел.: 8(4722) 54-58-11; e-mail: zchs@intbel.ru

**Максименко Ольга Александровна**

Адрес: Россия, 236000, ООО «Проект плюс», г. Калининград, Проспект Мира 57-59.

E-mail: archidesing@rambler.ru

Научное издание

**«Вестник БГТУ имени В.Г. Шухова»  
№ 1. 2012 г.**

Научно-теоретический журнал

**Ответственный за выпуск Н.И. Алфимова  
Компьютерная верстка Н.И. Алфимова  
Дизайн обложки В.Б. Бабаев**

**Учредитель журнала** – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего и профессионального образования «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова» (БГТУ им. В.Г. Шухова)

Журнал зарегистрирован Министерством РФ по делам печати, телерадиовещания и средств массовой информации ПИ №ФС77-26533

Сдано в набор 12.01.12. Подписано в печать 9.02.12 Формат 60x84/8

Усл. печ. л. 27,88. Уч.-изд. л. 25,92

Тираж 1000 экз. Заказ 35. Цена договорная.

Все публикуемые материалы представлены в авторской редакции.

Адрес редакции: г. Белгород, ул. Костюкова, 46, оф. 204 Лк.

Номер сверстан в редакции научно-теоретического журнала

«Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова».

Отпечатано в РИЦ БГТУ им. В.Г. Шухова