

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

**Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова**

**Главный редактор:** проф. В.С. Лесовик  
**Ведущий специалист:** Н.И. Алфимова  
**Ответственный секретарь:** В.Ф. Носачева  
**Зам. ответственного секретаря:** А.И. Нечкин (РИЦ)

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

д-р. техн. наук, проф. Ю.М. Баженов, д-р. техн. наук, проф. П.В. Беседин,  
д-р. техн. наук, проф. П.Г. Бондаренко, д-р. техн. наук, проф. В.С. Богданов,  
д-р. физ-мат. наук, проф. А.Г. Брусенцев, д-р. экон. наук, проф. С.М. Бухонова,  
д-р. техн. наук, проф. А.М. Гридчин, д-р. экон. наук, проф. Ю.А. Дорошенко,  
д-р. техн. наук, проф. Е.И. Евтушенко, д-р. техн. наук, проф. В.К. Классен,  
д-р. техн. наук, проф. П.Г. Комохов, д-р. техн. наук, проф. Н.И. Корсунов,  
д-р. экон. наук, проф. С.В. Куприянов, д-р. техн. наук, проф. Л.А. Куцев,  
д-р. архитектуры, проф. Г.И. Лаврик, д-р. техн. наук, проф. В.С. Лесовик,  
д-р. техн. наук, проф. К.И. Логачев, д-р. техн. наук, проф. В.А. Минко,  
д-р. техн. наук, проф. Н.И. Минько, д-р. архитекруты, проф. В.П. Мироненко,  
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. О.Д. Проценко, д-р. техн. наук, проф. Ш.М. Рахимбаев,  
д-р. техн. наук, проф. В.Г. Рубанов, д-р. экон. наук, проф. А.А. Рудычев,  
д-р. техн. наук, проф. В.С. Севостьянов, д-р. экон. наук, проф. И.А. Слабинская,  
д-р. техн. наук, проф. Г.А. Смоляго, д-р. техн. наук, проф. В.В. Строкова,  
д-р. техн. наук, проф. В.М. Табурчак, д-р. техн. наук, проф. Е.М. Чернышов,  
д-р. экон. наук, проф. Е.Н. Чижова, д-р. техн. наук, проф. Н.А. Шаповалов,  
д-р. техн. наук, проф. В.Н. Шульженко, д-р. техн. наук, проф. А.И. Шутов,  
д-р. коном. наук, проф. Е.Д. Щегинина, д-р. техн. наук, проф. А.Г. Юрьев,  
д-р. техн. наук, проф. В.В. Ядыкина, канд. техн. наук, проф. Н.Г. Горшкова,  
канд. техн. наук, проф. И.А. Дегтев, канд. техн. наук, проф. С.В. Свергузова,  
канд. техн. наук, проф. Н.В. Солодов, канд. техн. наук, доцент. В.М. Поляков,

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

**№ 4, 2011 год**

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.

## СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

Ата Эль-Карим Шоеаб Солиман ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ СРЕЗУ БАЛОК, АРМИРОВАННЫХ СТЕКЛОВОЛОКНОМ	6
Берёзкина Ю. В. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ГАЗОГИПСА	11
Ивашенко Ю. Г., Козлов Н. А. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОМПЛЕКСНОГО ОРГАНОМИНЕРАЛЬНОГО МОДИФИКАТОРА НА ПРОЦЕССЫ СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЯ И КИНЕТИКУ НАБОРА ПРОЧНОСТИ ЦЕМЕНТНЫХ КОМПОЗИЦИЙ	15
Клименко В. Г. ГИПСОАНГИДРИТОВЫЕ ВЯЖУЩИЕ ВЕЩЕСТВА	19
Логанина В. И., Круглова А. Н. К ВОПРОСУ О ДОСТОВЕРНОСТИ КОНТРОЛЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ БЕТОНА	24
Бологских Н. Н. ИНФРАКРАСНОЕ ОТОПЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ	27
Кафтаева М. В. ПРОБЛЕМЫ ПРОИЗВОДСТВА И ПРИМЕНЕНИЯ АВТОКЛАВНЫХ ЯЧЕИСТЫХ БЕТОНОВ	32
Верещака В. В., Тамазов М. В., Довженко И. Г. ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА ОБЖИГА ОБЪЕМНО-ОКРАШЕННОГО КЕРАМИЧЕСКОГО КИРПИЧА С ПРИМЕНЕНИЕМ ВЫСОКОКАЛЬЦИЕВОГО СИЛИКАТНОГО ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ	36
Мустафа Осман СОПРОТИВЛЕНИЕ СРЕЗУ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ БАЛОК С ДОПОЛНИТЕЛЬНЫМ ДИСПЕРСНЫМ АРМИРОВАНИЕМ	41
Строкова В. В., Шаповалов Н. А., Череватова А. В., Павленко Н. В., Мирошников Е. В. ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ НАНОСТРУКТУРИРОВАННОГО ВЯЖУЩЕГО ПРИ ПОЛУЧЕНИИ ЛЕГКОВЕСНЫХ ЯЧЕИСТЫХ КОМПОЗИТОВ	48
Лесовик В. С., Агеева М. С., Денисова Ю. В., Иванов А. В. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ ВЯЖУЩИХ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ БРУСЧАТКИ БЕТОННОЙ	52
Клюев С. В., Лесовик Р. В., Рубанов В. Г. РАСЧЕТ ИЗГИБАЕМЫХ КОНСТРУКЦИЙ УСИЛЕННЫХ КОМПОЗИТАМИ НА ОСНОВЕ УГЛЕРОДНОГО ВОЛОКНА	55
Сулейманова Л. А. АЛГОРИТМ ПОЛУЧЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО ГАЗОБЕТОНА С УЛУЧШЕННЫМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ КАЧЕСТВА	59

## МЕХАНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И МАШИНОСТРОЕНИЕ

Фадин Ю. М. РАСЧЕТ ЭНЕРГИИ ПЕРЕДАВАЕМОЙ ШАРОМАТЕРИАЛЬНОЙ ЗАГРУЗКЕ НАКЛОННОЙ ПЕРЕГОРОДКИ В ТРУБНОЙ ШАРОВОЙ МЕЛЬНИЦЕ	62
Воронов В. П., Семикопенко И. А., Вялых С. В., Дятлова Е. И. РАСЧЕТ ПОЛЯ СКОРОСТИ ВОЗДУШНОГО ПОТОКА В ПЛОСКОСТИ, ПЕРПЕНДИКУЛЯРНОЙ ОСИ ВИХРЯ	65
Чалов В. А. ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНОГО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ЦЕНТРОБЕЖНОГО ПЫЛЕУЛОВИТЕЛЯ	68
Романович А. А. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СКОРОСТИ ВРАЩЕНИЯ ВАЛКОВ НА ВЫХОДНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРОЦЕССА ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ И РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ИХ РАБОЧИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ	71

## ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЯМИ

Хабибуллина Л. Р. ПРОБЛЕМЫ ИНДЕКСАЦИИ НАЛОГОВЫХ ВЫЧЕТОВ ДЛЯ ФИЗИЧЕСКИХ ЛИЦ В УСЛОВИЯХ ИНФЛЯЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ	74
Юсупов К.Н., Давлетбаева А.Ф. МЕХАНИЗМ ВЫЯВЛЕНИЯ ЗОН УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНА В УСЛОВИЯХ РИСКА	80
Трунова Е. В. ИНТЕГРИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ: ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ И ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ АСПЕКТЫ ПОСТРОЕНИЯ	84
Всяких М. В. АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПЕРЕХОДА К ИНФЛЯЦИОННОМУ ТАРГЕТИРОВАНИЮ	89
Ваганова О. В. МЕХАНИЗМ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ИННОВАЦИОННОГО ПРОИЗВОДСТВА	92
Исмагилов Д. Д. УПРАВЛЕНИЕ В РЕГИОНАЛЬНЫХ КЛАСТЕРАХ	96
Дорошенко Ю. А., Антипов Е. А. ИНСТРУМЕНТАРИЙ АНАЛИЗА СТРАТЕГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ХОЛДИНГОВ	100
Селиверстов Ю. И. РАЗВИТИЕ ИНСТИТУТА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ В РАМКАХ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИННОВАЦИОННОЙ ПОЛИТИКИ	105
Шевелев А. А. РОЛЬ ЧАСТНОГО КАПИТАЛА В ФИНАНСИРОВАНИИ ИНВЕСТИЦИЙ	109
Ткаченко Г. А., Доможирова О. В. ОСОБЕННОСТИ БЮДЖЕТИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА МНОГОПЕРЕДЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА	112
Ряпухина В. Н. НАУЧНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ И ИЗМЕРЕНИЯ ИННОВАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА РЕГИОНА	116
Давлетбаева А. Ф. МОДЕЛИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ И УПРАВЛЕНИЯ ЭКОНОМИКОЙ РЕГИОНА С УЧЕТОМ РИСКА	120
Романович М. А., Рудычев А. А., Романович Л. Г. ВЕНЧУРНОЕ ИНВЕСТИРОВАНИЕ В ИННОВАЦИОННЫЕ ПРЕДПРИЯТИЯ ЗА РУБЕЖОМ И В РОССИИ	124

## ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

Рыбакова М. В., Барбанягрэ В. Д. ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА ГИДРАТАЦИИ ПРИ МОКРОМ ПОМОЛЕ КЛИНКЕРА	128
Игнатъева Е. О., Гаркушин И. К., Дворянова Е. М. АНАЛИЗ МАССИВА ТРЕХКОМПОНЕНТНЫХ СИСТЕМ MF-MBr-M <sub>2</sub> O <sub>4</sub> (M=Li, Na, K; Э=Cr, Mo, W) И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ NaF-NaBr-Na <sub>2</sub> WO <sub>4</sub>	131
Казин В. Н., Сибриков С. Г., Кужин М. Б. НЕТРАДИЦИОННЫЙ ПУТЬ СИНТЕЗА НИТРОЗАМЕЩЕННЫХ БЕНЗОФЕНОНОВ	137
Стадничук В. И., Бессмертный В. С., Бондаренко Н. И., Дикунцова Л. М. ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ ФОРМИРОВАНИЯ ГИДРОФОБНЫХ ПЛЕНОК НА ВНУТРЕННЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ЛИТЕЙНЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ ФОРМ	140
Чичварин А. В., Игуменова Т. И. ЯВЛЕНИЕ СТАБИЛИЗАЦИИ ТЕПЛООВОГО СТАРЕНИЯ СВЯЗУЮЩИХ НА ОСНОВЕ ТОВАРНОГО ПОЛИБУТАДИЕНА СМЕСЬЮ ФУЛЛЕРЕНОВ ГРУППЫ C <sub>50</sub> – C <sub>92</sub>	142

Алиматов Б. А., Садуллаев Х. М., Файзиматов У. Б., Хаметов З. ЭКОНОМИЯ ЭНЕРГИИ В ЭКСТРАКЦИОННОЙ УСТАНОВКЕ С ПНЕВМОПЕРЕМЕШИВАНИЕМ ЖИДКОСТЕЙ	145
Бедина В. И., Евтушенко Е. И., Морева И. Ю., Скиба А. А. ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ МАЛОУСАДОЧНЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ КОМПОЗИТОВ	148
Мишин Д. А., Лугинина И. Г., Рыбакова М. В., Клуный А. И. УВЕЛИЧЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЙСТВИЯ ПАВ ПРИ ПОМОЛЕ ПОРТЛАНДЦЕМЕНТНОГО КЛИНКЕРА	152

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ

Полуянов В. П. СЦЕНАРИИ РАЗВИТИЯ СИНЕРГЕТИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ В ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОПРИРОДНЫХ ПРОЦЕССАХ	156
Кузнецов В. А., Рязанцев О. А., Трулев А. В. ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГОРЕНИЯ И ТЕПЛООБМЕНА В ЦЕМЕНТНОЙ ВРАЩАЮЩЕЙСЯ ПЕЧИ	160
Синюк В. Г., Поляков В. М., Каменев М. В. ОПТИМИЗАЦИЯ ОДНОГО КЛАССА НЕЧЕТКОЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ АЛГОРИТМОВ ДИСКРЕТНОЙ И НЕПРЕРЫВНОЙ МУРАВЬИНОЙ КОЛОНИИ	165
Потапенко А. Н., Штифанов А. И., Потапенко Т. А. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ МОЛНИЕПРИЕМНИКОВ СИСТЕМ МОЛНИЕЗАЩИТ И ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА РАЗРЯДОВ АТМОСФЕРНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСТВА	170
Леденева Т. М., Нгуен Нгок Хун О ВЫЧИСЛЕНИИ ФУНКЦИИ ПОДОБИЯ ДЛЯ НЕЧЕТКИХ ЧИСЕЛ	177

## ЭКОЛОГИЯ

Пендюрин Е. А., Старостина И. В., Смоленская Л. М. ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЧВ И ПОДСТИЛАЮЩИХ ПОРОД В РАЙОНЕ КАРЬЕРА ЗАО «БЕЛГОРОДСКИЙ ЦЕМЕНТ» С ЦЕЛЬЮ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ ПРИ РЕКУЛЬТИВАЦИИ	183
Заряева Е. В. ВКЛАД РЕГИОНАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ ГИГИЕНИЧЕСКОГО ОБОСНОВАНИЯ МЕРОПРИЯТИЙ ПО МИНИМИЗАЦИИ РИСКА ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ	187
Фетисов Д. Д., Свергузова С. В. ВЛИЯНИЕ НЕФТЕГАЗОВЫХ КОМПЛЕКСОВ НА ОБЪЕКТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	192

## ПРОБЛЕМЫ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ

Глаголев С. Н., Шутенко А. И. СОЦИАЛЬНАЯ ИНТЕГРАЦИЯ ДЕТЕЙ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ РАЗВИТИЯ КАК ГУМАНИТАРНАЯ МИССИЯ СОВРЕМЕННОГО ОБРАЗОВАНИЯ	195
Зарицкий В. Д. КВИНТЕТ ДУХОВЫХ ИНСТРУМЕНТОВ: ИСКУССТВО И ПЕДАГОГИКА	200

## ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

Полуянов В. П. ОТНОШЕНИЕ ЧЕЛОВЕКА С ОКРУЖАЮЩИМИ ЕГО ЛЮДЬМИ	203
НАШИ АВТОРЫ	210

## СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

*Ата Эль-Карим Шоеаб Солиман, д-р философии  
Хелвен университет, Арабская Республика Египет*

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ СРЕЗУ БАЛОК, АРМИРОВАННЫХ СТЕКЛОВОЛОКНОМ

Klyuyev@yandex.ru

*Наличие стекловолокон в бетонных элементах с традиционным поперечным армированием (хомутами) может значительно повысить сопротивление срезу. Целью исследования является оценка этого эффекта. В статье представлены экспериментальные исследования железобетонных балок, включающих случайно расположенные стекловолокна. Варьируемыми параметрами являются расстояние между хомутами (50,75 и 100 мм) и весовой процент стекловолокон (0; 0,75 и 1,5). Результаты экспериментов показали, что сопротивление балок срезу существенно повышалось с увеличением процента содержания волокон. Этот эффект достигал 30 %. Хотя число трещин при наличии стекловолокон возрастало, они становились тоньше.*

**Ключевые слова:** дискретное армирование стекловолокном, сопротивление срезу, трещины при срезе.

#### 1. Введение

Бетон, армированный стекловолокном, представляет собой цементный композит и является относительно новым видом строительного материала, используемого нарастающими темпами в разных странах. Добавление стекловолокон к бетону повышает его прочность и долговечность. Этот материал получает широкое распространение, поскольку обладает преимуществами перед традиционным аналогом, среди которых меньший вес, устойчивость по отношению к влаге, высокая прочность на сжатие, низкая температурная деформация, высокая огнестойкость [1-14].

Проблема определения прочности на срез железобетонных балок, как известно, не решена до конца. Сопротивление срезу, предписанное различными нормами проектирования для особых сечений балки, может варьироваться более чем двумя факторами. Для изгиба гипотеза плоских сечений дает основу для универсальной, простой, рациональной теории сопротивления. В целях ее совершенствования можно провести простой эксперимент для железобетонных балок, подверженных чистому изгибу. Такой рациональной теории не существует для среза, а эксперименты для чистого среза железобетонных балок не осуществимы [7].

В то время как проведено много испытаний железобетонных балок на срез, такого рода экспериментов для фибробетонных образцов выполнено мало. Еще меньше испытаний для фибробетонных элементов по определению несущей способности на срез [13]. Теория пластичности бетона, используемая для балок с фибрами из

мягкой стали, предполагает пластическое поведение композита после образования трещин в матрице и высокое сопротивление на растяжение при раскрытии магистральной трещины.

Результаты исследований показали, что при образовании трещин среза предельное сопротивление на срез увеличиваются с возрастанием объема волокон и сопротивления бетона сжатию. Кроме того, при достаточном объеме волокон меняется характер разрушения – от сдвигового к изгибному [14].

Диагональное разрушение от среза железобетонных балок давно известно как хрупкое разрушение. Следовательно, большая безопасность обеспечивается уменьшением этого фактора.

Основная цель включения стальных фибр в бетон не преследует существенного увеличения сопротивления материала. Оно может быть увеличено более легко и экономично за счет арматуры, расположенной по направлению главных растягивающих напряжений. В то же время такая арматура не может противостоять микротрещинам. Для этого используется фибровое армирование. Добавление случайно ориентированных волокон в бетон помогает связыванию частиц бетона, задерживает трещины в хрупком бетоне и повышает механические свойства композита [10].

#### 1. Цель исследования

Это исследование направлено на повышение сопротивления сдвигу железобетонных балок путем использования стекловолокон. Проведено сравнение сопротивления сдвигу при наращивании традиционного поперечного арми-

рования (хомутами) и при использовании дискретного армирования стекловолокном совместно с хомутами.

2. Эксперименты

2.1. Испытываемые образцы и исследуемые параметры

Были изготовлены пять железобетонных балок прямоугольного поперечного сечения 150x150 мм длиной 900 мм (рис. 1). Они разделены на две группы, в одной из которых варьируется расстояние между хомутами, в другой – весовой процент армирования стекловолокном

(табл. 1). Сопротивление бетона сжатию определялось как средняя величина при испытании трех кубиков 150x150x150 мм.

2.2. Процедуры испытаний

Нагрузка создавалась гидравлическим домкратом (550 кН), соединенным со стальной пространственной рамой (рис. 1, а). Четырехточечное нагружение при расстоянии 150 мм между точками приложения сил от домкрата (рис. 1, б) имело статическую природу. Все образцы испытывались до разрушения при монотонном нагружении.

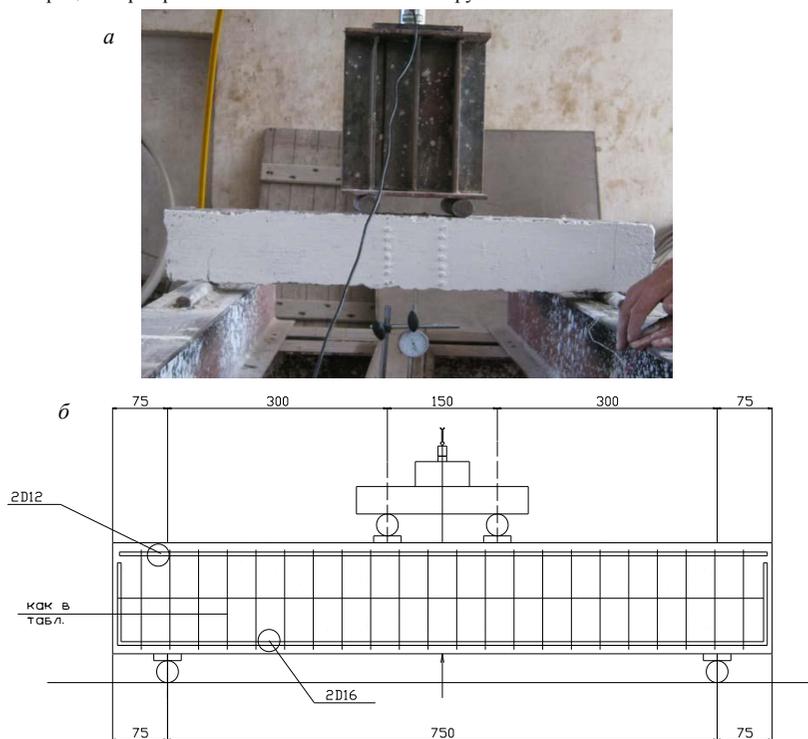


Рисунок 1. Установка (а) и схема нагружения образцов (б)

Таблица 1

Исследуемые параметры					
№ группы	Образцы	Содержание волокон, %	Хомуты	Главная стальная арматура	Сжатая стальная арматура
Группа 1 (с хомутами)	B-15-S	–	D4@100мм	2D16мм	2D12мм
	B-15-S1	–	D4@75мм	2D16мм	2D12мм
	B-15-S2	–	D4@50мм	2D16мм	2D12мм
Группа 2 (с хомутами и волокнами)	B-15-S	0	D4@100мм	2D16мм	2D12мм
	B-15-G1	0,75	D4@100мм	2D16мм	2D12мм
	B-15-G2	1,5	D4@100мм	2D16мм	2D12мм

2.3. Свойства материалов и смешивание

Для железобетонных балок использовался портландцемент, натуральный песок и гравий в

качестве заполнителя. Они были очищены, в том числе от органических веществ. Заготовка всех образцов велась при относительной влажности

95 %. Сухой песок и цемент смешивались механическим способом, а после добавления воды тщательно перемешивались. Эта операция продолжалась до получения массы однородного цвета. Бетон был помещен в формы с гладкими внутренними поверхностями, покрытыми маслом. Средняя величина сопротивления сжатию без стекловолокон составила 23 МПа, а при их наличии 0,75 и 1,5 % – 25 и 26 МПа соответственно.

Стекловолокна длиной 150 мм имели модуль Юнга 72 МПа, модуль сдвига 29,1 ГПа, предел прочности на растяжение 1600 МПа и предельные деформации растяжения 2,2% (по данным изготовителя).

2.4. Экспериментальное оборудование

Величина нагрузки регистрировалась на мониторе, соединенном с нагрузочной камерой. Производилось ступенчатое нагружение. Вертикальные перемещения балок регистрировались электрическими измерительными приборами. Один из них устанавливался в середине пролета, а другие на расстоянии от опоры, равном половине высоты сечения. Деформации в среднем сечении измерялись с помощью тензодатчиков. Измерение перемещений и деформаций производилось на каждой ступени нагружения.

3. Результаты экспериментов и их анализ

Как и ожидалось, все балки разрушались от среза. Процент увеличения нагрузки для балок и виды разрушения представлены в табл. 2. Как видно из таблицы, дискретное армирование стекловолокном увеличивает предельную несую

щую способность железобетонных балок. Наибольшее возрастание достигает 30 %, когда насыщение волокнами составляет 1,5 %. С другой стороны, предельная несущая способность традиционных железобетонных балок увеличилась на 16 %, когда расстояние между хомутами равно 50 мм. Следовательно, использование дискретного армирования стекловолокном создает значительный эффект касающийся разрушающей нагрузки при отношении пролета к поперечному размеру, равном 5, и зоны среза к поперечному размеру, равном 2. В этих рамках влияние дискретного армирования стекловолокном на сопротивление срезу железобетонных балок нуждается в дальнейших экспериментальных исследованиях.

4.1. Кривые «нагрузка-перемещение»

На рис. 2 показана зависимость между нагрузкой и перемещением в середине пролета при различном шаге хомутов (группа 1) и различном проценте армирования стекловолокном (группа 2). В то время как увеличение процента армирования стекловолокном повышает жесткость балки (рис. 2, б), увеличение числа хомутов почти не создает такого эффекта (рис. 2, а). Кроме того, увеличение процента армирования стекловолокном увеличивает предельное перемещение (рис. 2, б) и оборачивается повышением податливости балки на сдвиг. С другой стороны, увеличение числа хомутов вызывает уменьшение предельного перемещения (рис. 2, а), и происходит хрупкое разрушение.

Таблица 2

Предельное нагружение образцов			
Образцы	Предельная нагрузка, кН	Процент увеличения	Форма разрушения
B-15-S	50	контрольный	Диагональный срез
B-15-S1	55	10	Диагональный срез
B-15-S2	58	16	Диагональный срез
B-15-G1	60	20	Диагональный срез
B-15-G2	65	30	Изгибный срез

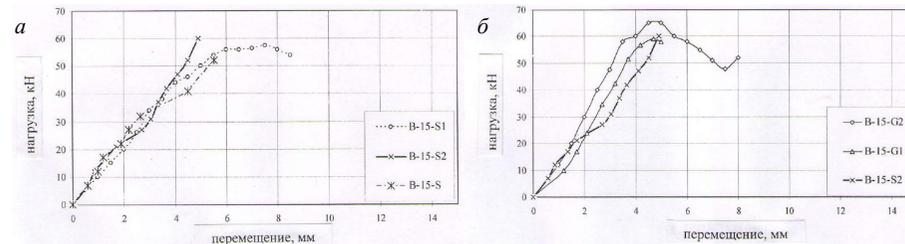


Рисунок 2. Кривые «нагрузка-перемещение»:

а – балки с различным шагом хомутов; б – балки с различным процентом стекловолокна

4.2. Деформации в середине пролета

На рис. 3 представлено распределение деформаций в средних сечениях пяти балок

при различных нагрузках. Видно, что возрастание скорости деформации балки без стекловолокна падает после нагрузки, вызывающей

образование трещин. С другой стороны, скорость возрастания деформаций для балки со стекловолокном почти неизменна. Сравнивая распределение деформаций двух групп балок,

можно заметить, что бетон со стекловолокном ведет себя как однородный материал, так как деформации растяжения и сжатия примерно равны.

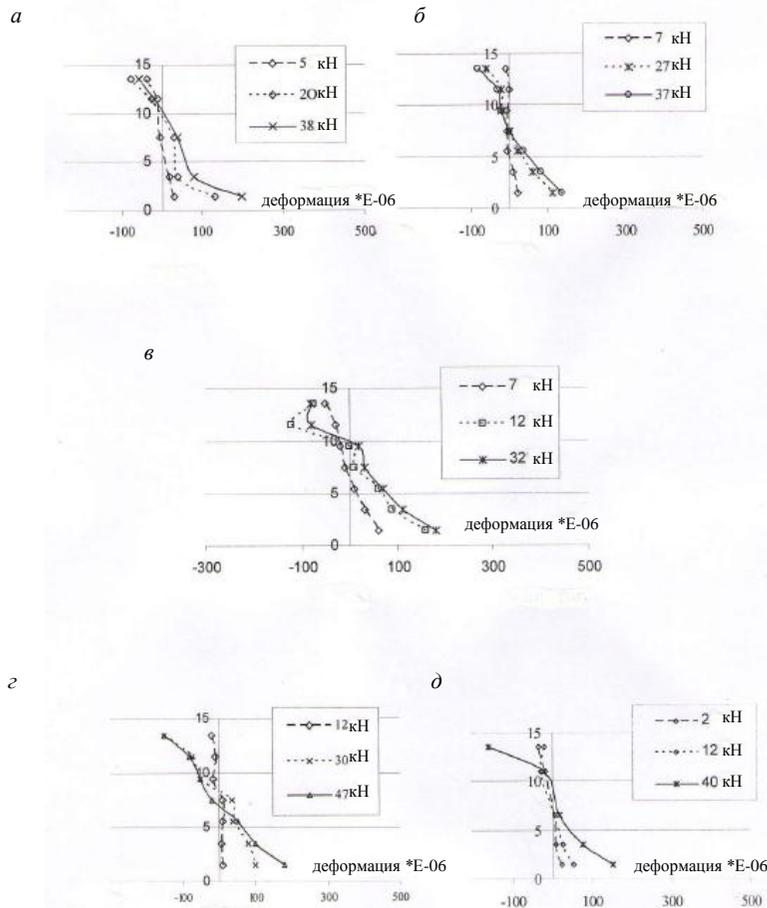


Рисунок 3. Эпюры деформаций в среднем сечении для балок: а – B-15-S1; б – B-15-S2; в – B-15-S; д – B-15-G1; е – B-15-G2

4.3. Очертания трещин и характер разрушения

На рис. 4 показаны очертания трещин и характер разрушения балок со стекловолокном и без него. Все балки разрушились от среза. Разрушающая нагрузка и характер разрушения представлены в табл. 2. По сравнению с образцами со стекловолокном разрушение балок с традиционным армированием выглядит как хрупкое разрушение. Очертания трещин для

всех пяти образцов почти одинаковы. В зоне среза формируются одна или две главные трещины и несколько второстепенных. Главные трещины распространяются от опор к точкам нагружения по мере роста нагрузки. В балках B-15-G1 и B-15-G2 наблюдаются закрытые и тонкие трещины. Наконец, установлено, что поверхность распространения трещин увеличивается в два раза с увеличением процента содержания волокон от 0 до 1,5.

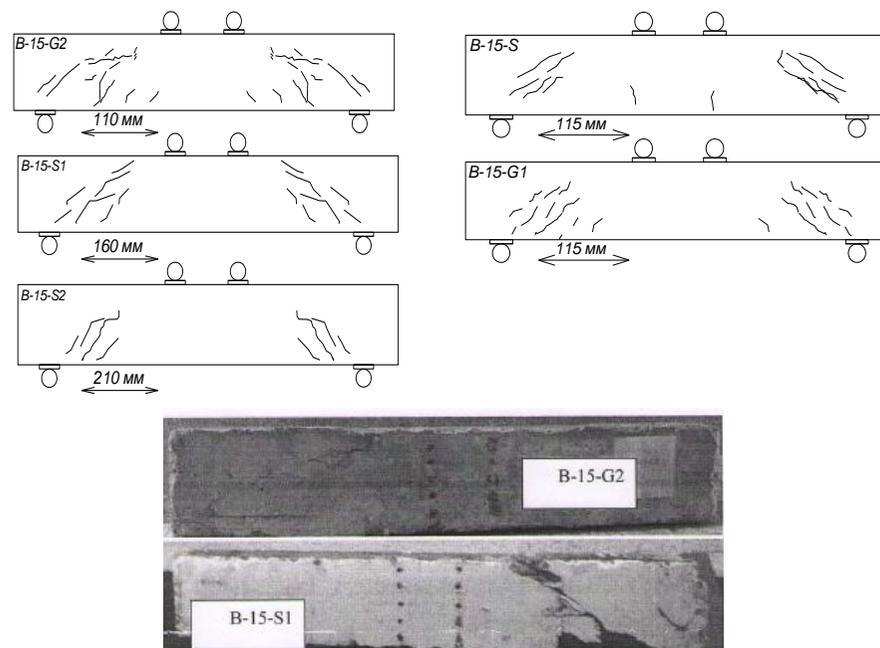


Рисунок 4. Очертания трещин и характер разрушения образцов

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ashour, S. A., and et al. Shear Behavior of High-Strength Fiber-Reinforced Concrete Beams // *ACI Structural Journal*. V. 89. – 1992. – № 2. – P. 176-184.
2. Altoubat, Salah, and et al. Shear Behavior of Macro-Synthetic Fiber-Reinforced Concrete without Stirrups // *ACI Materials Journal*. V. 106. – 2009. – № 4. – P. 381-389.
3. Batson, G. and et al. Steel Fibers as Shear Reinforcement in Beams // *ACI Journal*. V. 69. – 1972. – № 10. – P. 640-644.
4. Calogero Cucchiara and et al. Effectiveness of stirrups and Steel Fibers as Shear Reinforcement // *Cement and Concrete Composites*. V. 26. – 2004. – Issue 7. – P. 777-785.
5. Choi, Kyoung-Kyu, Park, Hong-Gun, Wight, James K. Shear strength of Steel Fiber-Reinforced Concrete Beams without Web Reinforcement // *ACI Structural*. V. 104. – 2007. – № 5. – P. 638-646.
6. Daniel Palermo and Frank J. Vecchio. Compression Field Modeling of Reinforced Concrete Subjected to Reversed Loading: Formulation // *ACI Structural Journal*. V. 100. – 2003. – № 5. – P. 615-625.
7. Evan C. Bentz, and et al. Simplified Modified Compression Field Theory for Calculating Shear Strength of Reinforced Concrete Elements //

8. Khuntia, M. et al. Shear Strength of Normal and High-Strength Fiber Reinforced Concrete Beams without Stirrups // *ACI Structural Journal*. V. 96. – 1999. – № 2. – P. 282-289.
9. Shioya, T. and et al. Shear Strength of Large Reinforced Concrete Beams // *ACI Structural Journal*. V. 118. – 1990. – № 1. – P. 259-280.
10. Shah R.H. and et al. Crack and Deformation Characteristics of SFRC Deep Beams // *IE (I) Journal*. CV. Vol. 85. – 2004. – P. 44-48.
11. Shah S.P. and Naaman A.E. Mechanical Properties of Glass and Steel Fiber Reinforced Mortar // *ACI Journal*. V. 73. – 1976. – № 10. – P. 50-53.
12. Voo Y.L. and Foster S.J. The Shear Strength of Steel Fiber Reinforced Ultra-high Performance Concrete Beams without Stirrups // 5<sup>th</sup> Int'l Specialty Conference on fiber reinforced materials: 28-29 August 2008, Singapore.
13. Yoon-Keun Kaw and et al. Shear Strength of Steel Fiber Reinforced Concrete Beams without Stirrups // *ACI Structural Journal*. V. 99. – 2002. – № 4. – P. 530-538.
14. Zaris, Prodromos D., Zaris, Ioannis P. Shear Strength of Reinforced Concrete Beams under Uniformly Distributed loads // *ACI Structural Journal*. V. 105. – № 6. – P. 711-719.

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ГАЗОГИПСА

berezkina\_yv@mail.ru

Исследованы методы регулирования физико-механических характеристик газогипсового материала.

**Ключевые слова:** газогипс, гипсовое вяжущее, серная кислота, древесные опилки, газообразователь.

Важнейшим резервом экономии топливно-энергетических ресурсов при эксплуатации зданий и сооружений различного назначения является использование эффективного теплоизоляционного материала – газогипса. Наибольшее практическое применение в настоящее время нашел способ производства газогипса с использованием в качестве газообразователя кислот средней силы с константами диссоциации  $K_d = 10^{-2} - 10^{-5}$  (винная, маленовая, щавелевая и др.). При этом оптимальным газообразователем среди них оказалась щавелевая кислота. Применение этой кислоты, вводимой в гипсовое вяжущее вместе с водой затворения, позволяло получить материал с наименьшей средней плотностью  $300 \text{ кг/м}^3$  [1].

С точки зрения технологичности оптимальной среди используемых для производства газогипса кислот в качестве газообразователя, является щавелевая кислота, которая позволяет получать далеко не идеальный по экологическим показателям газогипсовый материал. Теоретически экологически чистый газогипс может быть получен при использовании серной кислоты в качестве газообразователя до полного, без остатка, взаимодействия серной кислоты с карбонатным балластом, присутствующим в гипсовом вяжущем. Полное взаимодействие весьма проблематично осуществить при традиционном способе изготовления газогипса, когда кислота вместе с водой затворения вводится в гипсовое вяжущее. Также серную кислоту технологически сложно использовать для производства газогипса из-за большой разности сроков схватывания гипсового теста и продолжительности газовыделения при взаимодействии кислоты с карбонатным балластом вяжущего.

В связи с этим была разработана и предложена интенсивная раздельная технология приготовления газогипсовой смеси с использованием серной кислоты (рис. 1). Принципиальное отличие предлагаемой раздельной техно-

логии от традиционной, заключается в способе подачи серной кислоты в гипсовое вяжущее, вводимой с помощью древесно-опилочного «носителя». Что позволит обеспечить выравнивание продолжительности процессов газовыделения и схватывания гипсового теста, а также полностью уравнивать процессы взаимодействия серной кислоты с карбонатным балластом, в качестве которого использовалась доломитовая пыль Агаповского известково-доломитового карьера в количестве 1 % от массы гипса.

В данной статье приведены исследования, целью которых являлось установление зависимостей физико-механических характеристик получаемого газогипсового материала от количественного содержания древесно-опилочного «носителя» и концентрации водного раствора серной кислоты.

Для проведения исследований использовались:

- гипсовое вяжущее марки Г-3 Актюбинского гипсового завода, изготовленного из сырья Борлинского гипсового карьера, характеризующееся показателями, приведёнными в таблицах 1, 2;

- химически чистая серная кислота ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) 100 %;

- древесные опилки, полученные от распиловки древесины хвойных пород (10 % влажности), с размером частиц от 1 до 5 мм;
- вода водопроводная.

Необходимость в проведении исследований по установлению зависимости физико-механических характеристик получаемого газогипсового материала от количественного содержания древесно-опилочного «носителя» возникла потому, что рассев опилок является достаточно трудоемкой операцией и, кроме того, использование лишь нескольких опилочных фракций, а не всей опилочной массы увеличивает себестоимость изготовления газогипса и создает проблему дальнейшей утилизации остающихся опилочных фракций.

1 этап (приготовление минерализованной опилочной массы)

2 этап (перемешивание минерализованной опилочной массы с гипсовым тестом)

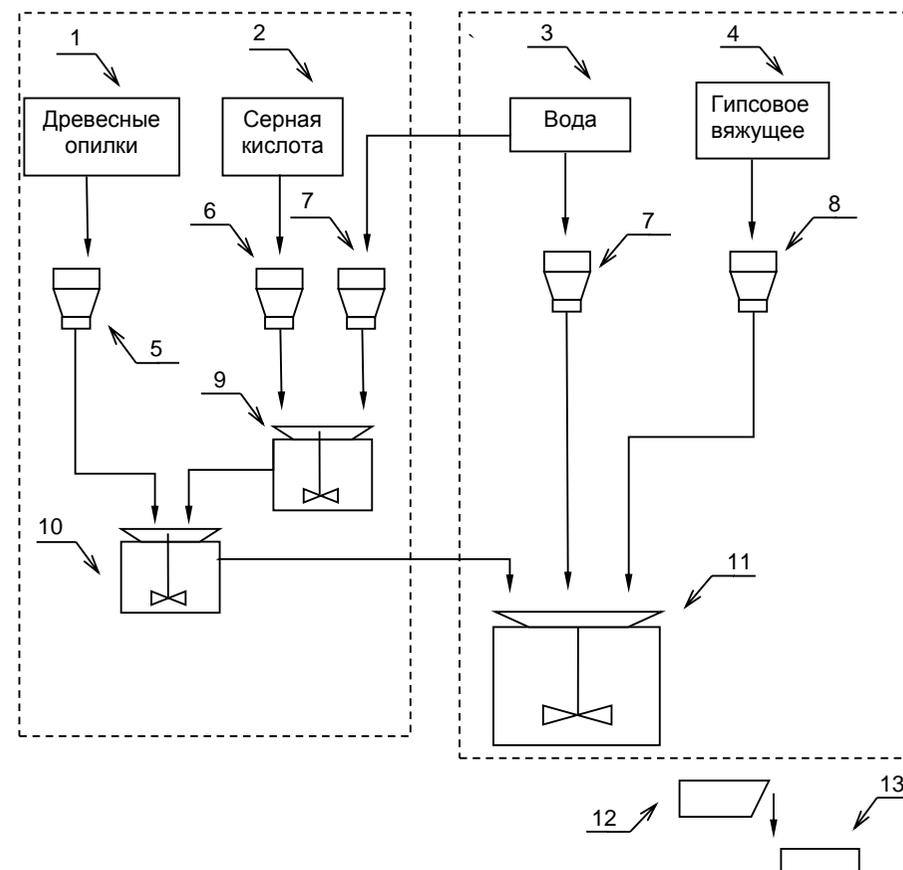


Рисунок 1. Схема интенсивной раздельной технологии приготовления газогипсовой смеси  
1 – ёмкость для древесных опилок; 2 – ёмкость для серной кислоты; 3 – ёмкость для воды; 4 – ёмкость для гипсового вяжущего; 5 – дозатор древесных опилок; 6 – дозатор серной кислоты; 7 – дозатор воды; 8 – дозатор гипсового вяжущего; 9 – смеситель для водного раствора серной кислоты; 10 – турбулентный смеситель для приготовления минерализованной опилочной массы; 11 – основной смеситель для газогипсовой смеси; 12 – воронка выдачи газогипсовой смеси; 13 – форма

Таблица 1

Химический состав					
Химическое вещество	$\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$	$\text{CaO}$	$\text{CaCO}_3$	$\text{MgCO}_3$	$\text{MgO}$
Количество, %	91,11	4,4	3,16	0,9	0,43

Таблица 2

Свойства гипсового теста			
Свойство	Нормальная густота гипсового теста при В/Г	Начало схватывания гипсового теста нормальной густоты	Конец схватывания гипсового теста нормальной густоты
Показатель	0,645	4 мин	12 мин

При проведении исследования были использованы 4 рабочих состава, включавших опилочную массу с различным фракционным содержанием (табл. 3).

Физико-механические характеристики газогипса определялись на образцах размерами 7×7 см по 6 штук для каждого состава, при средней плотности влажного и сухого образца (табл. 4).

Таблица 3

Фракционное содержание опилочных масс			
Фракция опилок № состава	менее 1 мм	1-3 мм	3-5 мм
№ 1	-	100 %	-
№ 2	-	50 %	50 %
№ 3	50 %	25 %	25 %
№ 4	100 %	-	-

Таблица 4

**Влияние фракционного состава древесно-опилочного «носителя» на физико-механические характеристики газогипса**

№ состава	Состав	Количество компонентов, г.	В/Г	$\rho_{\text{влаж.}}$ , кг/м <sup>3</sup>	$\rho_{\text{сух.}}$ , кг/м <sup>3</sup>	$R_{\text{сж.}}$ , МПа
1	Г:В:Карб:Оп:Кисл.	400:273:4:25:10	0,75	450,8	380	0,15
2	Г:В:Карб:Оп:Кисл.	400:273:4:25:10	0,75	456,9	385	0,16
3	Г:В:Карб:Оп:Кисл.	400:273:4:25:10	0,75	464,2	408	0,22
4	Г:В:Карб:Оп:Кисл.	400:273:4:25:10	0,75	497,7	416	0,24

Анализ результатов проведенных исследований подтвердил правильность выдвинутой рабочей гипотезы о возможности использования нерассеянной опилочной массы для получения газогипсового материала со средней плотностью 350 кг/м<sup>3</sup> и ниже.

Также было установлено, что присутствие в опилочной массе опилок мелкой фракции с размером частиц менее 1 мм обеспечивало заметное повышение прочностных характеристик получаемого газогипса (с 0,22 до 0,24 МПа) при средней плотности (408-416 кг/м<sup>3</sup>) материала.

В связи с этим исследования по определению возможности регулирования прочности и

средней плотности газогипсового материала посредством изменения концентрации водного раствора серной кислоты, используемого в качестве газообразователя, проводились на опилочном рабочем составе № 4, включающем древесно-опилочный «носитель» одной фракции менее 1 мм. В ходе выполнения экспериментов кислотная составляющая в составе газогипсовой смеси из 10 % раствора серной кислоты последовательно увеличивается до 50 % с шагом 10 %, при этом объем воды оставался неизменным и составлял 273 мл. Результаты выполненных исследований представлены в табл. 5.

Таблица 5

**Изменение физико-механических характеристик газогипса в зависимости от концентрации водного раствора серной кислоты**

№ состава	Состав	Количество компонентов, г.	В/Г	$\rho_{\text{влаж.}}$ , кг/м <sup>3</sup>	$\rho_{\text{сух.}}$ , кг/м <sup>3</sup>	$R_{\text{сж.}}$ , МПа
4	Г:В:Карб:Оп:Кисл.	400:273:4:25:27,3	0,75	590,6	440	0,30
4	Г:В:Карб:Оп:Кисл.	400:273:4:25:54,6	0,75	518,5	385	0,16
4	Г:В:Карб:Оп:Кисл.	400:273:4:25:81,9	0,75	445,2	377	0,145
4	Г:В:Карб:Оп:Кисл.	400:273:4:25:109,2	0,75	440,3	370	0,125
4	Г:В:Карб:Оп:Кисл.	400:273:4:25:136,5	0,75	439,2	330	0,025

Выводы:

На основании проведенных исследований по определению возможности регулирования физико-механических характеристик газогипсового материала посредством изменения концентрации водного раствора серной кислоты можно выделить следующие состояния пористой структуры газогипсового материала (рис. 2):

- при концентрации водного раствора серной кислоты в интервале от 10 % до 20% объём пористой структуры распределяется неравномерно и имеет разные диаметры пор по объёму материала;

- при увеличении концентрации водного раствора серной кислоты от 20 % до 30 % происходит фиксация равномерной пористой

структуры гипсового теста со сравнительно одинаковым диаметром пор;

- при максимальной концентрации водного раствора серной кислоты в интервале от 30% до

50 % наблюдается образование в объёме пористой структуры гипсового теста «рваных» незамкнутых ячеек.

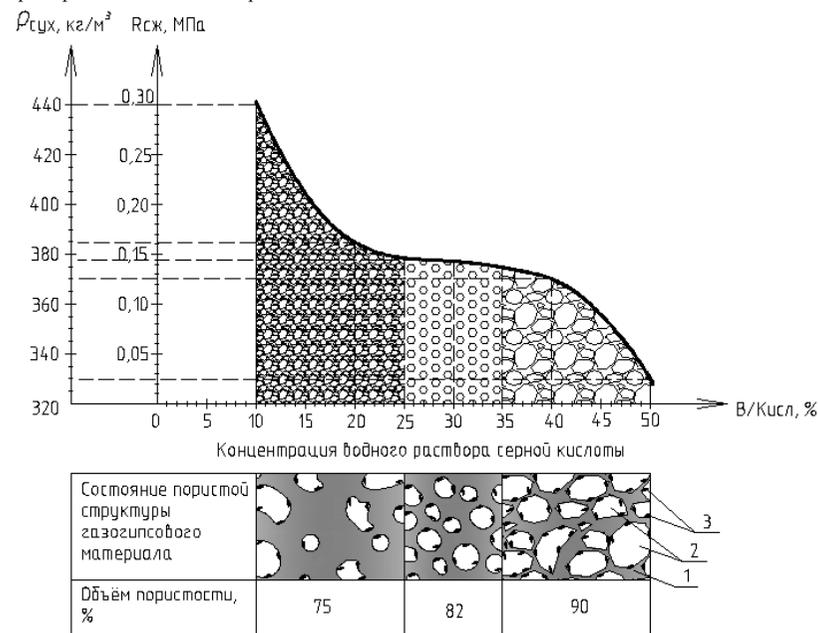


Рисунок 2. График изменение физико-механических характеристик газогипса в зависимости от концентрации водного раствора серной кислоты:

1 – межпоровые перегородки; 2 – воздушные поры; 3 – древесно-опилочный «носитель» водного раствора серной кислоты

Предложенная раздельная технология производства газогипса с использованием древесно-опилочного «носителя» серной кислоты обеспечивает оптимальные физико-механические показатели газогипсового материала при введении в состав гипсовой смеси водного раствора серной кислоты в количестве от 20 % до 30 % от массы воды и использование опилок мелкой фракции с размером частиц менее 1 мм.

М.Т. Ларионов, Е.А. Филахтова, В.И. Корнев, Е.В. Ендржиевский : Оpubл. 1982 ; Бюл. № 29.

2. Панов, В.П. Газогипс и его свойства [Текст] / В.П. Панов // Строительные материалы. – 1985. – № 5. – С. 18 - 19.

3. Гаркави М.С. Ячеистые бетоны на основе гипса [Текст] / М.С. Гаркави, М.А. Лапидус, Е.В. Сулимова // Строительные материалы. – 1995. – № 1. – 20 с.

4. Завадский, В.Ф. Технология строительных изделий из ячеистых бетонов [Текст] / В.Ф. Завадский, В.А. Попов, П.П. Дерябин // Учебное пособие. – Новосибирск, 2004. – 108 с.

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Авт. Свид. СССР № 948939. Композиция для изготовления газогипса [Текст] /

Иващенко Ю. Г., д-р техн. наук, проф.,  
Козлов Н. А., аспирант

Саратовский государственный технический университет

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОМПЛЕКСНОГО ОРГАНОМИНЕРАЛЬНОГО МОДИФИКАТОРА НА ПРОЦЕССЫ СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЯ И КИНЕТИКУ НАБОРА ПРОЧНОСТИ ЦЕМЕНТНЫХ КОМПОЗИЦИЙ

kozlovnikolai@rambler.ru

Рассмотрена возможность применения синтезированной минеральной добавки на основе отходов промышленности, для получения быстротвердеющих и высококачественных бетонов. Методом рентгеноскопического анализа изучено влияние минеральных добавок на процессы гидратации цементного камня.

**Ключевые слова:** цемент, прочность, органоминеральные добавки, модификатор, микрокремнезем, цементная пыль, паточка, суперпластификатор, цементно-песчаный раствор.

На данный момент в строительном материальном производстве наибольший интерес представляют разработки в области синтеза органоминеральных добавок модификаторов для цементных композиций [3,4,7].

В работах [1,3] было исследовано влияние добавки тонкомолотого цементного камня (ТМЦК) на прочностные характеристики бетона и было показано, следует отметить, что основная масса продуктов гидратации цемента характеризуется размерностью от 5 до 20 нм. Установлено, при введении добавки ТМЦК в количестве 1 – 3 % от массы цемента достигается снижение расхода цемента до 15%, либо повышается марочная прочность вяжущего и строительных композитов на их основе [3]. Однако, следует отметить, что цементный камень в возрасте 3 суток имеет прочность порядка 30 МПа, что создает определенные энергозатраты при его помоле.

Известно, что многие органические вещества, применяемые в качестве добавок в цементные композиции, обладающие определенным барьером дозировки, при увеличении которой наблюдается значительное снижение интенсивности твердения цементных материалов. Исследования цементных композиций с добавками углеводов [4,6] показали, что все углеводы обладают определенным барьером дозировки 0,05-0,2 % от массы вяжущего, превышение дозировки неблагоприятно сказывается на процессе набора прочности.

На основании вышеизложенного было выдвинуто теоретическое предположение, что продукты гидратации минералов цементного клинкера с углеводами, должны служить хорошей добавкой-затравкой, так как их структура в

основном представлена не связанными наноразмерными слабозакристаллизованными гидросиликатами кальция, которые по мнению авторов [1,2], находятся с ними в адсорбционном взаимодействии.

В качестве альтернативного материала для синтеза комплексного органоминерального модификатора предлагается использовать цементную пыль завода ОАО «Вольскцемент» и углеводосодержащий отход предприятия ОАО «Балашовский сахарный завод». Минералогический состав цементной пыли представлен силикатами и алюмосиликатами кальция. Химический состав модифицированной цементной пыли представлен в табл.1.

Для сравнения активности синтезируемых минеральных добавок был выбран микрокремнезем (МК) Братского завода ферросплавов, так как он достаточно эффективен и наиболее востребован при производстве быстротвердеющих и высокопрочных бетонов. Микрокремнезем обладает высокой удельной поверхностью и низкой насыпной плотностью, его применение обеспечивает увеличение прочностных характеристик бетонов, однако приводит к увеличению водопотребности бетонной смеси, что влечет за собой применение добавок пластификаторов.

Свеклосахарная, или кормовая, патока (меласса) является отходом сахарного производства и по внешнему виду представляет собой густую жидкость темного цвета. В патоке содержится главным образом сахароза, содержание ее колеблется чаще всего в пределах 44-52 % и в среднем близко к 50 %. Так же в патоке содержится от 7 до 10 % неорганических веществ в основном это зола, органические вещества в количестве около 20 % и вода порядка 20 %.

Таблица 1

Маркировка	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	SO <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	K <sub>2</sub> O	П.П.К.
МК	87,2	0,68	1,22	1,2	1,7	7,6	-	1,9
МЦК	11,95	3,2	76,6	4,6	2,73	-	0,62	0,3
МЦП	13,4	5,4	54,2	3,2	2,6	1,8	4,6	14,8

Примечание: МЦП – Добавка на основе модифицированной цементной пыли, МЦК – Добавка на основе модифицированного цементного камня, МК – Микрокремнезем.

Объектом исследования послужил цементно-песчаный раствор (Ц:П=1:3) при постоянном В/Ц=0,42 на основе бездобавочного цемента М500Д0 производства ОАО «Вольскцемент». Пластифицирующая активность оценивалась по величине расплыва цементно-песчаного раствора на встраиваемом столике по ГОСТ 310.4-81. В качестве водоредуцирующей добавки использовался суперпластификатор С-3. Предел

прочности на сжатие и изгиб определялись на образцах-балочках 4x4x16см. Исходя из общих экспериментально-теоретических положений наполненных цементных систем [1,2,4], количество вводимых минеральных добавок в качестве модификаторов был выбран минимальным 5 – 10% от массы цемента. Результаты испытаний приведены в табл. 2.

Таблица 2

Физико-механические характеристики образцов с модифицирующими добавками

Кол-во и вид добавки в % от массы цемента	Расплав стандартного конуса, мм	Кол-во С-3, %	R <sub>тгг</sub> (МПа)				R <sub>сж</sub> (МПа)				Коэф. трещиностойкости
			1 сут	2 сут	3 сут	28 сут	1 сут	2 сут	3 сут	28 сут	
Контрольный	112	-	1,7	2,2	3,6	5,6	8,2	17,1	22,4	45,6	0,122
	158	0,5	1,2	1,7	2,9	5,9	5,4	12,7	17,6	47,7	0,123
МЦК 5 %	122	-	2,3	3,6	4,3	8,3	9,1	26,4	36,2	54,4	0,145
	138	0,5	1,5	2,0	3,7	6,0	7,1	16,3	24,5	47,5	0,126
МЦП 5%	126	-	2,2	3,2	4,0	7,9	9,0	25,7	35,8	54,5	0,144
	143	0,5	1,4	2,2	3,6	6,0	7,6	15,9	24,1	50,5	0,120
МК 5 %	103	-	2,4	3,4	3,8	6,3	12,8	24,6	35,8	58,2	0,122
	125	0,5	2,5	3,8	4,2	6,6	13,6	27,2	37,4	60,1	0,121
МК 10 %	110	0,3	2,9	3,7	4,8	7,2	17,7	30,1	41,5	61,4	0,127
	120	0,5	3,1	4,2	5,1	7,6	18,3	32,2	43,6	63,3	0,13
МК 5 % +МЦК 5 %	107	-	2,7	3,5	4,2	7,1	15,9	31,4	42,1	62,6	0,129
	128	0,3	2,9	3,9	4,9	7,4	17,1	33,4	43,9	63,6	0,133

Анализ данных свидетельствует, что в присутствии добавки МК существенно изменяется кинетика набора прочности цементных систем, увеличение набора прочности начинается с 1 суток твердения. На 2 сутки прирост прочности образцов по сравнению с контрольным составом составляет около 60 %. Увеличение дозировки добавки МК до 10% позволяет получать на 1 сутки более 35 %, 2 сутки более 70 %, на 3 сутки более 95 % от марочной прочности. На 28 суток прирост прочностных показателей образцов с добавкой МК по сравнению с контрольным образцом составил более 35 %. Введение добавки МК в количестве 5-10 % от массы цемента незначительно повышает трещиностойкость мелкозернистого бетона (на 5 %) по сравнению с контрольными образцами

Эффект действия добавок 5 % МЦП и МЦК практически идентичен, позволяет получать на 2 сутки нормального твердения от 50 до 60 % от

марочной прочности, на 3 сутки нормального твердения > 70 % от марочной прочности. На 28 сутки превышение прочностных показателей образцов с добавкой модификатором по сравнению с контрольным образцом составило около 20 %. Применение добавки МЦК и МЦП увеличивает трещиностойкость образцов на 20 %, но прирост прочностных показателей несколько меньше, чем у образцов с добавкой микрокремнезема.

Следует отметить, что присутствие незначительного количества углеводов в составе добавок МЦК и МЦП повышает пластичность смеси, тогда как в присутствии добавки МК водопотребность смеси увеличивается, обуславливая необходимость применения пластифицирующих добавок.

Сравнительный анализ влияния синтезируемых добавок из цемента и цементной пыли на физико-механические и технологические показатели мелкозернистого бетона показал минималь-

ную разницу, это связано с достаточной схожестью химического и минералогического состава используемых материалов.

На основании полученных данных предложено заменить 50 % микрокремнезема более дешевой добавкой МЦП. Анализируя данные табл. 2 можно сделать вывод, что прочностные показатели образцов с комплексной добавкой на основе МЦП+МК в количестве 10 % не уступают прочностным показателям составам с добавкой 10 % микрокремнезема, а так же снижает водопотребность бетонной смеси, что позволяет снизить расход суперпластификатора. Совместное применение добавки МК и МЦП увеличивает трещиностойкость образцов на 10%.

Для получения более полной информации о влиянии добавки МЦП и МК на физико-

механические характеристики композиционного вяжущего, а так же для изучения влияния минеральных добавок на структуру цементного камня при помощи РСА (дифрактометр Дрон – 3), были приготовлены образцы цементных паст на основе бездобавочного портландцемента М500 Д0 производства ОАО «Вольскцемент» при постоянном В/Ц= 0,33. Прочностные показатели определялись на образцах-балочках 2х2х8см. Данные испытаний приведены в табл. 3.

Фазовый анализ образцов цементных паст позволил определить присутствие до 30 различных силикатных и гидросиликатных фаз. При помощи рентгенофазового анализа был определен фазовый состав минералов цементного камня и оценено их количественное содержание табл. 4.

Таблица 3

Физико-механические характеристики образцов с минеральными добавками

Вид добавки	Кол-во добавки в % от массы цемента	В/Ц	Прочностные показатели (МПа)						Усадка мм/м	
			R <sub>суг</sub>			R <sub>сж</sub>			Влаж. 80-90%	Полная после сушки
			1 сут	3 сут	28 сут	1 сут	3 сут	28 сут		
Контроль	-----	0,33	0,8	2,2	3,1	26,7	36,7	63,3	1,25	1,75
МЦП	5	0,33	1,0	2,3	3,5	27,9	39,8	72,1	3,25	4,75
МК	5	0,33	1,1	2,6	3,5	30,2	41,7	75,1	6,25	8,75
МК+ МЦП	5+5	0,33	1,1	2,8	3,7	30,7	40,8	78,3	2,5	3,5

Влияние минеральных добавок на физико-механические характеристики образцов и кинетику набора прочности цементного камня схоже с поведением тех же минеральных добавок в составе мелкозернистого бетона, однако высокая дисперсность наполнителя приводит к усачиванию деформациям образцов, за счет чего влияние минеральных добавок на прочностные характеристики цементного камня меньше по сравнению с цементно-песчаными образцами. Следует отметить, что изучаемые минеральные добавки различны по химическому составу (табл. 1), однако схожи по своему влиянию на цементные композиции.

Известно [5,6], что оптимальное количество слабозакристаллизованных гидросиликатов (цементный гель) и продуктов гидратации с высокой степенью кристаллизации обеспечивает максимальные прочностные показатели. Анализ результатов рентгеноскопического анализа показал, что основными процессами в исследуемых образцах являются изменения структурных параметров цементного геля. В процессе гидратации цементного камня основные изменения происходят в структуре цементного геля, высокогидратированные фазы переходят в более плотные структуры, что сопровождается ростом

прочности. В процессе гидратации количество слабозакристаллизованных гидросиликатов характерных диапазону углов 2 $\Theta$ =14-18 град. в присутствии исследуемых минеральных добавок увеличивается в несколько раз, тогда как в контрольном составе в данном диапазоне углов данные фазы практически отсутствуют.

Анализ влияния минеральных добавок на фазовый состав цементного камня показал, что в присутствии добавки МК интенсивность рефлексов кристаллических фаз в разных областях углов увеличивается. Возможно, это связано с увеличением разнообразия кристаллических фаз, что обуславливает рост прочности образцов. Присутствие добавки МЦП затрудняет на ранних сроках формирование плотного цементного геля, однако к 28 суткам объем плотной гелевой фазы значительно выше, чем у контрольного образца и образца с добавкой МК. Следует отметить, что в присутствии добавки МЦП структура гелевой фазы усложняется, появляются дополнительные сигналы слабозакристаллизованной фазы, что способствует увеличению прочностных характеристик образцов. Присутствие незначительного количества углеводов в цементном камне снижает образование портландита, значительная доля Ca(OH)<sub>2</sub> сохра-

няется в аморфной форме. Таким образом, присутствие добавки МЦП значительно тормозит кристаллизацию портландита, и в то же время,

способствует формированию плотных силикатных структур, что благоприятно сказывается на кинетике набора прочности.

Таблица 4

Значения интенсивности некоторых фаз цементного камня

Вид добавки	Сроки твердения, сут.	Относительные интенсивности рефлексов J/CaF <sub>2</sub>											
		CSH(II) (29,5 град)	Портландит (18,2 град)	Ca <sub>3</sub> SiO <sub>5</sub> ·H <sub>2</sub> O (30,2 град) [3-649]	Ca <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub> ·H <sub>2</sub> O-фаза (20,9 град) [29-373]	Аморфное гало, мм <sup>2</sup> (27-35 град)	Аморфное гало, мм <sup>2</sup> (14-18 град)	Аморфное гало, мм <sup>2</sup> (6-10 град)	CaH <sub>10</sub> (12,4 град)	Эттринит (9,1град)	Тоберморит [10-374] (24,5 град)	Ca <sub>4</sub> Al <sub>6</sub> O <sub>13</sub> ·3H <sub>2</sub> O (24,7 град)	Ca <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>7</sub> ·3H <sub>2</sub> O (25,7град)
Контрольный	1	0,75	0,61	0,40	-	5,75	0,40	3,01	0,13	0,13	-	-	-
	3	0,54	1,00	0,22	-	7,21	-	1,17	0,11	0,13	-	-	-
	28	0,48	0,96	0,26	-	6,72	-	-	0,17	0,10	-	-	-
МК 5%	1	0,71	0,46	0,35	-	5,92	-	1,76	0,10	0,14	-	-	-
	3	0,49	1,00	0,24	0,06	6,11	0,43	0,88	0,12	0,13	0,07	0,06	0,03
	28	0,51	0,72	0,29	0,08	7,89	2,37	-	0,13	0,13	-	-	-
МЦП 5%	1	0,69	0,52	0,39	0,08	4,52	1,23	3,12	0,13	0,12	0,08	-	0,06
	3	0,67	0,56	0,40	0,06	5,62	0,97	1,29	0,12	0,16	0,08	-	0,04
	28	0,61	0,65	0,35	0,11	8,95	2,50	-	0,16	0,20	-	-	-
МК+ МЦП 5+5 %	1	0,73	0,62	0,32	0,05	4,55	0,64	3,10	0,13	0,08	0,08	0,10	0,06
	3	0,60	0,63	0,25	-	5,84	0,46	2,50	0,12	0,11	0,03	0,08	0,08
	28	0,55	0,55	0,25	0,08	9,30	-	-	-	0,18	0,16	-	-

Совместное действие добавок МК и МЦП не аддитивно, хотя можно с уверенностью утверждать, что действие МЦП проявляется более заметно: содержание портландита в течение 28 суток меняется незначительно, интенсивность и динамика образования плотных форм цементного геля практически идентична составам с добавкой МЦП. Следует отметить, что сложная структура гелевой фазы сохраняется только на ранних этапах твердения и полностью исчезает к 28 суточному возрасту. Влияние МК проявляется лишь в увеличении количества кристаллических фаз, особенно тоберморитовых угол 2 $\Theta$ =24,5 град, а также кристаллических фаз с рефлексами в углах 2 $\Theta$ =23,0; 26,6 град.

Полученные данные согласуются с результатами исследований [1,2,5,6] которые предполагают, что неупорядоченный, плохо закристиаллизованный материал стремится образовывать большую контактную поверхность, в результате образуются более прочные связи между высокоплотными, хорошо закристиаллизованными и слабо закристиаллизованными частицами.

В результате проведенного сравнительного анализа по влиянию добавки МК и МЦП на фазовый состав цементного камня установлено, что в присутствии минеральных добавок образуется большое количество цементного геля с различной структурой, что благоприятно сказыва-

ется на физико-механических характеристиках образцов и кинетике набора прочности.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Баженов Ю.М., Демьянова В.С., Калашников В.И. Модифицированные высокопрочные бетоны / М.: изд. Ассоциации строительных вузов. - 2006. - 368 с.
2. Батраков В.Г. Модифицированные бетоны. Теория и практика. М.: Стройиздат. - 1998. - 768 с.
3. Строчкова В.В., Оценка влияния кристаллических затравок на структурообразование цементного камня./ Строчкова В.В., Соловьева Л.Н. // Строительные материалы М., 2009. - №3. - С. 97-98.
4. Тараканов О.В., Применение комплексных добавок для повышения прочности бетона./ Тараканов О.В., Пронина Т.В., Тараканова Е.О. // Популярное бетоноведение М., 2008. - №4. - С.26-29.
5. Ратинов В.Б., Розенберг Т.И. Добавки в бетон. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Стройиздат, 1989. - 188с.
6. Рамачандран В. Добавки к бетону: Пер. с англ. Т.И. Розенберг, С.А. Болдырева; Под ред. А.С. Болдырева и В.Б. Ратинова. - М.: Стройиздат, 1988. - 563с.
7. Berenfeld V.A., Nanotechnologies in der Bauchemie/ Berenfeld V.A.// Zement-Kalk-Gips International.-2007.- № 12.

## ГИПСОАНГИДРИТОВЫЕ ВЯЖУЩИЕ ВЕЩЕСТВА

belengec@intbel.ru

Исследовано влияние нерастворимого ангидрита на свойства различных фаз сульфата кальция. Предложены критерии проектирования и оптимальные составы многофазовых гипсовых систем для производства сухих строительных смесей.

**Ключевые слова:** многофазовые гипсовые системы, нерастворимый ангидрит, гипс, pH суспензий продуктов термообработки гипса, поляризация воды, гидратная вода, прочность.

Повышение эффективности и расширение номенклатуры гипсовых вяжущих веществ может быть достигнуто за счет использования многофазовых гипсовых вяжущих, содержащих высоко- и низкообжиговые фазы сульфата кальция в определенных соотношениях. В настоящее время высокообжиговые фазы сульфата кальция и природный ангидрит в нашей стране не используются. За рубежом доля ангидритовых вяжущих в общем, объеме гипсовых вяжущих, составляет от 2,0 % (США, Канада) до 40-80 % (ФРГ, Франция, Испания) [1].

Можно выделить следующие основные причины повышенного интереса в последнее время к многофазовым гипсовым системам (МГС), как со стороны ученых, так и со стороны производителей и строителей.

1. Необходимость расширения сырьевой базы производства гипсовых вяжущих, в том числе за счет использования месторождений гипса с повышенным содержанием нерастворимого ангидрита ( $\text{CaSO}_4$  II). Кроме того, надо иметь в виду, что часто под слоем гипсового камня остаются значительные запасы ангидрита, которые не находят должного применения. Гипс и ангидрит всегда сопутствуют друг другу.

Согласно ГОСТ 4013-82, в зависимости от содержания гипса, гипсовый камень подразделяется на четыре сорта, а гипсоангидритовый – на три сорта. При этом в гипсоангидритовом камне должно быть не менее 30 % гипса, а в гипсовом – не менее 70-80 % гипса. В небольших количествах (1-10 мас. %) и, будучи равномерно распределенными, в гипсовом камне в виде мелких частиц, примеси (нерастворимый ангидрит, мергель, карбонаты, кварц и др.) не оказывают существенного влияния на качество вяжущих. Влияние больших количеств примесей на свойства гипсовых вяжущих выяснено не до конца, в связи, с чем и вводятся ограничения на их количество.

2. Трудности получения в производственных условиях монофазовых гипсовых вяжущих. В современных обжиговых аппаратах получа-

ются как правило не моно-, а многофазовые вяжущие, содержащие  $\alpha$ - и  $\beta$ - $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ ;  $\alpha$ - и  $\beta$ - $\text{CaSO}_4$  III;  $\text{CaSO}_4$  II; гипс.

3. Проблема подбора фаз сульфата кальция в МГС и выбора оптимальных условий их получения. Перед производителями всегда стояла задача получения гипсовых вяжущих с теми, или иными требуемыми свойствами. Этого можно достигнуть, изменяя фазовый состав вяжущих. Производство различных гипсовых вяжущих основывается либо на установлении таких режимов тепловой обработки, при которых можно достигнуть желаемое соотношение продуктов дегидратации гипса, либо на практическом подборе составов искусственных смесей из раздельно полученных гипсовых вяжущих [2]. Нужны только критерии проектирования составов МГС.

4. Бурный рост использования в строительстве различных сухих строительных смесей, в том числе на основе гипсовых вяжущих и МГС, что позволяет поднять технологию и качество строительных работ на более высокий уровень, удовлетворяющий современным требованиям. По данным «Инфомайн» [3] производство модифицированных сухих строительных смесей (ССС) на основе гипса в последние годы является одним из наиболее динамично развивающихся секторов рынка строительных материалов. Если в 2004 году на их долю в общероссийском выпуске СССР приходилось менее 25 %, то по итогам 2008 года – уже более 40 %.

В связи с выше сказанным, целью работы было изучение влияния добавок нерастворимого ангидрита на свойства различных фаз сульфата кальция и разработка критериев проектирования составов МГС.

В качестве сырья использованы природные гипсы Баскунчакского, Шедокского, Дубиновского месторождений, техногенный гипс х.ч. и цитрогипс.

Для определения оптимальных условий получения  $\text{CaSO}_4$  II, были исследованы свойства

продуктов термообработки гипса в интервале температур 300...900 °С. Это область существования обезвоженных форм сульфата кальция. Установлено, что при увеличении температуры от 300 до 400 °С, независимо от генезиса гипса, в продуктах термообработки наблюдается значительное снижение содержания растворимого ангидрита ( $\beta$ - $\text{CaSO}_4$  III) (рис. 1). Скорость образования  $\text{CaSO}_4$  II в этом интервале температур максимальная. Величина pH суспензий таких продуктов изменяется незначительно и находится в интервале 5,5-7,5 для природных гипсов и 3,5-4,0 – для техногенного гипса х.ч. (рис. 2). pH суспензий цитрогипса изменяется несколько значительнее из-за гидратации продуктов разложения примесей – цитрата и оксалата кальция.

Термообработка гипса при 400...650 °С уменьшает содержание  $\beta$ - $\text{CaSO}_4$  III более плавно. Практически полный переход  $\beta$ - $\text{CaSO}_4$  III в  $\text{CaSO}_4$  II происходит при 650...750 °С. При этой температуре величина pH суспензий продуктов термообработки природных гипсов достигает своего максимума (11,8-12,5) и далее изменяется незначительно. У техногенного гипса х.ч. в этом интервале температур pH суспензий не поднимается выше 7,0. Термообработка гипса в интервале температур 100...500 °С приводит к образованию активных центров, связанных с ионами  $\text{Ca}^{2+}$ . В интервале температур 500...700 °С природа активных центров изменяется, и более активными становятся центры, связанные с  $\text{SO}_4^{2-}$  группами.

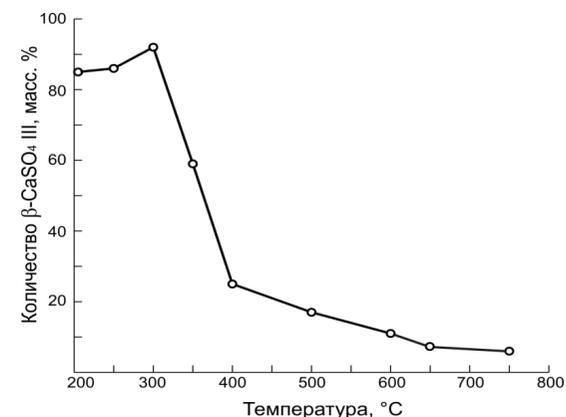
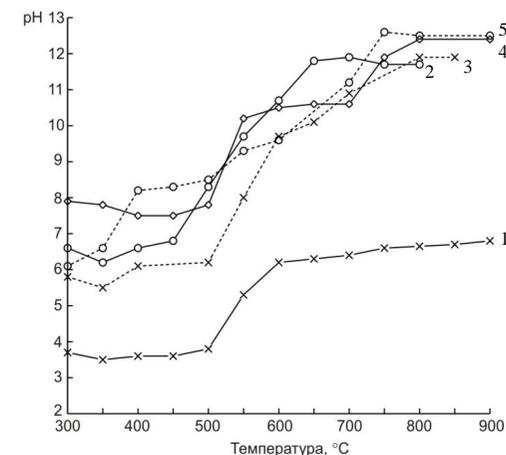
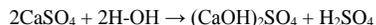
Рисунок 1. Содержание  $\beta$ - $\text{CaSO}_4$  III в продуктах термообработки природного гипса

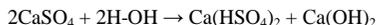
Рисунок 2. Влияние температуры термообработки гипса на pH его суспензий: 1 - гипс х.ч.; 2 - гипс Баскунчакского месторождения; 3 - гипс Шедокского месторождения; 4 - гипс Дубиновского месторождения; 5 - цитрогипс

Изменение pH суспензий продуктов термообработки гипса мы связываем с поляризацией молекул воды активными центрами сульфата кальция. Обезвоженные продукты термообработки гипса по-разному поляризуют молекулы воды, изменяя кислотность среды. Можно выделить три типа поляризации молекул воды.

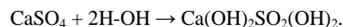
1. Поляризация воды за счет свободных орбиталей иона  $Ca^{2+}$  с отрывом ионов  $OH^-$  и подкислением суспензий вяжущего.



2. Поляризация воды неподеленными электронными парами кислорода ионов  $SO_4^{2-}$  с отрывом ионов  $H^+$ . Суспензии сульфата кальция приобретают щелочную среду.



3. Возможно образование продуктов, поляризующих воду, как за счет свободных орбиталей иона  $Ca^{2+}$ , так и за счет неподеленных электронных пар ионов  $SO_4^{2-}$ . В этом случае суспензии вяжущих приобретают нейтральную среду.



В первом случае в суспензиях уменьшается концентрация ионов  $Ca^{2+}$ , а во втором – ионов  $SO_4^{2-}$ , за счет образования слабых электролитов. Нерастворимый ангидрит, полученный из природного гипсового сырья, имеет щелочную реакцию среды, а из техногенного гипса х.ч. – нейтральную.

Для выяснения влияния добавок  $CaSO_4$  II на физико-механические свойства МГС в широком интервале соотношений компонентов исследованы системы на основе  $CaSO_4$  II и продуктов термообработки гипса скопичеством гидратной воды, масс. %: 0,3; 1,6; 3,7; 5,0; 9,9. В работе использовали  $CaSO_4$  II, полученный термообработкой гипса в муфельной печи при 750 °С. Различные фазы сульфата кальция получали изотермической термообработкой гипса в сушильном шкафу при температурах, °С: 122; 162; 212; 300; и 360. МГС готовили смешиванием раздельно полученных фаз сульфата кальция и дополнительно активировали помолом в вибромельнице.

Было изучено влияние состава вяжущего на количество воды затворения (В/Г), так как свойства гипсовых вяжущих во многом зависят от этой характеристики. Строительный гипс имеет более высокое значение В/Г (0,6–0,7), чем ангидритовый цемент (0,35–0,4). Анализ полученных данных показывает, что с увеличением содержания  $CaSO_4$  II в продуктах термообработки гипса В/Г уменьшается линейно. В результате обработки экспериментальных данных получена

математическая зависимость количества воды затворения ( $y$ ) от количества  $CaSO_4$  II ( $x$ ) в составе МГС, описываемая уравнением:

$$y = - (0,15-0,22) \cdot x + (50-60).$$

Введение  $CaSO_4$  II в продукты термообработки сульфата кальция не только уменьшает В/Г, но и влияет на величину pH их суспензий. Причем, гипсоангидритовые композиции на основе техногенного гипса х.ч. имеют величину  $pH < 7$ , а на основе природного гипса –  $pH > 7$ . При количестве добавки  $CaSO_4$  II в МГС на основе продуктов термообработки природного гипса  $> 30-40$  мас. % величина pH композиций изменяется незначительно и находится в интервале  $pH = 11,5-10,5$ . Падение величины pH с 10,5 до 6,6–7,5 наблюдается при количестве добавки  $CaSO_4$  II  $< 30$  мас. %. Так как,  $CaSO_4$  II, полученный из техногенного гипса х.ч., имеет нейтральную среду, то его влияние на pH МГС менее выражено. В отличие от техногенного гипса для природных гипсов даже небольшие добавки  $CaSO_4$  II приводят к подщелачиванию суспензий. В щелочной среде растворимость гипса и  $CaSO_4$  II увеличивается.

Таким образом, добавки  $CaSO_4$  II позволяют регулировать В/Г, кислотно-основные свойства МГС и концентрацию ионов  $Ca^{2+}$ , и  $SO_4^{2-}$ . На величину pH суспензий продуктов термообработки природных гипсов добавки  $CaSO_4$  II оказывают большее влияние, а на pH суспензий продуктов термообработки техногенного гипса х.ч. – меньшее.

Независимо от генезиса гипса добавки  $CaSO_4$  II улучшают прочностные характеристики фаз сульфата кальция (рис. 3,4).

Вместе с тем, на разные фазы сульфата кальция  $CaSO_4$  II влияет по-разному. Пороги эффективности добавок  $CaSO_4$  II для продуктов термообработки гипса зависят от их фазового состава. Так в продукты термообработки гипса при 190...212 °С, при незначительном изменении прочности, можно вводить до 80 %  $CaSO_4$  II. При этих температурах образуется  $\beta$ -обезвоженный полугидрат сульфата кальция. Он имеет повышенную прочность и активность, короткие сроки схватывания. На поверхности  $\beta$ -обезвоженного полугидрата сульфата кальция преобладают электроакцепторные активные центры, а на поверхности  $CaSO_4$  II электронодонорные.

Значительное увеличение прочности наблюдается при введении  $CaSO_4$  II в продукты термообработки гипса при 160...180 °С и 300...350 °С. Это области существования  $\beta$ -обезвоженного полугидрата сульфата кальция и  $\beta$ - $CaSO_4$  III соответственно. На фазы сульфата

кальция, имеющие высокие прочностные характеристики,  $CaSO_4$  II оказывает меньшее влияние. Небольшие добавки  $CaSO_4$  II (до 10 мас. %) в составе МГС, независимо от генезиса гипса,

практически полностью гидратируются до гипса.

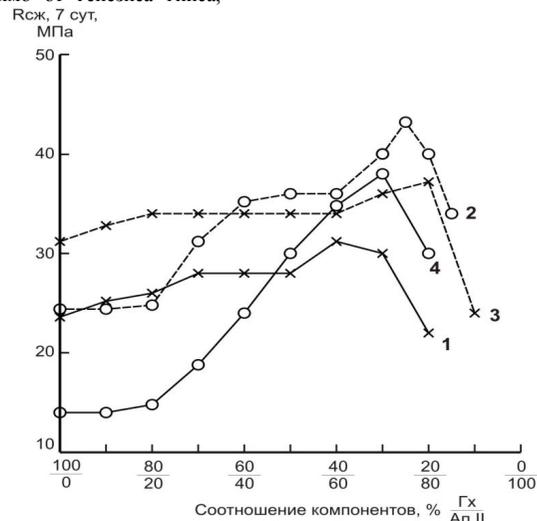


Рисунок 3. МГС на основе  $CaSO_4$  II и продуктов термообработки гипса х.ч. (Гх) температура термообработки гипса, °С: 1 – 122; 2 – 162; 3 – 212; 4 – 360

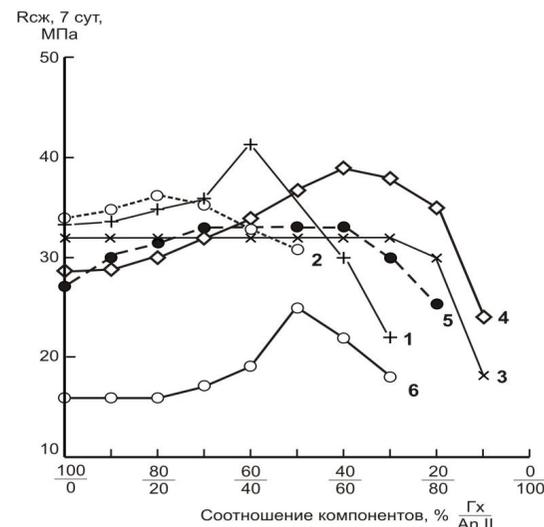


Рисунок 4. МГС на основе  $CaSO_4$  II и продуктов термообработки Шедокского гипса (Гх) Количество гидратной воды, масс. %: 1 – 0; 2 – 0,3; 3 – 1,6; 4 – 3,7; 5 – 5,0; 6 – 9,9

Для всех изученных систем характерно резкое изменение свойств при содержании  $CaSO_4$  II  $> 50-60$  мас. %. Максимальную прочность (38-41 МПа) имеют составы на основе  $CaSO_4$  II с до-

бавками  $\beta$ -обезвоженного полугидрата сульфата кальция и  $\beta$ - $CaSO_4$  III. Системы на основе  $CaSO_4$  II и  $\beta$ - $CaSO_4$ ·0,5H<sub>2</sub>O имеют меньшую проч-

ность (30 МПа) и она изменяется более плавно, без экстремальных значений.

Проведенные исследования показывают, что величина pH гипсовых суспензий важна, но не единственная характеристика вяжущего. Так, у продуктов термообработки гипса х.ч. pH суспензий, в широком интервале температур, не поднимается выше 7. В то время как для продуктов термообработки природных гипсов он находится в интервале 6,5 – 10,75. Между тем прочностные характеристики таких вяжущих близкие.

Важным критерием при проектировании МГС является фазовый состав и количество гидратной воды у продуктов термообработки гипса, которые влияют на их кислотно-основные характеристики. Количество гидратной воды у оптимальных составов МГС находится в интервале 16–18 %, что меньше чем у полностью гидратированного сульфата кальция (20,9 мас. %). Следовательно, не весь CaSO<sub>4</sub> II в МГС оптимального состава гидратирован до двуводного сульфата кальция. Около 20–25 % CaSO<sub>4</sub> II не гидратировалось и выступает в качестве наполнителя. В расчете на массу всего МГС количество ангидритового наполнителя составляет 14–18 %. Характеристики материала при этом улучшаются. По аналогии с "микробетоном Юнга" можно представить гипсовый камень как материал, состоящий из отвердевшей гидратированной части и сохранившихся ядер ангидрита.

В гипсоангидритовых композициях идет практически полная гидратация CaSO<sub>4</sub> II до гипса. Количество гидратной воды находится в интервале 18–20 %. В ангидритогипсовых композициях CaSO<sub>4</sub> II гидратируется не полностью. Количество гидратной воды в них снижается до 13–14%.

Добавки CaSO<sub>4</sub> II в гипсовые вяжущие приводят к уплотнению структуры материала за счет поликонденсации продуктов поляризованного взаимодействия CaSO<sub>4</sub> II и фаз сульфата кальция с водой.

Это подтверждается увеличением плотности МГС. Причем, для МГС на основе устойчивых фаз сульфата кальция увеличение плотности составляет 8-12 %, а для неустойчивых – 4,5-6,0 %.

Введение в МГС CaSO<sub>4</sub> II, имеющего повышенное содержание электронодонорных сорбционных центров, может подавлять или

усиливать гидратацию фаз сульфата кальция, в зависимости от природы их активных центров. Отрицательно заряженные комплексы блокируют положительно заряженную поверхность фаз сульфата кальция и замедляют процесс его перекристаллизации в дигидрат. При проектировании комбинированных и многофазовых вяжущих необходимо добиваться кристаллизационного механизма гидратации сульфата кальция, а не твердофазной гидратации, которая не дает плотной структуры камня. В связи с этим, системы CaSO<sub>4</sub> II + β-CaSO<sub>4</sub> III и CaSO<sub>4</sub> II + β-обезвоженный полугидрат сульфата кальция более предпочтительны, чем система CaSO<sub>4</sub> II + β – CaSO<sub>4</sub>·0,5H<sub>2</sub>O, гидратирующиеся в основном твердофазно.

Таким образом, введение CaSO<sub>4</sub> II в различные формы сульфата кальция повышает их прочность, увеличивает сроки схватывания, понижает В/Г, часть CaSO<sub>4</sub> II выступает в качестве активного наполнителя. Характер влияния CaSO<sub>4</sub> II на продукты термообработки гипса определяется следующими факторами: генезисом гипсового сырья, количеством остаточной гидратной воды, природой и количеством примесей, фазовым составом сульфата кальция, свойствами CaSO<sub>4</sub> II. При проектировании МГС необходимо в смеси с CaSO<sub>4</sub> II использовать β-CaSO<sub>4</sub> III или β-обезвоженный полугидрат сульфата кальция, а не β – CaSO<sub>4</sub>·0,5H<sub>2</sub>O.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Терехов, В.А. Состояние и перспективы развития гипсовой промышленности [Текст] / А.В. Терехов // Повышение эффективности производства и применения гипсовых материалов и изделий, материалы семинара – М.: 2002. – С. 11–21.
2. Song, F. Вяжущие на основе сульфата кальция для штукатурных растворов [Текст] / F. Song, F. Nowak, H.-B/ Fischer // V Международная научно-практическая конференция «Повышение эффективности производства и применения гипсовых материалов и изделий»: Сб. докл. – М.: Изд-во Алвиан, 2010. – С. 99–104.
3. Семенов, А.А. Российский рынок гипса: текущее состояние и перспективы развития [Текст] / А.А. Семенов // Строительные материалы – 2009. – февраль. – С. 79–81.

Логанина В. И., д-р техн. наук, проф.,  
Круглова А. Н., ассист.

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

#### К ВОПРОСУ О ДОСТОВЕРНОСТИ КОНТРОЛЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ БЕТОНА

loganin@mail.ru

В работе оценена достоверность соблюдения технологии производства бетонных изделий с учетом ошибки измерительных приборов. Установлено, что даже если все измеренные значения показателей лежат внутри допустимых пределов, то фактические значения показателей качества продукции могут оказаться вне разрешенных пределов.

**Ключевые слова:** достоверность контроля, ошибка измерительного прибора, вероятность, бетонные изделия.

В соответствии с Законом «О техническом регулировании» основными элементами технического регулирования являются нормирование требований, обеспечивающих безопасность, и подтверждение соответствия продукции установленным требованиям. Нормативы безопасности задаются часто некоторыми ограничениями на значения показателей безопасности, например:

$$\begin{aligned} x &\geq x_{\min}; \\ x &\leq x_{\max}; \\ x_{\min} &\leq x \leq x_{\max}. \end{aligned} \quad (1)$$

Любой выход за границы допуска считается нарушением. Известно, что любой процесс изготовления связан с вариациями его параметров, вызванными большим количеством воздействующих на него факторов. На изменчивость результатов измерений могут влиять многие различные факторы, в том числе:

- a) оператор;
- b) используемое оборудование;
- c) калибровка оборудования;
- d) параметры окружающей среды (температура, влажность, загрязнение воздуха и т.д.);
- e) интервал времени между измерениями.

Для оценки соблюдения технологии служба контроля проводит входной, операционный и приемочный контроль качества. Между тем, имеется некая неопределенность суждения по измеренному значению о принадлежности фактического значения технологического фактора заданному диапазону, так как существуют ошибки приборов, фиксирующих значения факторов при реализации процесса. В [1] при оценке достоверности контроля рамочной технологии предлагается в качестве количественной меры использовать энтропию. Показано, что соотношение между диапазоном изменения фактора и диапазоном ошибки прибора позволяет полу-

чить меру неопределенности суждения о соблюдении требований рамочной технологии.

Рассмотрим на примере производства бетонных изделий (бетонные стеновые камни) влияние ошибки приборов измерения на вероятность получения качественного продукта. Рассмотрим только часть системы контроля – приемочный контроль готовой продукции. Пусть  $y_i (i = 1, 2, \dots, n)$  - показатели качества,  $n$  - число показателей,  $u_i^{НД}, u_i^{ВД}$  - минимальное и максимальное их допустимые значения, которые заданы в нормативных документах. Технология считается выполненной, если фактические значения величин при двухстороннем допуске удовлетворяют ограничениям

$$u_i^{НД} \leq u_i \leq u_i^{ВД} \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

В число показателей качества могут входить самые разные величины, регламентирующие технологию. Все они регистрируются приборами, которые имеют ошибки измерения, поэтому на выходе прибора, измеряющего фактор  $u_i$ , имеется величина  $\tau_i$  - измеренное значение  $u_i$

$$\tau_i = u_i \pm \varepsilon(u_i) \quad (3)$$

где  $\varepsilon(u_i)$  - ошибка измерения.

С учетом (2) и (3) получаем

$$u_i^{НД} \leq \tau_i \pm \varepsilon(u_i) \leq u_i^{ВД} \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (4)$$

или

$$u_i^{НД} \pm \varepsilon(u_i) \leq \tau_i \leq u_i^{ВД} \pm \varepsilon(u_i) \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (5)$$

В соответствии с ГОСТ 6133-84 «Камни бетонные стеновые. Технические условия» в число нормируемых показателей качества стеновых камней входит марка камней, размеры, влажность, морозостойкость, отклонения от прямолинейности ребер, число отбитых и притупленных ребер и углов на одном изделии и т.д. Рас-

считаем вероятность соблюдения технологии при учете только некоторых показателей приемочного контроля, а именно, прочности, размеров, влажности. Числовые значения контролируемых показателей и погрешности измерения приборов, регистрирующих эти показатели, приведены в таблице 1.

Таблица 1

Числовые значения контролируемых показателей и погрешности измерения приборов

Показатели качества	Границы допуска		Приборы и оборудование для измерения	Погрешность измерения	Условная вероятность
	нижняя $u_i^{HD}$	верхняя $u_i^{BD}$			
Прочность, кгс/см <sup>2</sup>	200	250	Пресс гидравлический-ГОСТ 28840	±2%	0,996
Длина, мм	386	394	Линейка стальная ГОСТ 427	1 мм	0,968
Ширина, мм	187	193	Линейка стальная ГОСТ 427	1 мм	0,957
Высота, мм	184	192	Линейка стальная ГОСТ 427	1 мм	0,9684
Влажность, %	0	12	Весы ГОСТ 24104	±0,1%	0,9952
Общая вероятность					0,8924

Будем считать, что изменение показателей качества бетонных камней подчиняется нормальному закону распределения, а ошибка прибора – равномерному закону распределения.

Обозначим через  $P(u_i)$  - плотность вероятности распределения значений показателей качества;  $P(\varepsilon)$  - плотность вероятности распределения ошибки;  $P(u_i / \tau_i)$  - плотность распре-

ления условной вероятности попадания измеряемой величины в допустимый предел. Условная вероятность – это вероятность попадания случайной величины  $u_i$  в заданный интервал при условии, что ее измеренное значение  $\tau_i$  попадает в заданный интервал. Условная вероятность  $P(u / \tau)$  вычислялась по формуле:

$$P(u_i / \tau_i) = \frac{1}{\Delta u_i} \int_{u_i^{HD}}^{u_i^{BD}} P(u_i \in [u_i^{HD}; u_i^{BD}] / \tau_i \in [u_i^{HD}; u_i^{BD}]) P(u_i) du_i \quad (6)$$

При расчете вероятности соблюдения технологии предполагалось, что показатели являются независимыми друг от друга. Вероятность

$$P(u / \tau) = P(u_1 / \tau_1) P(u_2 / \tau_2) \dots P(u_n / \tau_n) \quad (7)$$

При нормальном законе распределения вероятность нахождения величины  $u_i$  в интер-

системы независимых величин вычислялась как произведение вероятностей этих величин:

вале  $u_i^{HD} \leq u_i \leq u_i^{BD}$  определялась с учетом функции Лапласа [2] по формуле:

$$P(u_i) = \Phi(\lambda_2) - \Phi(\lambda_1) \quad (8)$$

При оценке вероятности попадания показателя прочности в допустимый интервал исходили из того, что выход за верхний предел допуска не считается браком.

Если измеряемое значение  $\tau_i$  попадает в интервал от  $u_i^{HD} + \varepsilon$  до  $u_i^{BD} - \varepsilon$ , то значение вероятности этого события равно  $P(u_i / \tau_i) = 1$ . Если значение  $\tau_i$  попадает на конец интервала  $u_i^{HD}$  или  $u_i^{BD}$ , то вероятность этого

события равна  $P(u_i / \tau_i) = 0,5$ . Значение вероятности  $P(u_i / \tau_i)$  на конце интервала  $u_i^{BD} + \varepsilon$  и  $u_i^{HD} - \varepsilon$  равно  $P(u_i / \tau_i) = 0$ . На участке от  $u_i^{HD} - \varepsilon$  до  $u_i^{HD} + \varepsilon$  вероятность  $P(u_i / \tau_i)$  будет возрастать от 0 до 1, а на участке от  $u_i^{BD} - \varepsilon$  до  $u_i^{BD} + \varepsilon$  - убывать от 1 до 0. Графическая интерпретация представлена на рис. 1.

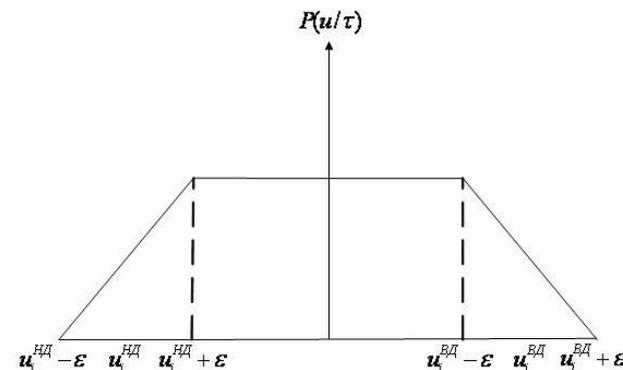


Рисунок 1. Условная вероятность попадания измеренного значения случайной величины в допустимый интервал

Результаты расчета, выполненные в соответствии с приведенными выше формулами свидетельствуют, что достоверность соблюдения технологии производства бетонных стеновых камней, оцененная с учетом только для 5 показателей качества, составляет 0,8924 (таблица 1). Последнее означает, что если все измеренные значения показателей лежат внутри допустимых пределов, то фактические значения для 10,76% продукции могли оказаться вне разрешенных пределов. С учетом дополнительно других показателей, оцененных в ходе входного, операционного контроля, достоверность соблюдения технологии будет значительно меньше. Из

этого следует вывод о необходимости увеличения точности измерительных приборов и повышения достоверности контроля.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кузнецов, Л.А. Оценка достоверности контроля рамочной технологии / Л.А. Кузнецов // Методы менеджмента качества. – 2007. – № 8. – С. 28–32.
2. Гмурман, В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика: Учебное пособие для вузов / В.Е. Гмурман, – 6-е изд., стер. – М.: Высшая школа, 1998. С

**ИНФРАКРАСНОЕ ОТОПЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ**

**bolotskikh@kstuca.kharkov.ua**

Описаны типы, модели и конструкции современных инфракрасных нагревателей, используемых для отопления производственных помещений, приведена их классификация, даны рекомендации по расчету и дальнейшему расширению области применения эффективных инфракрасных систем обогрева.

**Ключевые слова:** инфракрасные нагреватели, излучающая труба, газовая горелка, интенсивность облучения.

В условиях постоянного роста цен на энергоресурсы, а также возрастающего их дефицита проблема эффективного отопления производственных помещений становится все более актуальной. Особенно она ощутима при отоплении таких помещений как цеха крупных производственных предприятий, складские помещения, логистические терминалы, ангары и многие другие. Эти помещения обычно имеют большие внутренние площади и высокие потолки. Кроме того, многие из них имеют недостаточную либо плохую теплоизоляцию. Отапливать эти помещения с помощью традиционных централизованных водяных либо воздушных систем дорого и малоэффективно. Многолетний мировой опыт убедительно доказал то, что для отопления таких помещений в настоящее время безальтернативными являются инфракрасные системы. С целью расширения области эффективного использования этих систем отопления на отечественных предприятиях в настоящей статье приводятся некоторые результаты их исследований и рекомендации по дальнейшему применению.

Многими ведущими мировыми компаниями и фирмами для отопления производственных помещений выпускается значительное количество различных типов, конструкций и моделей энергоэффективных инфракрасных нагревателей. Ниже в сжатой форме будет показано все это многообразие представленных на рынке СНГ таких нагревателей. Прежде всего проведенный глубокий анализ всех выпускаемых в настоящее время инфракрасных нагревателей позволил автору статьи составить их классификацию в виде, представленном на рис. 1. Как видно из рассмотрения этого рисунка инфракрасные нагреватели по типу энергоносителя делятся на электрические, газовые и пароводяные. Для отопления производственных помещений наибольшее распространение на практике получили газовые инфракрасные нагреватели. Эти нагреватели бывают двух типов: открытой и закрытой конструкции. Нагреватели

открытой конструкции обычно называют «светлыми», а закрытой – «темными». Инфракрасные газовые нагреватели открытой конструкции работают на принципе беспламенного сгорания газозооной смеси на поверхности пористой керамики при температурах от 600 до 1000°C и более. Нагретая таким образом керамическая плитка с помощью электромагнитных волн инфракрасного диапазона отдает тепло в зону обогрева.

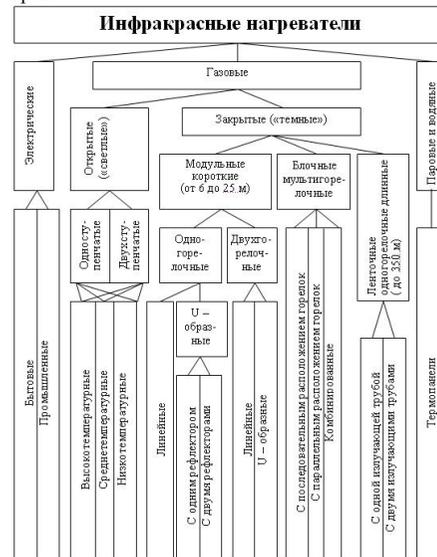


Рисунок 1. Классификация инфракрасных нагревателей

Нагреватели открытой конструкции выпускаются рядом ведущих мировых компаний и фирм: SOLARONICS (Франция), CARLIEUKLIMA и FRACCARO (Италия), DETROIT RADIANT PRODUCTS (США), PAKOLE (Венгрия) и др. На рис. 2, для примера, показаны устройство и схема работы открытого газового инфракрасного нагревателя серии

EUCERAMIC industry HE, выпускаемого компанией CARLIEUKLIMA [1]

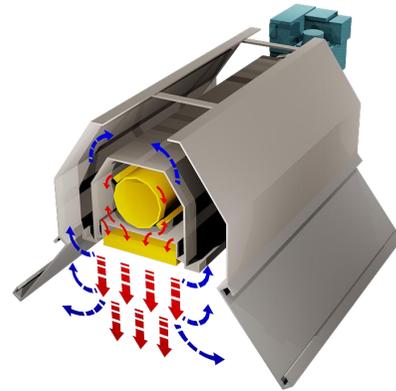


Рисунок 2. Устройство и схема работы открытого газового инфракрасного нагревателя серии EUCERAMIC industry HE

У этих нагревателей в качестве излучающих элементов используются альвеолярные керамические пластины. Благодаря высокой температуре нагрева и специальной структуре керамических пластин обеспечивается полное сгорание газовой смеси. Такой принцип работы обеспечивает выделение большого количества тепла и соблюдение строгих норм экологической безопасности.

Упомянутыми выше компаниями и фирмами освоен выпуск достаточно широкого модельного ряда открытых инфракрасных нагревателей. Эти нагреватели имеют некоторые конструктивные и другие отличия, вызванные спецификой помещений, для отопления которых

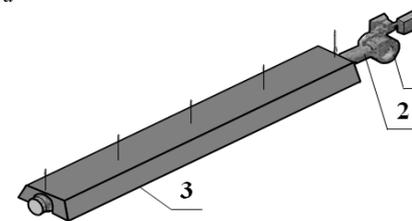


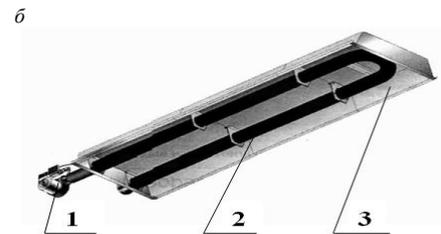
Рисунок 3. Общие виды модульных закрытых одногорелочных инфракрасных нагревателей: а – линейный; б – U-образный; 1 – блок газовой горелки с вентилятором и приборами регулирования и безопасности; 2 – излучающая труба; 3 – рефлектор

Модульные закрытые инфракрасные нагреватели, выпускаемые различными компаниями и фирмами, имеют отличия друг от друга как по конструкции, так и по их параметрам. В частности, линейные и U-образные нагреватели имеют различные мощности, находящиеся в пределах от 12 до 69 кВт.

они созданы. Номинальная тепловая мощность нагревателей открытых конструкций лежит в пределах от 1 до 54, 2 кВт, а вес от 0,9 до 43 кг.

У инфракрасных газовых нагревателей закрытой конструкции горение газа происходит в горелке и частично в излучающей трубе. Средняя температура поверхностей излучающих труб в различных типах и моделях закрытых трубчатых инфракрасных нагревателей находится в пределах от 500 до 100°C. Эти нагреватели делятся на три группы: модульные короткие с длиной излучающей трубы от 6 до 25 м, блочные мультигорелочные и ленточные одногорелочные с длиной излучающих труб до 350 м.

Модульные короткие нагреватели [2] бывают одно- и двухгорелочными. Одногорелочные нагреватели выпускаются в двух исполнениях: линейном и U-образном. При этом U-образные нагреватели оснащаются одним общим либо двумя отдельными рефлекторами. Двухгорелочные модульные короткие нагреватели имеют линейное либо U-образное конструктивное исполнение. Модульные инфракрасные короткие нагреватели используются как для отопления помещений в целом, так и для локального (зонального) обогрева. Такие нагреватели выпускаются рядом компаний и фирм: ROBERTS GORDON и DETROIT RADIANT PRODUCTS (США), CARLIEUKLIMA и FRACCARO (Италия), GOGAS (Германия), ADRIAN (Словакия), PAKOLE (Венгрия) и др. На рис. 3, для примера, приведены общие виды линейных и U-образных модульных одногорелочных инфракрасных нагревателей, выпускаемых фирмой GOGAS.



Для отопления производственных помещений особенно больших размеров в последние годы получают все более широкое применение блочные мультигорелочные инфракрасные нагреватели [3]. Они состоят из стандартных модулей теплоизлучающих труб с рефлекторами и горелками, из которых собирается любая конфигурация инфракрасного нагревателя требу-

мой мощности. Такие нагреватели снабжаются централизованным отводом продуктов сгорания газа, при котором их удаление осуществляется одним вентилятором (дымососом). Блочные мультигорелочные нагреватели бывают трех модификаций: с последовательным, параллельным и последовательно-параллельным (комбинированным) расположением газовых горелок. Выпуск таких нагревателей освоили зарубежные фирмы и компании: SOLARONICS (Франция), ROBERTS GORDON и DETROIT RADIANT PRODUCTS (США), PAKOLE (Венгрия), FRACCARO (Италия) и др. На рис. 4, для примера, представлена схема блочного мультигорелочного инфракрасного нагревателя с последовательно-параллельным (комбинированным) расположением газовых горелок и непрерывными теплоизлучающими трубами серии TRIATHERM, выпускаемого фирмой SOLARONICS.

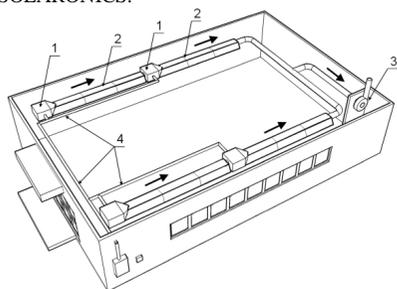


Рисунок 4. Схема блочного мультигорелочного инфракрасного нагревателя серии TRIATHERM: 1 – газовая горелка; 2 – излучающая труба с рефлектором; 3 – дымосос; 4 – трубопроводы для подвода газа к горелкам.

Этот нагреватель представляет собой совокупность параллельно и последовательно смонтированных горелок мощностью 20, 30 или 40 кВт на излучающих трубопроводах диаметром 114 мм. Максимальное количество горелок в одной ветви в зависимости от их мощности находится в пределах от 2 до 5 шт. Такие нагреватели предназначены для отопления производственных помещений площадью более 800 м<sup>2</sup> и с большой внутренней высотой (4–12 м).

Особую группу представляют ленточные закрытые одногорелочные инфракрасные нагреватели с излучающим контуром длиной до 350 м. Они предназначены для отопления протяженных, больших по объему и сложной конфигурации помещений, в том числе и с плохой теплоизоляцией. Ленточные инфракрасные газовые нагреватели выпускаются рядом фирм, например, тремя итальянскими: CARLIEUKLIMA, FRACCARO и SYSTEMA. Основными элемен-

тами конструкций таких нагревателей являются: горелочные блоки, теплоизлучающие трубчатые ленты и системы автоматического регулирования мощности и управления. Горелочный блок вместе с системой управления и контроля, вентилятором и дымоходом располагаются за пределами обогреваемого помещения. Теплоизлучающая лента, находящаяся внутри помещения, представляет собой замкнутый контур, состоящий из каркаса с теплоизлучающими трубами диаметром 200 или 300 мм, изолированными сверху и по бокам с помощью высококоплотной стекловаты и оснащенных отражающими поверхностями. Принцип действия таких нагревателей заключается в следующем. В горелочном блоке происходит сгорание топлива. Продукты сгорания принудительно с помощью центрального вентилятора непрерывно циркулируют с большой скоростью внутри герметичной трубы теплоизлучающей ленты. При этом в трубе постоянно поддерживается отрицательное давление. Возвращаясь по трубе в горелочный блок часть дымовых газов снова поступает в камеру сгорания, изготовленную из нержавеющей стали, подогревается и смешивается с новыми продуктами сгорания. Другая их часть, соответствующая объему поступивших для горения воздуха и топлива, отводится через специальный коллектор и дымоход наружу. Продукты сгорания, циркулируя внутри теплоизлучающих труб, нагревают их до температуры от 100 до 300°C. Нагретые таким образом теплоизлучающие ленты с помощью инфракрасного излучения отдают тепло в рабочую зону отапливаемого помещения.

Упомянутые выше типы, модели и конструкции всех инфракрасных нагревателей в подавляющем большинстве своем являются достаточно совершенными. В сравнении с традиционными централизованными системами водяного и воздушного отопления они имеют ряд весьма важных преимуществ [4], которые способствуют их широкому применению для отопления производственных помещений во многих странах мира.

При использовании таких нагревателей для целей отопления производственных помещений в Украине, да и в других странах СНГ, целесообразно соблюдать не только рекомендации фирм-изготовителей, но и все требования действующих национальных нормативных документов, касающихся применения инфракрасных газовых систем отопления. В Украине особенно важно соблюдать требования ГОСТа 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» [5]. Этим ГОСТом в качестве показателей, характеризующих микро-

климат в производственных помещениях, утверждены следующие: температура воздуха, относительная влажность воздуха, скорость движения воздуха и интенсивность теплового облучения. В ГОСТе 12.1.005-88 указаны оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений в зависимости от пяти категорий выполняемых работ (легкая – Ia и Ib, средней тяжести – Pa и Pb и тяжелая – П), а также двух периодов года (холодный и теплый). Кроме того, в ст. 1.8 этого ГОСТа приведены соответствующие допустимые значения интенсивности теплового облучения работающих в зависимости от величины облучаемой поверхности их тела (не более 25%, от 25 до 50%, 50% и более). В связи с этим при проектировании систем газового инфракрасного отопления необходимо производить проверку выполнения упомянутых выше санитарно-гигиенических требований. При этом следует иметь в виду то, что при инфракрасном отоплении находящиеся в отапливаемом помещении люди оценивают температуру в этом пространстве (температуру ощущения) всегда выше температуры воздуха.

Немецкая фирма «Шванк» (г. Кельн) для определения температуры ощущения в зоне действия инфракрасных нагревателей рекомендует использовать следующую эмпирическую зависимость [6]

$$t_{\text{эф}} = t_{\text{в}} + 0,0716 \cdot q, \quad (1)$$

где  $t_{\text{эф}}$  – эффективная температура (температура ощущения), °С;

$t_{\text{в}}$  – фактическая температура воздуха, °С;

0,0716 – эмпирический переводной коэффициент, °С·м<sup>2</sup>/Вт;

$q$  – интенсивность облучения (удельная облученность), Вт/м<sup>2</sup>.

В виду того, что интенсивность облучения ( $q$ ) в различных точках рабочей зоны отапливаемого помещения неодинакова целесообразно при расчетах эффективной температуры принимать ее максимальные значения. В случаях использования для целей отопления нескольких инфракрасных нагревателей следует принимать величину максимальной суммарной интенсивности облучения в рабочей зоне ( $q_{\text{сум}}^{\text{max}}$ ). С учетом этого зависимость (1) принимает вид

$$t_{\text{эф}} = t_{\text{в}} + 0,0716 \cdot q_{\text{сум}}^{\text{max}} \quad (2)$$

Для выполнения требований ГОСТа 12.1.005-88 необходимо соблюдение двух условий [6]

$$t_{\text{эф}} = [t_{\text{в}}^{\text{opt}}] \quad (3)$$

и

$$q_{\text{сум}}^{\text{max}} \leq [q], \quad (4)$$

где  $[t_{\text{в}}^{\text{opt}}]$  – рекомендуемые ГОСТом оптимальные значения температуры воздуха в рабочей зоне помещения, °С;

$[q]$  – допустимое значение интенсивности облучения в рабочей зоне, Вт/м<sup>2</sup>.

Формулу для определения значений расчетной температуры воздуха ( $t_{\text{в}}$ ) в рабочей зоне отапливаемого помещения, отвечающих условиям (3) и (4), получаем путем несложных преобразований. Подставляя (2) в (3), получаем

$$t_{\text{в}} + 0,0716 \cdot q_{\text{сум}}^{\text{max}} = [t_{\text{в}}^{\text{opt}}], \quad (5)$$

а из уравнения (5) получаем

$$t_{\text{в}} = [t_{\text{в}}^{\text{opt}}] - 0,0716 \cdot q_{\text{сум}}^{\text{max}} \quad (6)$$

При выборе расчетных значений максимальной суммарной интенсивности облучения следует иметь в виду то, что при заданной конкретной высоте подвески нагревателей большим значениям  $q_{\text{сум}}^{\text{max}}$  соответствуют и большие величины температуры излучающих поверхностей. При этом чем выше эти температуры, тем будет больше лучистая составляющая передачи энергии, а следовательно будет выше их эффективность. В связи с этим на начальном этапе расчета системы инфракрасного отопления целесообразно принимать наибольшие возможные значения максимальной суммарной интенсивности облучения в рабочей зоне, т.е.  $q_{\text{сум}}^{\text{max}} = [q]$ .

В этом случае формула для определения расчетной температуры воздуха в рабочей зоне отапливаемого помещения принимает вид

$$t_{\text{в}} = [t_{\text{в}}^{\text{opt}}] - 0,0716 [q]. \quad (7)$$

Вычисленную по формуле (7) величину температуры воздуха в рабочей зоне и следует принимать для дальнейших расчетов теплопотерь в отапливаемом помещении и, соответственно, для определения тепловой нагрузки.

При расчетах и эксплуатации систем отопления на базе газовых инфракрасных нагревателей необходимо также строго контролировать интенсивность облучения в рабочей зоне, чтобы всегда соблюдалось условие  $q_{\text{сум}}^{\text{max}} \leq [q]$ . Величина максимальной суммарной интенсивности облучения в любой точке рабочей зоны может быть определена расчетным путем либо путем замеров непосредственно на объекте отопления.

При отоплении помещений открытыми инфракрасными нагревателями расчет интенсивности облучения головы человека, находящегося в рабочей зоне отапливаемого помещения, может

выполняться с использованием методики, разработанной Уральским государственным техническим университетом [7]. Интенсивность облучения головы человека подсчитывается по формуле

$$q = \frac{1,8\Delta x^2 F_1}{R^4} \left[ \left( \frac{t_1 + 273}{100} \right)^4 - 92 \right], \quad (8)$$

где  $\Delta x$  – продольное расстояние от головы человека до середины излучающей поверхности нагревателя, м;

$F_1$  – площадь поверхности излучения открытого нагревателя, м<sup>2</sup>;

$t_1$  – температура излучающей поверхности нагревателя, °С;

$R$  – расстояние между центрами излучающей поверхности и головы человека, м.

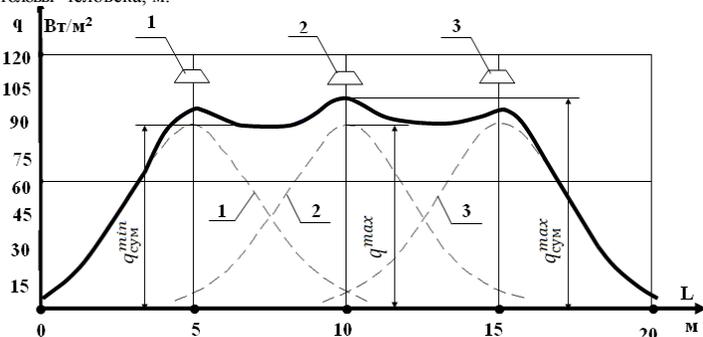


Рисунок 5. Эпюра суммарной интенсивности облучения в рабочей зоне: 1, 2 и 3 – номера нагревателей и графики распределения интенсивности облучения от них

Полученное таким образом значение  $q_{сум}^{max}$  должно быть всегда меньшим или равным допустимому ГОСТом [5] значению. При отоплении помещений с помощью закрытых модульных и блочных мультигорелочных нагревателей расчет интенсивности облучения головы человека в рабочей зоне может быть выполнен с использо-

$$q = \int_0^x \frac{1,8 \cdot S^x \cdot L \left[ \left( \frac{t_1(X') + 273}{100} \right)^4 - 92 \right]}{\left[ h^2 + \Delta V + (\Delta X - LX')^2 \right]^2} \cdot h(h \cdot \cos \alpha + \Delta V \cdot \sin \alpha) \cdot dx', \quad (9)$$

где  $X' = \frac{l}{L}$  – относительная текущая координата;

$l$  – текущая координата вдоль оси нагревателя, м;  $L$  – длина излучающей трубы нагревателя, м;  $S^x$  – ширина отражателя, м;  $h$  – высота подвески нагревателя, отсчитываемая от уровня головы человека, м;  $\alpha$  – угол наклона нагревателя, град;  $\Delta X$  – продольное расстояние от головы человека до точки подсоединения горелки к излучающей трубе нагревателя, м;  $\Delta V$  – попереч-

При наличии в системе отопления нескольких открытых инфракрасных нагревателей интенсивность облучения головы человека, находящегося в рабочей зоне, рассчитывается по формуле (8) отдельно от каждого нагревателя, а затем с использованием метода суперпозиции эти полученные значения суммируются. Именно это максимальное суммарное значение интенсивности облучения и не должно превышать допустимое ГОСТом 12.1.005-88. В качестве примера, с использованием этой методики для трех открытых инфракрасных нагревателей серии ГИИ-26123 (ОАО «Сибшванк», Россия) мощностью 30 кВт, подвешенных на высоте 9 м, построены графики и эпюра распределения интенсивности облучения в рабочей зоне на расстоянии 1,5 м от пола (рис.5).

ванием методики, разработанной Харьковским национальным университетом строительства и архитектуры (ХНУСА) [6]. Согласно этой методики распределение интенсивности облучения в рабочей зоне характеризуется интегралом, записанным в виде

ное отклонение головы человека от оси нагревателя, м.

Решение этого интеграла с использованием пакета программ численного интегрирования по методу Симпсона в системе MATLAB 7 позволило ХНУСА разработать алгоритм и соответствующую компьютерную программу для расчета интенсивности облучения и нахождения ее максимального значения.

С использованием этой методики, в качестве примера, для одной ветви блочного мульт-

тигорелочного инфракрасного нагревателя серии TRIATHERM (рис. 4) построен график распределения интенсивности облучения головы человека в рабочей зоне отапливаемого помещения (рис. 6).

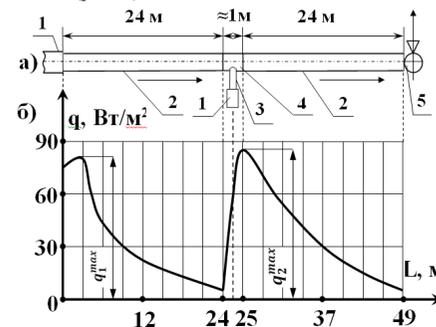


Рисунок 6. Структурная схема одной ветви блочного мультигорелочного газового инфракрасного нагревателя серии TRIATHERM и график распределения интенсивности облучения головы человека, находящегося в рабочей зоне вдоль оси теплоизлучающей трубы: а – структурная схема; б – график распределения интенсивности облучения;

1 – горелки; 2 – излучающие трубопроводы с отражателями; 3 – труба горения; 4 – подсоединитель горелки; 5 – дымоход

Из представленного графика видно, что  $q_2^{max} > q_1^{max}$  и это максимальное значение  $q_2^{max} < [q]$ .

**ВЫВОДЫ**

1. Для отопления производственных помещений с большими площадями и внутренней высотой, а также с плохой либо недостаточной теплоизоляцией, в настоящее время безальтернативными являются системы на базе энергоэффективных газовых инфракрасных нагревателей. Расширение области их дальнейшего применения будет способствовать ускорению решения проблемы энергосбережения и в первую очередь экономии газа.

2. Предложенная классификация (рис. 1) в полной мере отражает все многообразие и взаимосвязи инфракрасных нагревателей, выпускаемых в настоящее время ведущими мировыми фирмами и компаниями.

При использовании для целей отопления производственных помещений инфракрасных нагревателей, выпускаемых различными компаниями и фирмами мира, целесообразно выполнять не только требования и рекомендации их изготовителей, но и очень тщательно контролировать выполнение всех санитарно-гигиенических и других требований, содержащихся в действующих национальных нормативных документах, касающихся применения газовых инфракрасных систем отопления.

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Газовые инфракрасные излучатели EUCERAMIC. Италия, CARLIEUKLIMA, [www.energopolis.dp.ua](http://www.energopolis.dp.ua), 2011. – с. 9.
2. Болотских Н.Н. Современные конструкции газовых трубчатых нагревателей для инфракрасного отопления помещений больших размеров/Н.Н. Болотских// Научковий вісник будівництва: ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 2010. - вип. 61. – с. 291-300.
3. Болотских Н.Н. Мультигорелочные системы инфракрасного отопления с непрерывными теплоизлучающими трубами/Н.Н. Болотских //Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. – 2010. – № 11. – с. 14-21.
4. Болотских Н.Н. Использование систем инфракрасного газового отопления помещений больших размеров – одно из направлений решения проблемы энергосбережения/ Н.Н. Болотских //Научковий вісник будівництва: ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 2011. - вип. 63. – с. 506-516.
5. ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны». Система стандартов безопасности труда. – М.: Государственный стандарт СССР, 1988. – 78 с.
6. Болотских Н.Н. Совершенствование методики расчета систем отопления газовыми трубчатыми инфракрасными нагревателями/ Н.Н. Болотских//Научковий вісник будівництва: ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 2009. – вип. 54. – с. 76-91.
7. Шумилов Р.Н. Совершенствование методики расчета инфракрасного отопления/Теоретические основы теплогазоснабжения и вентиляции//Р.Н.Шумилов, Ю.И. Толстова, А.А. Поммер: Сб.докл. Междунар. науч.-техн. конф. – Москва: Изд-во МГСУ, 2005. –107-112 с.

## ПРОБЛЕМЫ ПРОИЗВОДСТВА И ПРИМЕНЕНИЯ АВТОКЛАВНЫХ ЯЧЕИСТЫХ БЕТОНОВ

Kaftaeva61@yandex.ru

Рассматриваются вопросы несоответствия регламентируемых свойств ячеистых бетонов автоклавного твердения фактическим параметрам. Установлено, что влажность ячеистых изделий после автоклавирования составляет более 40 %, а равновесная эксплуатационная влажность, указываемая в научных публикациях в два – три раза ниже фактических значений. Выявлены причины несоответствий, предлагаются способы их устранения.

**Ключевые слова:** ячеистые бетоны, автоклавирование, зависимость прочности от плотности. Равновесная и эксплуатационная влажность.

В последнее время появилось много публикаций, касающихся ячеистых бетонов автоклавного твердения, подавляющее большинство которых посвящено их рекламе. И совсем немного работ, содержащих результаты научных исследований [1 – 8], многие из которых не систематизированы и не могут служить источниками обобщений и выводов.

Начать необходимо с рассмотрения и обсуждения нормативной документации, введенной в последние годы: ГОСТ 31359–2007 «Бетоны ячеистые автоклавного твердения. Технические условия» и ГОСТ 31360–2007 «Изделия стеновые неармированные из ячеистого бетона автоклавного твердения. Технические условия». Разработка и принятие этих документов для внедрения ячеистых материалов в строительство – бесспорный шаг вперед. Но, остается много вопросов, умалчивание которых не позволит в полной мере использовать все преимущества свойств ячеистых бетонов автоклавного твердения (газобетоносиликат).

Новый стандарт ГОСТ 31359–2007 на ячеистые бетоны автоклавного твердения, в отличие от нормативных документов старого поколения, расширяет диапазон конструкционно-теплоизоляционных стеновых материалов (к ним стали относить бетоны марки по плотности D500), при этом должна гарантированно обеспечиваться прочность бетона и, соответственно, несущая способность стен зданий, поскольку из ячеистых блоков, имеющих класс бетона по прочности при сжатии В 2,5, уже проектируют и строят здания с несущими стенами высотой до пяти этажей. В то же время проектировщики, потребители, а также многие ученые-исследователи считают, что прочность бетонов напрямую зависит от их плотности и поэтому, изделия из бетона плотностью 500 кг/м<sup>3</sup> не могут иметь высокую прочность. Практика произ-

водства показывает, что ячеистые бетоны автоклавного твердения при одной и той же марке по средней плотности, например D500, можно изготовить с прочностью при сжатии, соответствующей диапазону пяти классов: от В 1,5 до В 5 и марок по морозостойкости от F15 до F75 и даже F100. Это положительное обстоятельство новых технологий производства автоклавных ячеистых бетонов.

Еще один вопрос, требующий обсуждения – влажность ячеистых бетонов. Это очень важный параметр, по поводу которого до сих пор много споров и нет единства мнений. Например, в стандартах, действующих до 2007 года регламентировалась отпускная влажность изделий из ячеистых бетонов – не более 25%. Это стабилизировало свойства и гарантировало высыхание бетона и достижение нормируемого СНиП II–3–79\* значения сопротивления теплопередаче стен зданий из ячеистых блоков за достаточно короткий промежуток времени после возведения здания и пуска его в эксплуатацию. Большинство же предприятий, особенно тех, которые выпускают изделия по литейной технологии, не могут обеспечить такую отпускную влажность, так как отгрузка изделий производится практически сразу после автоклавирования, с влажностью, как правило, более 40 %.

В новом стандарте ГОСТ 31360–2007 параметр «отпускная влажность» вообще отсутствует. Кроме того, возникает много дополнительных вопросов, по которым имеются разночтения, в том числе:

1. при какой влажности определять марку бетона по плотности:

- в сухом состоянии по ГОСТ 12730.2–78;
- при равновесной (эксплуатационной) влажности, указанной в СНиП II–3–79\* для различных регионов (8 или 12 %);

- при «равновесной» влажности 4 или 5 % указанной в приложении А ГОСТ 31360–2007;
- при, так называемой, равновесной эксплуатационной влажности, которая составляет по данным различных источников от 3 до 6 % [6–8].

2. Нормами не определено так же какое значение средней плотности принимать для отчета влажности бетона: количество сухих веществ, заданное в расходе материалов на единицу объема (для современных бетонов этот параметр обычно на 30 – 40 кг меньше нормативного

$$W_M = \frac{m_b - m_c}{m_c} \times 100\% = \frac{675(700) - 500}{500} \times 100\% = 35 (40)\%$$

где  $m_b$  – масса образца бетона до сушки в г;

$m_c$  – масса образца бетона после сушки, г.

Однако, известно, что фактический расход сухих веществ на единицу объема для гарантированного получения марки по плотности D500, задаваемый в программах управления производством современных заводов составляет 465 – 480 кг/м<sup>3</sup>. Именно эти значения расхода материалов должны быть точкой отсчета для определения влажности ячеистого бетона и указываться в результатах научных исследований. И если с этой точки зрения рассматривать фактическую влажность материала, то оказывается, что она после автоклавирования составляет более 50% от массы сухих веществ в единице объема газобетона.

Рассмотрим значения равновесной влажности ячеистого бетона в процессе эксплуатации... Указываемые в публикациях значения (3–6 %). В каких регионах России можно получить такую

$$W_M = \frac{515(530) - 465 (480)}{465 (480)} \times 100\% = 10,7 (9,3)\%$$

Таким образом, выявлено, что фактическая равновесная влажность испытываемых образцов соответствует значениям в диапазоне 8–12 %. Это не противоречит принятым еще в СССР нормативам значений равновесной влажности в различных климатических районах по СНиП II–3–79\* «Строительная теплотехника».

В результате проведенных исследований автором установлено, что если расход сухих компонентов на 1 м<sup>3</sup> бетона равен его средней плотности, например, 500 кг/м<sup>3</sup>, то при проведении испытаний стандартными методиками ГОСТ 7076–99 «Материалы и изделия строительные. Метод определения теплопроводности и термического сопротивления при стационарном тепловом режиме» коэффициент теплопроводности материала будет выше требуемого по

значения средней плотности); или нормативную среднюю плотность бетона – 500 кг/м<sup>3</sup>.

Вначале необходимо понять какие же значения влажности приводятся в публикациях? Их величины: влажность после автоклавирования – 35–40 % и значения равновесной влажности обычно отсчитываются от нормативной средней плотности бетона. Так, при марке по плотности ячеистого бетона D500 и массе образца-куба с размерами граней 100 мм после автоклава 675–700 гр. расчетная влажность образца, по формуле из ГОСТ 12730.2–78 «Бетоны. Методы определения влажности» действительно 35–40 %:

низкую равновесную влажность в наружных стенах зданий? Результаты натурных и лабораторных экспериментов показывают, что при расходе сухих веществ, например, 500кг/м<sup>3</sup> высушить образец размерами 100×100×100 мм можно только до 3–4 % влажности по массе, но так как ячеистый бетон гигроскопичен, он мгновенно набирает парциальную влагу, которой в образце становится намного 6 %.

При марке по плотности ячеистого бетона D500 и влажности 3–6 % средняя плотность материала находится в диапазоне 515–530 кг/м<sup>3</sup>. Исходя из того, что фактический расход сухих веществ на единицу объема для гарантированного получения марки по плотности D500 современных заводов, как сказано выше, составляет 465–480 кг/м<sup>3</sup>, при пересчете влажности образца по массе, пользуясь ранее приведенной формулой, получаем:

нормативу значения, в частности  $\lambda_{факт} > \lambda_{нр}$  (0,12 Вт/м·°С). Этому способствует химически связанная (неудаляемая) вода в бетоне, которой, по утверждениям многих авторов, находится не менее 10 % от массы бетона. Именно поэтому, устанавливаемые на предприятиях нормы расхода сухих компонентов бетона (вяжущие: цемент, известь, гипс и наполнитель (песок, зола и т.п.)) ниже нормируемой средней плотности бетона, в частности для марки бетона по средней плотности D 600 – 565-580 кг/м<sup>3</sup>; D 500 – 465-480 кг/м<sup>3</sup>; для D 400 – 370-380 кг/м<sup>3</sup>. Опыт производства ячеистых бетонов, как по литейной, так и ударной технологии показывает, что для обеспечения нормативных теплотехнических параметров бетонов, можно рекомендовать учитывать химически связанную воду в количестве

7 % от массы бетона и, исходя из этого, назначать нормы расхода сухих веществ на единицу объема при формировании ячеистых массивов газобетоносиликата, в частности: для D 600 – 558 кг/м<sup>3</sup>; D 500 – 465 кг/м<sup>3</sup>; для D 400 – 372 кг/м<sup>3</sup>. Это позволит гарантировать выпуск бетонов требуемых стандартами марок по средней плотности и теплотехнические показатели изготавливаемых на предприятиях бетонов.

Таким образом, при значительном отличии установившихся значений расхода сухих веществ на единицу объема на разных предприятиях, многие результаты научных исследований, приводимые в публикациях, относятся к частным условиям производства и не могут быть без поправок использованы или обобщены для других технологий и производств.

Для стабилизации марки по плотности, теплотехнических и других, не менее важных показателей бетона предприятиям-производителям газобетоносиликата в расходах сухих веществ на единицу объема бетона было бы правильно учитывать 7 % химически связанной воды.

Значения равновесной влажности ячеистых бетонов автоклавного твердения должны быть тщательно изучены в отношении расхода сухих компонентов на единицу объема и установлены для каждого предприятия и региона.

Необходимо проведение дальнейших исследований для определения зависимостей: плотность – состав – прочность – влажность – теплопроводность для ячеистых бетонов автоклавного твердения с целью прогнозирования и обеспечения стабильности их свойств в процессе эксплуатации.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Царегородцев, С. Наружные стены из ячеистых блоков / С. Царегородцев, В. Зенина // Технологии строительства. – 2003. – № 2 (24). – С. 18 – 19.
2. Трамбовецкий, В.П. Ячеистый бетон в современном строительстве / В.П. Трамбовецкий // Технологии бетонов. – 2007. – № 2 (13). – С. 30 – 31.
3. Редько, Ю.Б. Определение теплотехнических качеств легких покрытий из газобетона. / Ю.Б. Редько // Технологии бетонов. – 2010. – № 5 – 6 (46 – 47). – С. 63 – 65.
4. Захарченко, П.В. Газобетон автоклавного твердения, модифицированный двуводным гипсом // П.В. Захарченко, Н.О. Щербина, Д.Г. Рудченко, Т.Д. Приходько // Технологии бетонов. – 2011. – № 1 – 2 (54 – 55). – С. 32 – 36.
5. Сахаров, Г.П. К вопросу о стабильности качества продукции заводов автоклавного ячеистого бетона / Г.П. Сахаров, С.Д. Лаповская, Т.Н. Волошина // Технологии бетонов. – 2011. – № 3 – 4 (56 – 57). – С. 20 – 21.
6. Сажнев, Н. Производство, свойства и применение ячеистого бетона автоклавного твердения / Н. Сажнев, Н. Шелег // Строительные материалы. – 2004. – № 3. – С. 2 – 6.
7. Сажнев, Н. П. Производство ячеистобетонных изделий: теория и практика / Н.П. Сажнев [и др.]. – 3-е изд., доп. и перераб. // – Минск: Стринко, 2010. – 464 с.
8. Гринфельд, Г.И. Влажностное состояние современных конструкций из автоклавного газобетона в условиях эксплуатации. / Г.И. Гринфельд, С.А. Морозов, И.А. Согомонян, П.С. Зырянов // Инженерно-строительный журнал. – 2011. – №2(20). – С. 33 – 38.

Верецака В. В., канд. техн. наук, доц.,  
Тамазов М. В., канд. техн. наук, доц.,  
Довженко И. Г., аспирант

Южно-Российский государственный технический университет  
(Новочеркасский политехнический институт)

## ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА ОБЖИГА ОБЪЕМНО-ОКРАШЕННОГО КЕРАМИЧЕСКОГО КИРПИЧА С ПРИМЕНЕНИЕМ ВЫСОКОКАЛЬЦИЕВОГО СИЛИКАТНОГО ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ

dovz-ig@yandex.ru

В статье рассматриваются основные закономерности изменения свойств керамических образцов, полученных из составов на основе комбинаций суглинка, шихт из тугоплавких глин и высококальциевого металлургического шлама. Основываясь на результаты проведенного комплекса физико-химических анализов, выполненных на современном высокоточном оборудовании, были исследованы фазовый состав и процессы структурообразования стеновой керамики и оценена эффективность применения побочного продукта черной металлургии для получения лицевого изделий светлых тонов. В заключении приводится состав керамической массы, позволяющий производить лицевой керамический кирпич высокого качества.

**Ключевые слова:** лицевой кирпич, металлургический шлак, суглинок, керамическая масса, тугоплавкая глина.

Проблеме получения объемно-окрашенной керамики, как альтернативному способу производства лицевого изделий из краснотелых глин, уделяется значительное внимание, ввиду его сравнительно низкой материал- и энергоемкости, по сравнению с другими способами декорирования – глазурированием, ангобированием и двухслойным формованием. Сравнительно малые запасы высококачественных светложущих глин обуславливают необходимость применять ресурсосберегающие технологии производства керамического кирпича светлых тонов, в частности, за счёт использования местного низкосортного глинистого сырья и техногенных материалов. В последнее время в различных опубликованных источниках [1-3] приводятся сведения о перспективах использования разных вторичных материальных ресурсов в производстве строительных материалов. Эта тенденция стала актуальной вследствие ежегодного увеличения количества образующихся на различных предприятиях побочных продуктов, которые зачастую вывозятся на специальные полигоны, занимая огромные площади и ухудшая состояние окружающей среды.

Целью данной работы является разработка состава керамической массы для производства высококачественного лицевого кирпича светлых тонов на основе комбинации местного низкосортного суглинка и тугоплавкого глинистого сырья с высококальциевым силикатным побочным продуктом черной металлургии, исследование послеобжиговых свойств и процессов фазо- и структурообразования стеновой керамики, выявление и термодинамическое обоснование ме-

ханизма объемного окрашивания изделий, полученных на основе оптимального состава.

При проведении исследований в качестве основного пластичного материала использовался легкоплавкий суглинок Большелогского месторождения (ЧП=9,92). По минералогическому составу применяемый суглинок относится к монтмориллонито-гидрослюдистой группе. Для улучшения формовочных свойств керамических масс и повышения качества обожженных изделий суглинок применялся в комбинации с шихтами, изготовленными на основе тугоплавких глин Владимирского месторождения ОАО «ВКТГ». Химический состав используемых компонентов приведен в табл. 1. Для получения кирпича светлых тонов необходимо вводить осветляющие добавки, содержащие большое количество оксидов-хромофоров, так как в химическом составе суглинка повышенное содержание оксида железа (III). В качестве непластичного материала и кальцийсодержащей добавки применялся побочный продукт черной металлургии (шлак), образующийся при рафинировании стали. Кварцевый песок применялся в качестве отощителя.

Проектирование оптимального состава керамической массы для изготовления высококачественного лицевого кирпича светлых тонов осуществлялось в два этапа. На первом этапе определялось оптимальное количество тугоплавкого глинистого сырья. Для этого проводилась серия экспериментов, предусматривающих изменение содержания тугоплавких глин. Количество тугоплавкой глины варьировалось исходя из технологических свойств исходного сырья и экономической эффективности от 5 до

25 % по массе. Обжиг образцов производился при температуре 1000 °С. Механическая прочность на сжатие значительно повышается с увеличением количества тугоплавкой глины до содержания 20 масс. %. Водопоглощение образцов с добавкой шихты ВКС-2 снижается до значения 11,0 %, а при использовании шихты ВКВ-2 – до

10,5 %. Дальнейшее увеличение содержания тугоплавких глин в керамической массе нецелесообразно, в связи с отсутствием значительных изменений показателей прочности и водопоглощения. Поэтому для проведения исследований базовое соотношение суглинков : тугоплавкая глина было принято 80:20.

Таблица 1

Компонент	Химический состав сырьевых материалов								
	Содержание, % по массе								
	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	R <sub>2</sub> O	SO <sub>3</sub>	ППП
Суглинок Большелогоский	65,14	5,41	10,22	0,63	5,85	1,71	3,37	0,19	7,39
Шихты:									
- ВКС-2	59,63	2,59	23,60	1,04	0,37	0,59	3,27	-	8,08
- ВКВ-2	60,70	3,80	23,84	1,09	0,61	0,26	2,47	-	7,51
Песок	97,82	0,23	1,50	-	-	-	-	-	0,45
Металлургический шлак	40,48	4,43	1,00	0,94	44,80	3,80	0,61	-	3,70

На втором этапе рассчитывалось оптимальное содержание металлургического шлака, вводимого в керамические массы, позволяющее получить светлоокрашенные изделия, а также устранить негативные факторы применения су-

глинка - повышенная воздушную усадку, низкую морозостойкость. Для этого проводилась серия экспериментов с применением керамических масс, шихтовых составы которых приведены в табл. 2.

Таблица 2

Компонент	Составы керамических масс									
	Содержание для составов, % по массе									
	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4
Суглинок Большелогоский	72	72	68	64	60	72	72	68	64	60
Марка шихты:										
- ВКС-2	18	18	17	16	15	-	-	-	-	-
- ВКВ-2	-	-	-	-	-	18	18	17	16	15
Песок	10	-	-	-	-	10	-	-	-	-
Металлургический шлак	-	10	15	20	25	-	10	15	20	25

Перед формованием производилась подготовка компонентов, включающая помол глинистого сырья на шаровой мельнице до прохождения через сито №09. Ввиду того, что при охлаждении рассматриваемого металлургического шлака имеет место полиморфный переход  $\beta - 2CaO \cdot SiO_2 \rightarrow \gamma - 2CaO \cdot SiO_2$ , его гранулометрический состав представлен преобладающей фракцией с размером зёрен менее 0,16 мм, вследствие чего отсутствует необходимость дополнительного измельчения. Керамические об-

разцы формировались пластическим способом с влажностью 21-23 %. Отформованные образцы сначала высушивались при комнатной температуре до влажности 6 %, а затем в сушильном шкафу при температуре 100±5 °С. Обжиг проводился в муфельной печи при температуре 1000 °С с изотермической выдержкой в течение одного часа. Физико-механические и эксплуатационные свойства определялись по стандартным методикам [4]. Результаты исследований приведены в табл. 3.

Таблица 3

№ состава	Водопоглощение, %	Усадка, %		Прочность на сжатие, МПа	Морозостойкость, цикл	Цвет
		воздушная	огневая			
1.0	11,0	6,3	1,4	32,2	40	розовый
1.1	12,9	4,9	1,5	36,7	53	розовый
1.2	13,2	4,6	1,7	42,3	54	желтый
1.3	13,6	4,3	2,2	45,7	53	светло-желтый
1.4	14,6	4,1	2,3	46,1	53	светло-желтый
2.0	10,5	6,5	1,3	33,3	38	красный
2.1	12,3	5,0	1,5	37,8	55	розовый
2.2	12,8	4,7	1,6	46,3	56	желтый
2.3	13,5	4,4	1,8	48,4	54	желтый
2.4	14,3	4,2	2,0	49,2	54	светло-желтый

Как видно из приведённых данных, водопоглощение образцов, содержащих 10-20 % металлургического шлака соответствует требованиям ГОСТ 530-2007, предъявляемым к лицевому кирпичу [5]. По мере увеличения содержания шлака происходит снижение показателя воздушной усадки образцов. Вместе с этим отмечается повышение огневой усадки (до 2,3 %), что свидетельствует об интенсификации процесса спекания. При увеличении содержания шлака до 15 % идёт интенсивный рост предела прочности на сжатие и морозостойкости образцов. Дальнейший ввод шлака в керамические массы (до 25 %) не приводит к значительным изменениям прочностных показателей. Морозостойкость при этом снижается, а водопоглощение превышает 14,0 %.

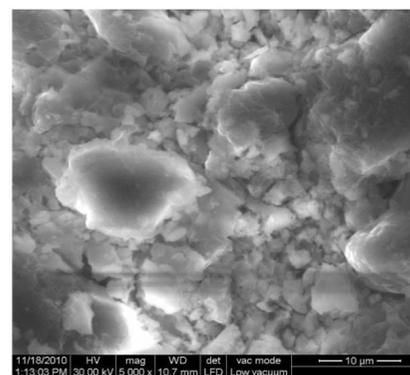
Введение металлургического шлака в керамическую массу обуславливает осветление черепка, изменяя его цвет с красного на жёлтый. При использовании в качестве тугоплавкого глинистого сырья шихты как ВКС-2, так и ВКВ-2 радикальное изменение цвета образцов происходит при вводе 15 % шлака. При дальнейшем повышении содержания побочного продукта до 25 % у образцов наблюдается равномерно окрашенный черепок светло-желтого цвета.

Результатами исследований образца 2.2 методом РФА, который проводился на дифрактометре ARL X'TRA (США - Швейцария), установлено, что в его фазовом составе отсутствует гематит. На рентгенограмме идентифицированы следующие кристаллические фазы (значения приведены в нм):  $\beta$ -кварц (0,425; 0,334; 0,213; 0,182; 0,154; 0,138), анортит (0,403; 0,320; 0,310; 0,286), волластонит (0,352; 0,298; 0,272; 0,235),

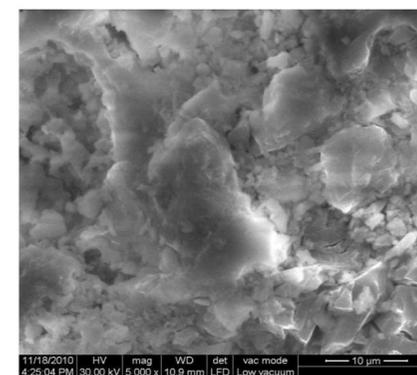
фассаит (0,256; 0,231; 0,203), а также интенсивное гало, свидетельствующее о повышенном содержании стеклофазы. Отсутствие гематита обусловлено его включением в состав фассаита [6].

Синхронный термический анализ производился на дериватографе NETZSCH STA 449 C Jupiter. Скорость подъема температуры была принята 10 °С/мин, температурный диапазон измерения – от 25 до 1000 °С, среда в печи – окислительная. Нагрев осуществлялся в корундовом тигле. Термический анализ производился с использованием проб составов 2.0 (базовый) и 2.2 (оптимальный). Кривая ДТА образца 2.0 характеризуется следующими эндотермическими эффектами: 132,3 °С – удаление адсорбционной воды; 478,0 °С, 546,2 °С, 712,1 °С – удаление конституционной воды из глинистых минералов; 805,2 °С – диссоциация карбоната кальция. На кривой ДТА образца 2.2 присутствуют следующие эндотермические эффекты: 130,8 °С – удаление адсорбционной воды; 482,3 °С, 550,6 °С, 718,3 °С – удаление конституционной воды из глинистых минералов; 786,0 °С – диссоциация карбоната кальция. Наблюдаются два экзотермических эффекта – 915,3 °С – образование анортита, 970,1 °С – кристаллизация волластонита.

Электронно-микроскопические исследования совместно с элементным рентгеноспектральным анализом выполнялись на оборудовании ЦКП «Нанотехнологии ЮРГТУ (НПИ)» - электронном микроскопе Quanta 200 и рентгеновском микроанализаторе EDAX Genesis. Снимки микроструктуры образцов базового (2.0) и оптимального состава (2.2) представлены на рис. 1 (а, б).



а



б

Рисунок 1. Микроструктура образцов керамики: а- базовый состав, б- оптимальный

В образце 2.0 наблюдаются включения кварца, плагиоклаза и гематита. Вероятно, что плагиоклаз, присутствующий в исходном глинистом сырье, при установленной температуре обжига не входит полностью в расплав, а лишь частично оплавляется по краям. Вследствие этого не происходит формирование необходимого количества стеклофазы. В образце 2.2 идентифицируются следующие кристаллические фазы:

- $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O} = \text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 + \text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ ;
- $0,5(2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2) + 0,5\text{SiO}_2 = \text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ ;
- $0,273(3\text{CaO} \cdot 2\text{SiO}_2) + 0,091(2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2) + 0,363(\text{SiO}_2) = \text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ .

При определении термодинамических параметров учитывались полиморфные превращения  $\beta\text{-SiO}_2 \xrightarrow{843\text{K}} \alpha\text{-SiO}_2$  и  $\gamma\text{-}2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \xrightarrow{112\text{K}} \alpha' \text{-}2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ . Термодинамические расчеты, проведенные по стан-

анортит, волластонит, фассаит, кварц. Отличительной чертой образца 2.2, изготовленного с применением металлургического шлака, является повышенное содержание стеклофазы по сравнению с образцами базового состава.

Твердофазовые превращения, происходящие при обжиге образцов, содержащих металлургический шлак, описывается следующими уравнениями:

дартным методикам [7, 8] с применением ЭВМ, показали, что все вышеприведенные реакции возможны в широком интервале температур. Некоторые результаты расчетов для реакций №1-3 приведены в табл. 4.

Таблица 4

## Результаты термодинамических расчетов

Температура T, К	Значения термодинамических параметров			
	Энтальпия $\Delta H_p$ , кДж/моль	Изменение энергии Гиббса $\Delta G_p$ , кДж/моль	Энтропия $S_p$ , Дж/(моль·К)	$\ln(k_p)$
Реакция 1				
613	89,9349	-154,4048	398,5965	30,2949
685	88,4884	-183,2232	396,3699	32,1471
758	86,76631	-211,8746	393,9853	33,6185
830	84,7423	-240,3471	391,4382	34,8071
903	82,4005	-268,6294	388,7374	35,7795
975	75,1223	-288,5508	372,8069	35,5765
1048	71,6753	-315,4563	369,4003	36,2032
1120	67,8903	-342,1118	365,9099	36,7219
1193	63,7647	-368,5114	362,3438	37,1517
1265	59,2990	-394,6500	358,7112	37,5075
Реакция 2				
613	-20,0776	-23,9056	6,2446	4,69038
685	-20,29136	-24,3469	5,9161	4,2717
758	-20,6214	-24,7604	5,4604	3,9288
830	-21,2074	-25,1320	4,7256	3,6396
903	-22,2584	-25,4190	3,5001	3,3856
975	-27,3401	-19,7357	-7,7954	2,4333
1048	-27,9769	-19,1476	-8,4249	2,1975
1120	-28,6397	-18,5146	-9,0362	1,9873
1193	-29,3336	-17,8376	-9,6361	1,7983
1265	-33,1161	-16,1074	-13,4403	1,5309
Реакция 3				
613	-18,3256	-22,5362	6,8688	4,4217
685	-18,4408	-23,0276	6,6911	4,0403
758	-18,5766	-23,5062	6,5035	3,7298
830	-18,8226	-23,9677	6,1951	3,4710
903	-19,4353	-24,3797	5,4755	3,2472
975	-24,0296	-18,8592	-5,3003	2,3252
1048	-24,2037	-18,4686	-5,4724	2,1195
1120	-24,3749	-18,0660	-5,6304	1,9392
1193	-24,5453	-17,6524	-5,7778	1,7796
1265	-27,7689	-16,4495	-8,9446	1,5634

Из табл. 4 видно, что реакция 1 имеет более высокие значения изменения энергии Гиббса  $\Delta G_{1265} = -394,6500$  кДж/моль и  $\ln(k_p) = 37,5075$  по сравнению с реакциями 2 и 3, что свидетельствует о том, что наиболее вероятными являются процессы взаимодействия глинистого сырья с металлургическим шлаком, описываемые схемой 1. По мере увеличения температуры значения изменения энергии Гиббса и константы равновесия системы возрастают. Значения изменения энтальпии и энтропии при повышении температуры снижаются, что говорит о необходимости более тонкого дополнительного помола компонентов и организации более тщательного перемешивания шихты. Положительное значение изменения энтальпии реакции 1 свидетельствует о том, что для взаимодействия исходных продуктов необходимо затратить некоторое количество теплоты.

Таким образом, по полученным данным можно заключить, что ввод 15 % металлургического шлака в грубозернистые керамические массы на основе суглинка и шихт из тугоплавких глин Владимировского месторождения ВКС-2 и ВКВ-2, способствует повышению прочностных и улучшению эксплуатационных и эстетико-потребительских свойств лицевого кирпича. Металлургический шлак выступает в качестве отошающего и флюсующего компонента, способствуя интенсификации спекания керамической матрицы и образованию новых фаз.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Рассказов В.Ф., Ашмарин Г.Д., Ливада А.Н. Производство строительных материалов с использованием техногенных отходов // Стекло и керамика. – 2009. – №1. – С. 5.
2. Гороховский А.В., Мещеряков Д.В., Бурмистров И.Н. и др. Теплоизоляционный материал на основе боя стекла подвергнутого механохимической активации // Стекло и керамика. – 2010. – №1. – С. 6-9.
3. Старостина И.В., Евтушенко Е.И., Рубанов Ю.К. Использование саморасплавляющихся электросталеплавильных шлаков при производстве силикатных бетонов // Экология – образование, наука и промышленность: Сб. докладов Международной научно-методической конференции. – Белгород: Издательство ЧП Круть С.А., 2002. – Ч.3. – С. 228-233.
4. Практикум по технологии керамики / Под ред. Гузмана И.Я. М.: ООО РИФ «Стройматериалы», 2005. – 336 с.
5. ГОСТ 530-2007. Кирпич и камень керамические. Общие технические условия.
6. Rao A.T., Vishnuvardhana Rao M. Fassaite from a calc-silicate skarn vein near Gondivalasa, Orissa, India // The American mineralogist. – 1970. – Vol. 55. – P. 975-980.
7. Матвеев В.И., Бабушкин Г.М., Мчедлов-Петросян О.П. Термодинамика силикатов. – М.: Стройиздат, 1986. – 408 с.
8. JANAF Thermochemical tables. 4-th edition / Malcolm W., Chase Jr. – New York: US Govern. Print. Office, 1998. – 1961 p.

Мустафа Осман, д-р философии  
Хелвен университет, Арабская республика Египет

## СОПРОТИВЛЕНИЕ СРЕЗУ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ БАЛОК С ДОПОЛНИТЕЛЬНЫМ ДИСПЕРСНЫМ АРМИРОВАНИЕМ

Klyuyev@yandex.ru

Обсуждаются результаты экспериментальных исследований железобетонных балок, включающих случайно расположенные стекловолокна. Главная цель состоит в изучении противостояния таких балок срезу при отношении пролета к высоте, равном 2,5. Первую группу составили три образца с соотношением зоны сдвига к высоте, равном 1, и содержанием волокон 0; 0,75; и 1,5% при одинаковой горизонтальной и вертикальной стальной арматуре. Вторую группу составили три образца с теми же отношениями пролета и зоны сдвига к высоте и разным шагом хомутов – 100, 75 и 50 мм. Результаты показали, что сопротивление срезу балок возрастает с увеличением процента армирования волокнами. При этом число трещин возрастает, но они становятся тоньше. Тем самым возрастает податливость балок и их несущая способность. С другой стороны увеличение числа хомутов лишь повышает несущую способность балок. Сравнивались также результаты для балок с отношением пролета к высоте, равном 4 и 2,5, выполненных из одних и тех же материалов.

**Ключевые слова:** дискретное армирование стекловолокнами, отношение пролета к высоте, трещины при срезе.

### 1. Введение

Различные строительные конструкции, такие как железобетонные безбалочные перекрытия, фундаментные плиты при сложном напряженном состоянии имеют хрупкий характер разрушения. Оно происходит при превышении главным растягивающим напряжением предела прочности обычно внезапно по причине хрупкого среза [11]. Сопротивление срезу железобетонных балок широко изучалось в последние десятилетия [1-16]. Одной из проблем является трудность достижения равномерно распределенной нагрузки в экспериментах. Другая проблема – трудность обнаружения механизма разрушения при срезе, больше всего в исследовании, сконцентрированных на простом случае двухточечного нагружения [4,7].

Исследования показали, что силы среза воспринимаются совместным действием трех факторов: бетона без трещин в сжатой зоне, стальной продольной арматуры в растянутой зоне, ее сцепления с бетоном. Недостающее сопротивление срезу обычно обеспечивается в форме вертикальных хомутов. Они примыкают к растянутой арматуре и анкерятся в сжатой зоне. Сопротивление железобетонных балок срезу рассматривают до и после образования трещин. Сопротивление балок срезу без поперечного армирования падает по мере увеличения высоты поперечного сечения [10, 13].

### 2. Сопротивление балок срезу

Согласно результатам экспериментов добавление стальных фибр в бетон значительно улучшает сопротивление бетона срезу. Причина состоит в том, что стальные волокна могут трансформировать растягивающие напряжения

поперек трещин, создавая своеобразные мостики. К тому же, характер разрушения меняется за счет большей податливости [5, 15]. В результате балки проявляют сопротивление растягивающим напряжениям после трещинообразования [7, 9, 10, 14].

Из обзора литературы [1-16] можно заключить, что существуют различные формы разрушения при дискретном армировании: диагональная, вызванная растягивающими напряжениями, срез в сжатой зоне, раскол от среза. Диагональная трещина начинается от последней изгибающей трещины и постепенно тянется, все больше и больше склоняясь к месту приложения поперечной нагрузки. Срез в сжатой зоне наблюдается в узкой зоне, инициируемой трещиной под углом 45°, идущей поперек нейтральной оси до изгибающей трещины. Окончательно разрушение происходит в области нагрузки. Такое разрушение имеет место в пределах зоны среза при отношении ее к высоте, равном 1 и 2,5. Раскол происходит, когда это отношение меньше 1. Трещина среза имеет наклон от точки нагружения к опоре, что почти ликвидирует концепцию обычной диагональной трещины. В таких случаях напряжение среза значительно выше.

Зависимости норм АСІ [17] для среза приводят к непостоянству для большинства элементов, потому что стандарт CSA с упрощенным методом расчета на срез уступает консервативным прогнозам в пределах испытываемых балок. Для испытываемых балок с отношением зоны сдвига к высоте от 1 до 2,5 комбинация теории поля модифицированного сжатия и анализа распорных связей обеспечивает более точ-

ное решение [16]. Вопреки усилиям многочисленных исследователей, направленным на определение несущей способности бетона на срез, до сих пор существуют большие разногласия, касающиеся механизма регулирования среза в бетоне. Предлагаемые теории радикально варьируются от простой модели с 45° до очень сложных нелинейных механизмов разрушения. Приближенные методы расчета имеют эмпирическую или полуэмпирическую основу и получены на основе усредненного подхода к результатам экспериментов [16].

В настоящем исследовании анализируется влияние дискретного армирования стекловоло-

нами на характер разрушения балок от среза. Кроме того, сравнивается эффективность такого рода армирования и увеличения числа хомутов на сопротивление напряжениям среза.

### 3. Эксперименты

3.1. Испытываемые образцы и исследуемые параметры

Испытывались образцы длиной 900 мм с поперечным сечением 150x300 мм. Детали образцов представлена в табл. 1. На рис. 1 показаны детали установки и инструментария. Сопротивление бетона сжатию определялось как средняя величина при испытании трех кубиков 150x150x150 мм.

Таблица 1

№ группы	Образцы	Содержание волокон, %	Детали образцов			
			Вертикальные хомуты	Горизонтальные хомуты	Главная стальная арматура	Сжатая стальная арматура
Группа 1 (использование волокон)	B-30-S	0	D4@100мм	D4@100мм	2D16мм	2D12мм
	B-30-G1	0,75	D4@100мм	D4@100мм	2D16мм	2D12мм
	B-30-G2	1,5	D4@100мм	D4@100мм	2D16мм	2D12мм
Группа 2 (увеличение числа хомутов)	B-30-S	–	D4@100мм	D4@100мм	2D16мм	2D12мм
	B-30-S1	–	D4@75мм	D4@100мм	2D16мм	2D12мм
	B-30-S2	–	D4@50мм	D4@100мм	2D16мм	2D12мм

### 3.2. Процедуры испытаний

Нагрузка создавалась гидравлическим домкратом (550 кН), соединенным со стальной пространственной рамой. Нагрузка прикладывалась в двух точках (рис. 1, б), имела монотонный характер и статическую природу. Все образцы испытывались до разрушения.

### 3.3. Свойства материалов и смешивание

Для железобетонных балок использовался порландцемент, натуральный песок и гравий. Последние были очищены, в том числе от органических веществ. При смешивании была использована питьевая вода. Заготовка всех образцов велась при относительной влажности 95%.

Сухой песок и цемент смешивались механическим способом, а после добавления воды тщательно перемешивались. Эта операция продолжалась до получения массы одинакового цвета. Использовались весовые пропорции материалов. Бетон укладывался в формы с покрытыми маслом внутренними поверхностями. Средняя величина сопротивления сжатию без стекловолокон составила 23 МПа, а при их наличии 0,75 и 1,5% - 25 и 26 МПа соответственно.

Стекловолокна длиной 150 мм имели модуль Юнга 72 ГПа, модуль сдвига 29,1 ГПа, предел прочности на растяжение 1600 МПа и предельную деформацию растяжения 0,022.

### 3.4. Экспериментальное оборудование

Величина нагрузки, имеющей точность 0,1 кН, регистрировалась на мониторе, соединенном

с нагрузочной камерой. Балки испытывались при использовании ступенчатой процедуры нагружения. Использовались два электрических измерительных прибора – один в середине пролета на главной стальной арматуре, другой – в середине вертикального хомута на расстоянии от опоры, равном половине высоты сечения. Деформации в среднем сечении измерялись с помощью тензодатчиков. Измерение перемещений и деформаций производилось на каждой ступени нагружения.

### 4. Результаты экспериментов и их анализ

#### 4.1. Предельные нагрузки

Как видно из в табл. 2, при использовании волокон в количестве 0; 0,75 и 1,5% предельная нагрузка составила 120, 130 и 160 кН соответственно. Таким образом, она выросла на 33%. С другой стороны, при использовании хомутов D4@100 мм, D4@75 мм и D4@50 мм предельная нагрузка составила 120, 140 и 170 кН соответственно. Таким образом, она выросла на 45%. Из этого можно заключить, что использование дискретного армирования стекловолокном создает значительный эффект в отношении предельной нагрузки для балок с отношением пролета к высоте, равным 2,5. Тем не менее при увеличении числа хомутов предельная нагрузка возрастает по сравнению с вариантом дискретного армирования стекловолокном.

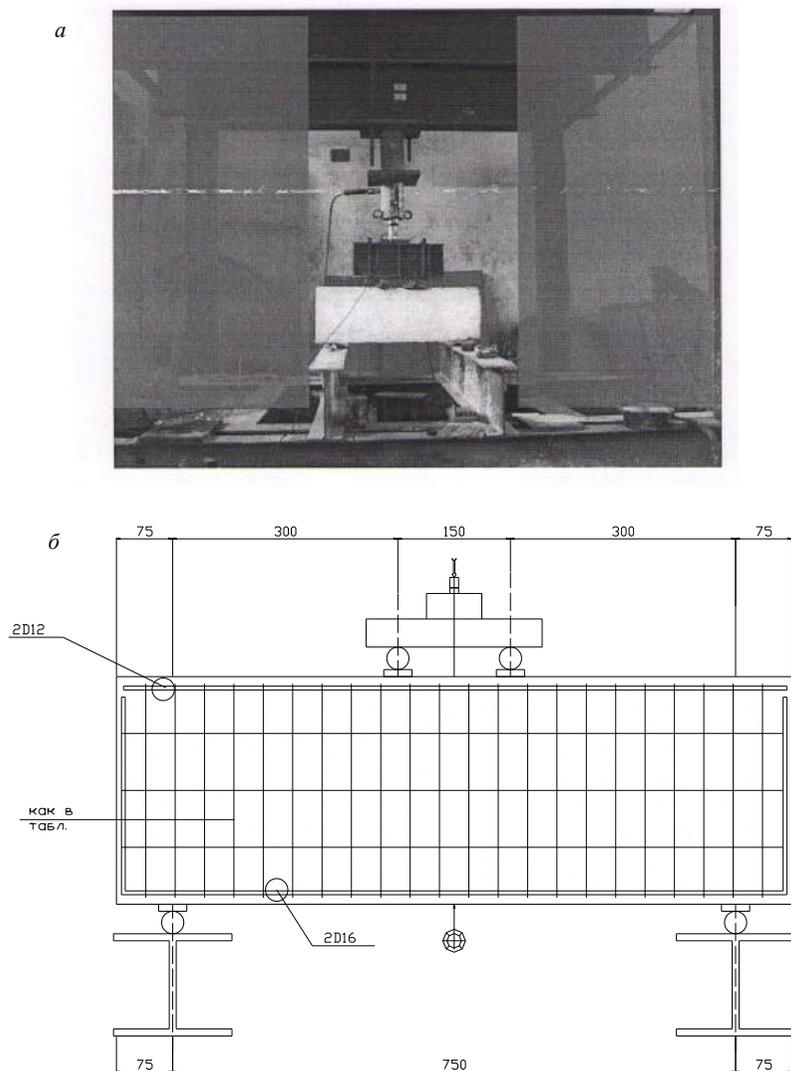


Рисунок 1. Установка (а) и схема нагружения образцов (б)

Таблица 2

Предельная нагрузка испытываемых образцов			
Образцы	Предельная нагрузка, кН	Процент увеличения контрольный	Форма разрушения
В-30-S	120		Срез в зоне сжатия
В-30-G1	130	8	Срез в зоне сжатия
В-30-G2	160	33	Диагональный срез
В-30-S1	140	17	Срез в зоне сжатия
В-30-S2	175	45	Срез в зоне сжатия

4.2. Кривые «нагрузка-перемещение»  
Зависимости между нагрузкой и перемещением показаны на рис. 2 и 3. В упругой стадии наблюдается незначительный эффект увеличе-

ния процента стекловолокон или числа хомутов. После появления трещины перемещение при той же нагрузке увеличивается с увеличением процента дискретного армирования.

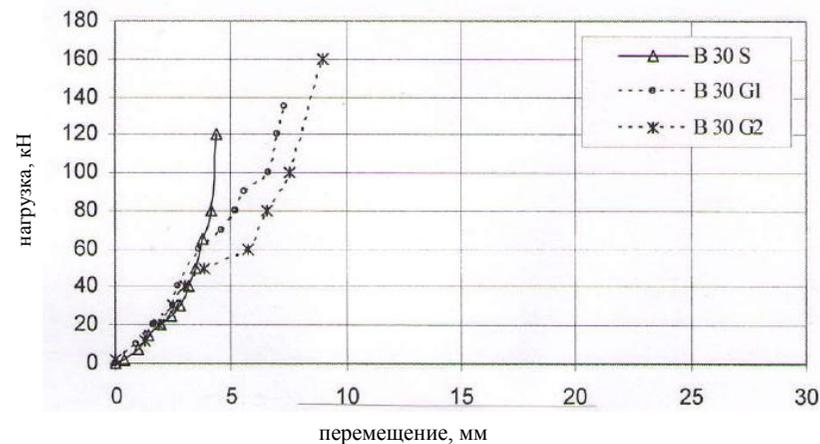


Рисунок 2. Кривая «нагрузка-перемещение» для балок группы №1

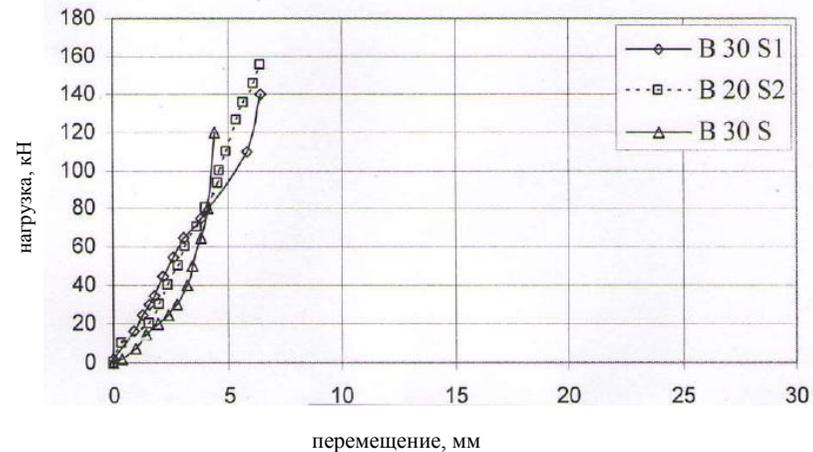


Рисунок 3. Кривая «нагрузка-перемещение» для балок группы №2

Из анализа кривой «нагрузка-перемещение» (рис. 2) можно заключить, что податливость железобетонных балок возрастает при использовании дискретных стекловолокон.

4.3. Деформации в середине пролета

На рис. 4 показаны эпюры деформаций балок в середине пролета. Можно заметить, что имеются три зоны: 1) верхняя со сжимающими напряжениями, ее высота составляет 0,15-0,2

высоты балки; 2) нижняя с растягивающими напряжениями, ее высота составляет 0,2-0,3 высоты балки; 3) средняя зона с обычно малыми растягивающими напряжениями. Сравнение поведения групп 1 и 2 балок показывает, что при использовании дискретных волокон зона сжимающих напряжений уменьшается, а зона растягивающих напряжений увеличивается.

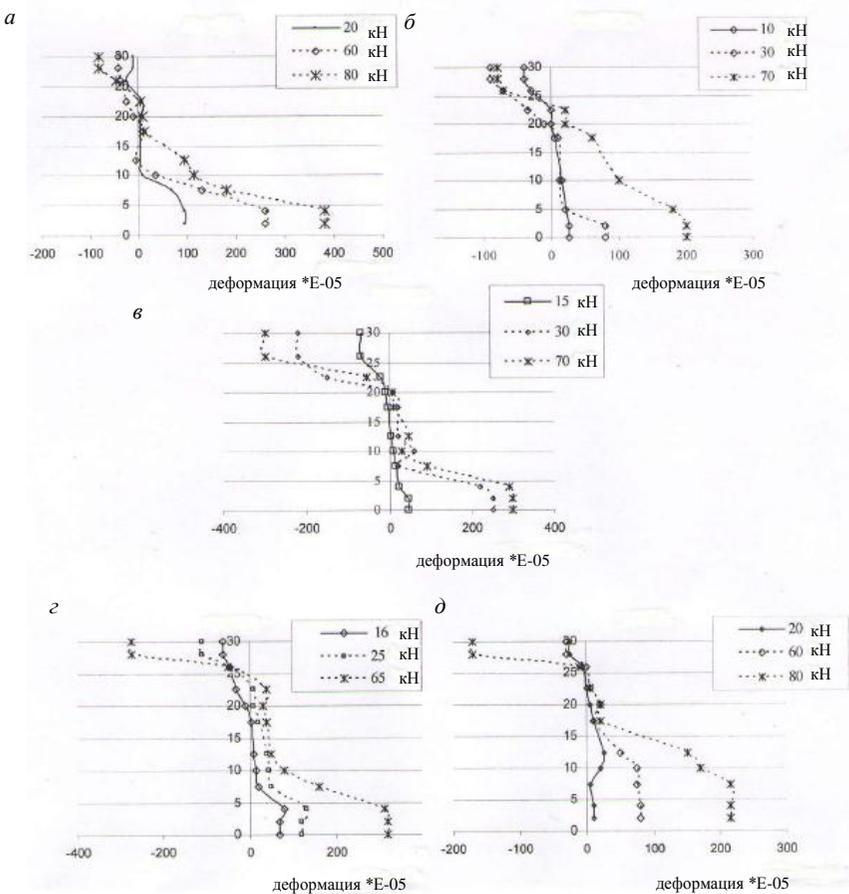


Рисунок 4. Эпюры деформаций в среднем сечении для балок

4.4. Очертания трещин и характер разрушения

Характер разрушения образцов показан на рис. 5. Можно видеть, что при использовании дискретных стекловолокон число трещин возрастает, но они становятся тоньше. Для образцов B-30-G2 и B-30-S2 напряжения увеличивались в окрестности точек приложения нагрузки и большие трещины наблюдались пред разрушением. В процессе нагружения для первой группы образцов трещины появлялись раньше, чем для второй группы.

Для второй группы образцов трещины распространялись и были более очевидными при величинах 0,65 – 0,75 от предельной нагрузки. В первой группе образцов это можно легко заме-

тить при величинах 0,5 – 0,6 от предельной нагрузки.

Поверхность разрушения образцов располагалась по диагонали для образцов без волокон и по диагонали с некоторым изгибом для первой группы.

5. Эффект отношения пролета к высоте сечения

Сравним результаты испытаний и результаты в обзоре [3] при одинаковых свойствах материалов и экспериментальных установках. Зависимости «предельная нагрузка – содержание волокон» при различных отношениях пролета к высоте сечения (L/d) показаны на рис. 6 и 7. Предельные нагрузки при L/d = 2,5 и L/d = 4 и соотношения между ними даны в табл. 3.

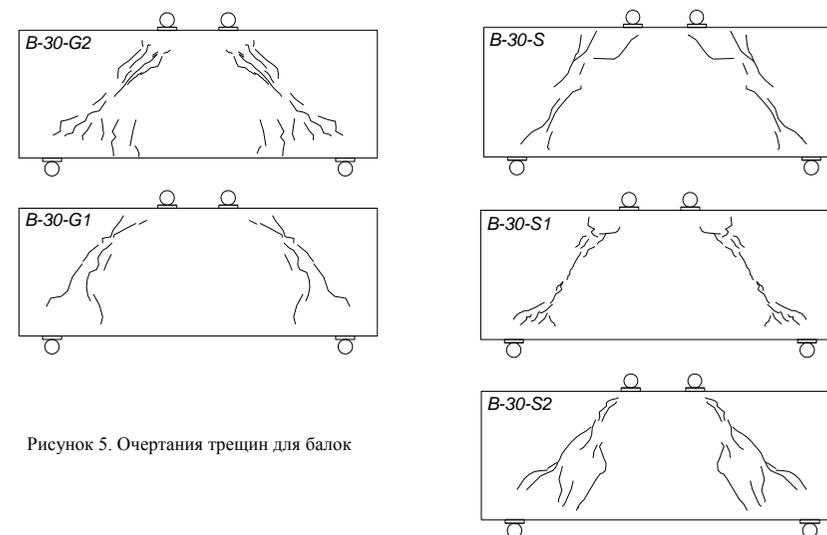


Рисунок 5. Очертания трещин для балок

В общем, изменение величины L/d от 4 до 2,5 увеличивает предельную нагрузку в 3 раза. При использовании же дискретных стекловолокон в количестве 0,75 и 1,5 % нагрузка увеличивается в 2,17 и 2,46 раза соответственно. Из этого можно заключить, что с увеличением высоты эффективность дискретного армирования снижается. При использовании же количества хо-

мутов от 10 до 15 и 20 нагрузка увеличивается в 3; 2,55 и 3 раза соответственно. Из этого можно заключить, что использование дискретных стекловолокон менее эффективно, чем увеличение количества хомутов. Но из сравнения очертаний трещин и характера разрушения можно установить, что сопротивление образца выше, когда используется дискретное армирование.

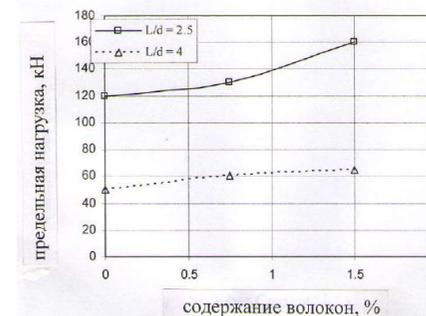


Рисунок 6. Зависимость предельной нагрузки от процента содержания волокон

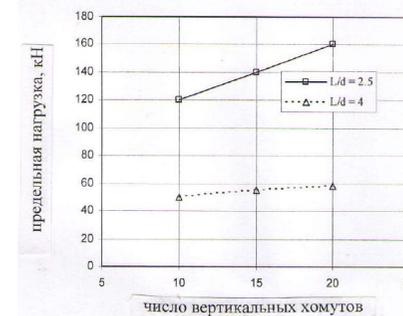


Рисунок 7. Зависимость предельной нагрузки от числа вертикальных хомутов

Сравнение предельных нагрузок при L/d = 2,5 и L/d = 4

Образцы	Предельная нагрузка, кН			Напряжения (Q/bd), МПа		
	$P_{L/d=2,5}$	$P_{L/d=4}$	$P_{L/d=2,5}/P_{L/d=4}$	$V_{L/d=2,5}$	$V_{L/d=4}$	$V_{L/d=2,5}/V_{L/d=4}$
B-30-S	120	40	3,00	1,34	0,9	1,5
B-30-G1	130	60	2,17	1,45	1,34	1,08
B-30-G2	160	65	2,46	1,78	1,44	1,23
B-30-S1	140	55	2,55	1,56	1,22	1,27
B-30-S2	175	58	3,00	1,95	1,28	1,51

Таблица 3

Когда величина  $L/d = 4$ , очертания трещин изменяются от трещин среза до изгибных трещин. Число трещин в образцах при  $L/d = 2,5$  возрастает в нижних частях балки ближе к опорам. Нагрузка трещинообразования уменьшается с увеличением предельной нагрузки. Сравнение напряжений в балках с величинами  $L/d$ , равными 2,5 и 4 показывает, что напряжения среза при  $L/d = 2,5$  больше, чем при  $L/d = 4$ . Их отношения в случае использования волокон меньше, чем при увеличении количества хомутов. Следовательно, при увеличении отношения пролета к высоте сечения эффективность использования дискретного стекловолокна возрастает.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Altoubat, Salah, and et al. Shear Behavior of Macro-Synthetic Fiber-Reinforced Concrete without Stirrups // *ACI Materials Journal*. V. 106. – 2009. – № 4. – P. 381-389.
2. Ashour, S. A., and et al. Shear Behavior of High-Strength Fiber-Reinforced Concrete Beams // *ACI Structural Journal*. V. 89. – 1992. – № 2. – P. 176-184.
3. Ata El-kareim S.S. Experimental Analysis on the Shear Behavior of R.C Beams Using Discrete Glass Fiber // *received Journal of Engineering and Applied Science*, Cairo University in 20/1/2011.
4. Calogero Cucchiara and et al. Effectiveness of stirrups and Steel Fibers as Shear Reinforcement // *Cement and Concrete Composites*. V. 26. – 2004. – Issue 7. – P. 777-785.
5. Choi, Kyoung-Kyu, Park, Hong-Gun, Wight, James K. Shear strength of Steel Fiber-Reinforced Concrete Beams without Web Reinforcement // *ACI Structural*. V. 104. – 2007. – № 5. – P. 638-646.
6. Daniel Palermo and Frank J. Vecchio. Compression Field Modeling of Reinforced Concrete Subjected to Reversed Loading: Formulation // *ACI Structural Journal*. V. 100. – 2003. – № 5. – P. 615-625.
7. Evan C. Bentz, and et al. Simplified Modified Compression Field Theory for Calculating Shear Strength of Reinforced Concrete Elements //

*ACI Structural Journal*. V. 103. – 2006. – № 4. – P. 614-624.

8. Khuntia, M. et al. Shear Strength of Normal and High-Strength Fiber Reinforced Concrete Beams without Stirrups // *ACI Structural Journal*. V. 96. – 1999. – № 2. – P. 282-289.

9. Shah R.H., Fellow and S.V. Mishra. Crack and Deformation Characteristics of SFRC Deep Beams // *IE (I) Journal*. CV. V. 85. – May 2004. – P. 44-48.

10. Shioya, T. and et al. Shear Strength of Large Reinforced Concrete Beams // *ACI Structural Journal*. V. 118. – 1990. – № 1. – P. 259-280.

11. Remigijus Šalna and Gediminas Marčiukaitis. The Influence of Shear Span Ratio on Load Capacity of Fiber Reinforced Concrete Elements with Various Steel Fiber // *Journal of Civil Engineering and Management*. V. 13. – 2007. – № 3. – P. 209-215.

12. Voo Y.L. and Foster S.J. The Shear Strength of Steel Fiber Reinforced Ultra-high Performance Concrete Beams without Stirrups // 5th Int. Specialty Conference on fiber reinforced materials: 28-29 August 2008, Singapore.

13. Yoon-Keun Kawk and et al. Shear Strength of Steel Fiber Reinforced Concrete Beams without Stirrups // *ACI Structural Journal*. V. 99. – 2002. – № 4. – P. 530-538.

14. Zazaris, Prodromos D., Zazaris, Ioannis P. Shear Strength of Reinforced Concrete Beams under Uniformly Distributed loads // *ACI Structural Journal*. V. 105. – P. 711-719.

15. Ata El-kareim S.S. Efficiency of Used Glass Fiber in Reinforced Concrete and Concrete Elements // PhD Thesis, Technology of building materials, Belgorod, Russia, 2005. – 160 p.

16. Wassim M. Ghannoum. Size Effect on Shear Strength of Reinforced Concrete Beams // Master Thesis, Department of Civil Engineering, Montréal, Canada, 1998. – 115 p.

17. ACI Committee 318, Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318-2008) and Commentary – ACI 318, American Concrete Institute, 2008. – 369 p.

18. CSA Standard A23.3-04 «Design of Concrete Structures», Canadian Standards Association, Ontario, Canada. 2004.

**Строкова В. В., советник РААСН, д-р техн. наук, проф.,  
Череватова А. В., д-р техн. наук, проф.,  
Павленко Н. В., канд. техн. наук,  
Мирошников Е. В., канд. техн. наук,  
Шаволава Н. А., д-р техн. наук, проф.**

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

#### ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ НАНОСТРУКТУРИРОВАННОГО ВЯЖУЩЕГО ПРИ ПОЛУЧЕНИИ ЛЕГКОВЕСНЫХ ЯЧЕЙСТЫХ КОМПОЗИТОВ\*

strokova@intbel.ru

*Описаны основные принципы получения пенобетона на основе наноструктурированного вяжущего (НВ). Представлена комплексная взаимосвязь факторов, определяющих фазовый состав и межфазовые взаимодействия в минерализованной пеносистеме и конечных характеристик пенобетона, зависящих от особенностей механизма структурообразования при формировании.*

*Приведенные результаты исследований подчеркивают преимущества пенобетона на основе НВ перед существующими аналогами.*

**Ключевые слова:** наноструктурированное вяжущее (НВ), пенобетон, пеносистема.

Развитие рыночных отношений в экономике страны вызвало резкий рост цен на энергоносители. В связи с этим встала задача экономии энергоресурсов, в том числе и снижения энергозатрат при эксплуатации зданий. В связи с этим традиционные и широко применяемые в строительстве стеновые материалы, такие как керамический и силикатный кирпич, легкие бетоны на различных пористых заполнителях и другие, оказались неэффективными.

В большей степени отвечают современным требованиям легковесные ячеистые композиты. Ячеистые бетоны, получаемые путем пенообразования, на сегодняшний день являются наиболее эффективным теплоизоляционным материалом, широко применяемым при строительстве.

Характеристики и качество пенобетона напрямую зависят от его структуры, которая формируется в процессе активации и минерализации пены. Огромное влияние на свойства ячеистого композита оказывают сырьевые компоненты, главным образом пенообразователи и вяжущие вещества.

Основными сырьевыми компонентами для производства пенобетона являются вяжущие вещества, в качестве которых, как правило, используют портландцементы различных типов и классов по прочности, песок.

В настоящее время достаточно большое количество работ, направленных на получение эффективных теплоизоляционных материалов ячеистой структуры, связаны с повышением удельной поверхности сырьевых компонентов. Использование мелкодисперсного вяжущего и заполнителей, выбор правильных режимов активации пены и перемешивания пенобетонной смеси обеспечивает создание однородной формочной массы.

Цементная промышленность выпускает достаточно широкий ассортимент цемента, отличающийся по марочной прочности и вещественному составу.

В базовой для строительства отрасли – цементной промышленности объем инвестиций на 1 тонну цемента возрастает от 5–6 долларов на тонну мощности в год при поддержании и ремонте существующих мощностей, до 250–300 долларов на тонну при строительстве новых заводов. При сохранении нынешней ситуации в отрасли уже в скором времени на рынке возникнет устойчивый дефицит цемента, особенно по его высшим маркам.

Немало важным является постоянный рост цен на цемент и отрицательное влияние его производства на экосферу. Особенно актуальна эта проблема для северных, восточных регионов нашей страны, где отсутствуют крупнотоннажные предприятия по производству цемента, а стоимость импортного материала неоправданно высока. В настоящее время появилось много интересных предложений по технологии получения малоцементных и бесцементных автоклавных ячеистых бетонов, а также по формированию безавтоклавных изделий на основе обычных цементов и новых вяжущих веществ.

В связи с этим перспективным является создание альтернативных вяжущих, способных частично или полностью заменить цемент в наиболее широком диапазоне классов строительных материалов. К таким вяжущим можно отнести бесцементное наноструктурированное вяжущее.

Присутствие в смеси частиц твердой фазы различного гранулометрического состава положительно сказывается на свойствах материала. Это позволяет существенно повысить однород-

ность распределения пор в объеме материала и получить пенобетон с меньшей объемной массой.

В течение последних 30 лет ведутся научные исследования по разработке новых вяжущих на основе кремнеземсодержащего или алюмосиликатного сырья, имеющих принципиально отличающийся характер твердения. Возможность получения вяжущих, твердеющих преимущественно по безгидратационному механизму была предсказана еще В. Н. Юнгом [1]. Основополагающими в процессе разработки высококонцентрированных вяжущих систем, которые являлись предшественниками наноструктурированных вяжущих, явились работы Ю.Е. Пивинского по керамическим материалам на основе кварцевого стекла. Но данный тип вяжущего оказался мало пригоден для промышленности строительных материалов, что связано с реотехнологическими характеристиками системы. В работе А.В. Череватовой было предложено и подтверждено экспериментально применение комплекса модифицирующих добавок, что позволило повысить технологичность применения вяжущего [2]. Получение наноструктурированного вяжущего происходит за счет направленной пространственной оптимизации структуры вяжущего при введении модифицирующих добавок. Наноструктурированное вяжущее на основе кварцсодержащего сырья применялось для получения пенобетона, что позволило создать ячеистый композит с улучшенными эксплуатационными характеристиками [3]. Можно сделать вывод о перспективности применения НВ для получения эффективных теплоизоляционных материалов неавтоклавного твердения.

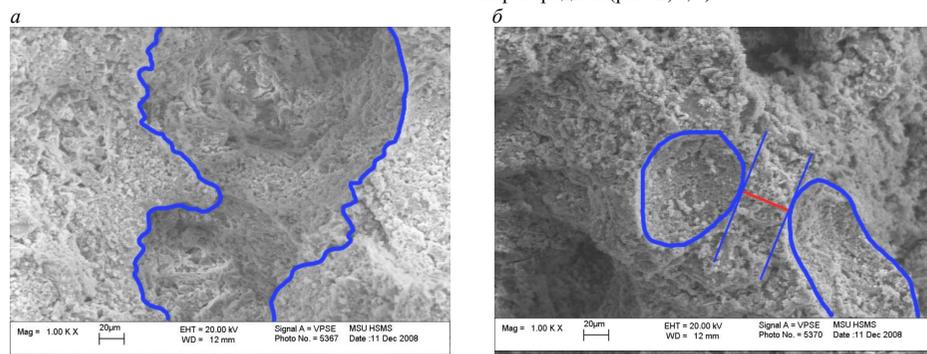


Рисунок 1. Микроструктура пенобетона на основе ВКВС

Толщина межпоровой перегородки в структуре пенобетона на основе НВ составляет 4,5 мкм, в то время как максимальная толщина межпорового пространства 30 мкм (рис. 2, б),

Для получения легковесных ячеистых композитов использовались высококонцентрированные вяжущие системы (ВКВС) и наноструктурированное вяжущее (НВ) негидратационного типа твердения. Дисперсность вяжущего оказывает значительное влияние на особенности получения пеномассы и на характеристики получаемого материала при структурообразовании. Высококонцентрированные и наноструктурированные вяжущие негидратационного твердения отличаются по концентрации слагаемого наноразмерного вещества. Для ВКВС характерно присутствие до 2 % частиц наноразмера, для НВ – до 10 % соответственно. С целью обоснования выбора наноструктурированного вяжущего для получения легковесного пенобетона, проведен анализ характера формирования поровой структуры композита на основе высококонцентрированных вяжущих систем (рис. 1) и на основе наноструктурированного вяжущего (рис. 2).

Характер поровой структуры образцов на основе ВКВС определяется наличием рваных, сообщающихся пор большей частью неправильной формы (рис. 1, а) при этом общая масса, слагающая пенобетон, отличается высокой степенью рыхлости, отсутствием ярко выраженных изометричных пор, изолированных друг от друга, и достаточно широкими межпоровыми перегородками (рис. 1, а, б). Микроструктура пенобетона на основе наноструктурированного вяжущего имеет ярко выраженную ячеистую структуру (рис. 2, а, з) с изометричными порами и более гладкими по сравнению с материалами на основе ВКВС стенками пор, четко выраженными границами между отдельными порами, которые отличаются более тонкой межпоровой перегородкой (рис. 2, в, з).

можно получение материала со значительно меньшей плотностью. Более рыхлая структура основной массы пенобетона на основе ВКВС объясняет возможность снижения прочности материала на основе данного типа вяжущего. Характер внутренней части поры в структуре пенобетона на основе НВ более гладкий и даже при высоком увеличении четко выражена изометричность пор (рис. 2, з). Микроструктура межпорового пространства повторяет картину, которую наблюдали при изучении структуры вяжущих. Основная масса пенобетона сложена

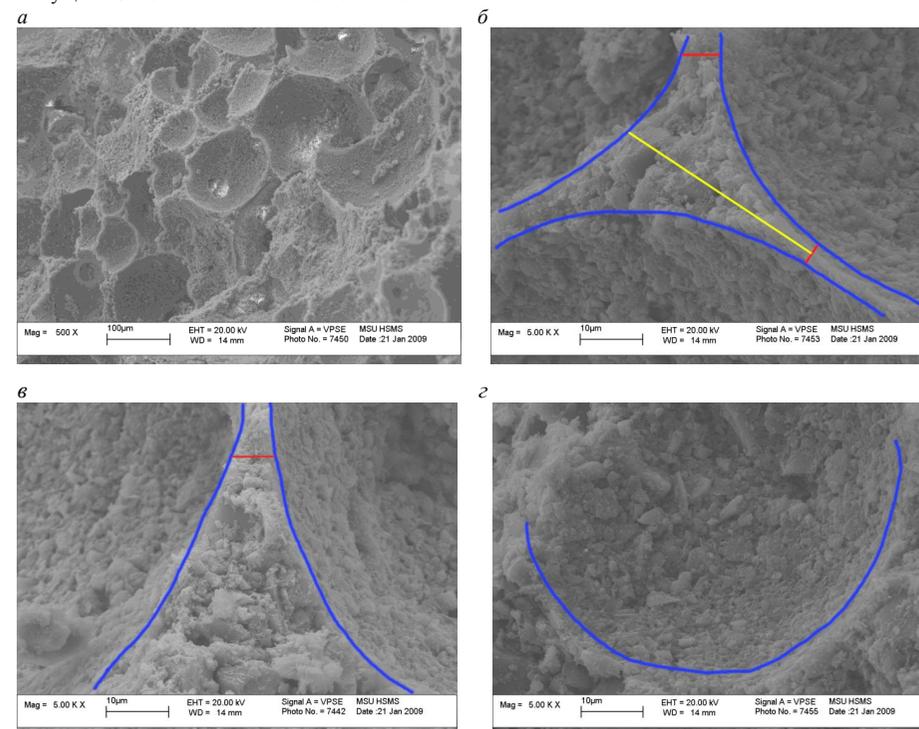
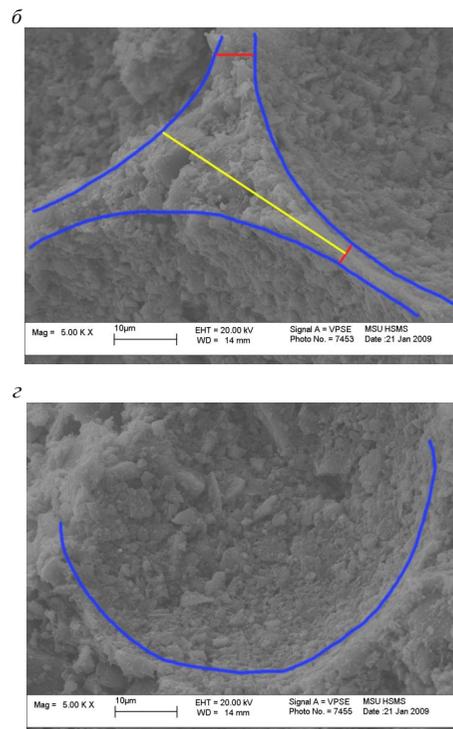


Рисунок 2. Микроструктура пенобетона на основе НВ

Исходя из анализа микроструктуры систем на основе различных вяжущих, можно сделать вывод о перспективности применения наноструктурированного вяжущего для получения легковесных ячеистых композитов без ухудшения структуры материала, что выражается в высоких технико-эксплуатационных показателях синтезируемых композитов. Использование НВ при получении пенобетонов позволит снизить плотность последних за счет формирования более плотной упаковки частиц и, как следствие, более прочных межпоровых перегородок.

полидисперсным обломочным материалом с высокой степенью плотности упаковки на НВ и более рыхлой структурой материала на основе ВКВС. Омоноличивание кремнеземистого вещества наиболее ярко проявляется на фотографиях микроструктуры пенобетона на основе наноструктурированного вяжущего, т.к. наблюдаются участки, где практически отсутствуют границы между отдельными зернами – линия перехода зерен различной дисперсности при отсутствии четких границ.



Высокая плотность межпоровой перегородки подтверждена анализом нанопористости пенобетона, определенная с помощью многооточечного метода БЭТ. Показатель пористости межпоровой перегородки, наличие наноразмерных пустот и дефектов, оказывают значительное влияние на характер поровой структуры материала и его технико-эксплуатационные характеристики. Ячеистые материалы на различных типах вяжущего проранжированы по степени увеличения нанопористости в ряду: цемент – ВКВС – НВ. Наименьшая нанопористость характерна

для ячеистых легковесных композитов на основе наноструктурированного вяжущего негидратационного твердения. Повышенная нанопористость, характерная для материалов на основе высококонцентрированных и цементных вяжущих, свидетельствует и объясняет более рыхлую микроструктуру материала и приводит к снижению прочностных характеристик.

Наиболее перспективным, с точки зрения применения к пенобетонам, является вяжущее с большим количеством нанодисперсного вещества, которое способствует формированию плотнейшей упаковки из полидисперсного минерального вещества, что будет обеспечивать более высокие прочностные характеристики, при снижении расхода вяжущего на единицу объема вещества, за счет его высокой подвижности. Использование НВ в качестве вяжущего при производстве пенобетона способствует формированию однородной поровой структуры. При этом формируется плотная и прочная межпоровая перегородка, за счет присутствия частиц наноразмерного уровня, которые выступают в качестве наноразмерного заполнителя микро- и нанопустот, что обеспечивает достаточные прочностные характеристики ячеистого композита.

*\*Данная работа выполнена при финансовой поддержке в рамках федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы научно-исследовательские работы по лоту «Проведение научных исследований коллективами научно-образовательных центров в области нанотехнологий и наноматериалов» шифр «(2010-1.1-207-075)» по теме «Создание нового класса минеральных наноструктурированных вяжущих негидратационного типа твердения для производства высококачественных строительных материалов различного функционального назначения» (шифр заявки «2010-1.1-207-075-134»).*

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Юнг В.Н. Основы технологии вяжущих веществ / В.Н. Юнг. – М.: Стройиздат, 1951. – 540 с.
2. Комплексная модифицирующая органоминеральная добавка для алюмосиликатных огнеупорных систем на основе высококонцентрированных керамических вяжущих суспензий / Н.А. Шаповалов, А.В. Череватова, А.А. Слюсарь и др // Химия и химическая технология. – 2003. – Т. 46, вып. 5. – С. 137–140.
3. Череватова А.В. Пенобетон на основе наноструктурированного вяжущего / А.В. Череватова, Н.В. Павленко // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2009. – № 3. – С. 115–119.

*Лесовик В. С., член-корр. РААСН, д-р техн. наук, проф.,  
Агеева М. С., канд. техн. наук, доц.,  
Денисова Ю. В., канд. техн. наук, доц.,  
Иванов А. В., аспирант*

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

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ ВЯЖУЩИХ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ДОЛГОВЕЧНОСТИ БРУСЧАТКИ БЕТОННОЙ

ageevams@yandex.ru

*Повышение физико-механических показателей мелкозернистых бетонов, используемых для изготовления брусчатки бетонной, возможно путем создания оптимизированной структуры цементной матрицы за счет применения шлака в качестве наполнителя при производстве композиционных вяжущих при их совместном помоле.*

**Ключевые слова:** композиционное вяжущее, шлак, отсев кварцитопесчаника, удельная поверхность, сроки схватывания, прочность.

С развитием малоэтажного индивидуального строительства такие понятия, как ландшафтный дизайн и благоустройство территории, стали неотъемлемой частью жизни и кардинально изменили облик не только дачных участков, но и городских улиц.

Тротуарная плитка давно и прочно вошла в облик современного города. Отличительной особенностью тротуарных покрытий из брусчатки являются широкая цветовая гамма и разнообразие конфигураций. Высокие эксплуатационно-технические свойства брусчатки, в том числе высокая морозостойкость обеспечивают многолетний срок службы плитки даже в условиях городской эксплуатации [1].

Известно, что первостепенное значение для дорожного покрытия имеют показатели прочности и морозостойкости (долговечности) материала, из которого это покрытие изготовлено [2]. Тенденция использования изделий из вибропрессованного бетона в местах с интенсивным движением автотранспорта в сочетании с агрессивным воздействием антиобледенителей при попеременном замораживании и оттаивании приводит к тому, что физико-механические характеристики бетонных изделий, указанные в нормативно-технической литературе, оказываются недостаточными. В ряде случаев такие изделия подвергаются воздействию биологически-агрессивных сред.

Морозостойкость цементного камня напрямую зависит от величины общей пористости и ее характера. Уменьшение общей пористости достигается, снижением водоцементного отношения при изготовлении бетона. Бетон с низким В/Ц классифицируется как жесткий бетон [3-4].

Однако в отличие от подвижных смесей в жестких бетонных смесях наблюдается дефицит жидкой фазы, где почти вся вода затвердения уходит на смачивание поверхности компонентов

жесткой бетонной смеси. Поэтому для повышения эффективности таких бетонов необходимо применять специально подобранные компоненты для его изготовления. Представляется, что наиболее целесообразным будет использование для производства вибропрессованной тротуарной плитки высокопрочного тонкомолотого композиционного вяжущего с использованием шлака в качестве наполнителя. Традиционным преимуществом шлаковых цементов по сравнению с портландцементными являются их большая стойкость к химическим воздействиям, низкая теплота гидратации и экономичность.

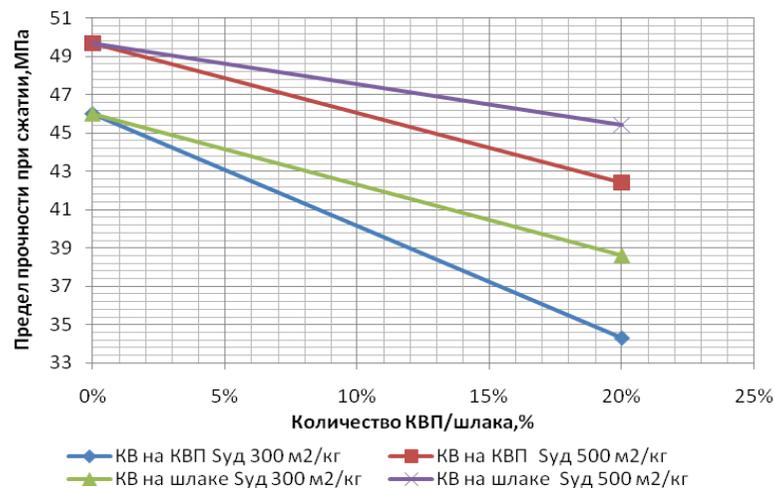
Были проведены исследования по оценке возможности приготовления комплексного вяжущего путем раздельного помола компонентов и последующего их смешивания. Клинкер, клинкер с добавкой Tricosal 181 (0,5% от общего количества) и наполнители – шлак и отсев дробления кварцитопесчаника (отсев КВП) в количестве 20 % предварительно размалывали раздельно до  $S_{уд} = 300 \text{ м}^2/\text{кг}$  и до  $500 \text{ м}^2/\text{кг}$ , а затем перемешивали вручную (рис. 1).

Установлено, что введение 20 % как гранулированного шлака, так и отсева КВП при их раздельном помоле снижает конечную прочность вяжущих по сравнению с исходным клинкером. При этом минимальные прочностные показатели имеет  $S_{уд} = 500 \text{ м}^2/\text{кг}$  при естественном твердении, и при тепловлажностной обработке (ТВО) при 95 град (2-6-2 ч).

Интересно, что даже при более низкой удельной поверхности  $S_{уд} = 300 \text{ м}^2/\text{кг}$  вяжущее на основе шлака при естественном твердении в 28 суточном возрасте имеет прочность равную прочности вяжущего на основе отсева КВП при  $S_{уд} = 500 \text{ м}^2/\text{кг}$ . Это объясняется более высокой активностью шлака и особенно замолотого по сравнению с отсевом КВП. А также тем, что шлаку присуще увеличение скорости гидрата-

ции в поздние сроки. Затвердевший шлакопортландцементный камень обычно характеризуется меньшим содержанием кристаллического портландита, частично связанного зернами шлака и а

более плотной гидросиликатной гелевой структурой. Этими особенностями структуры объясняются высокая водонепроницаемость и устойчивость к агрессивным средам.



б

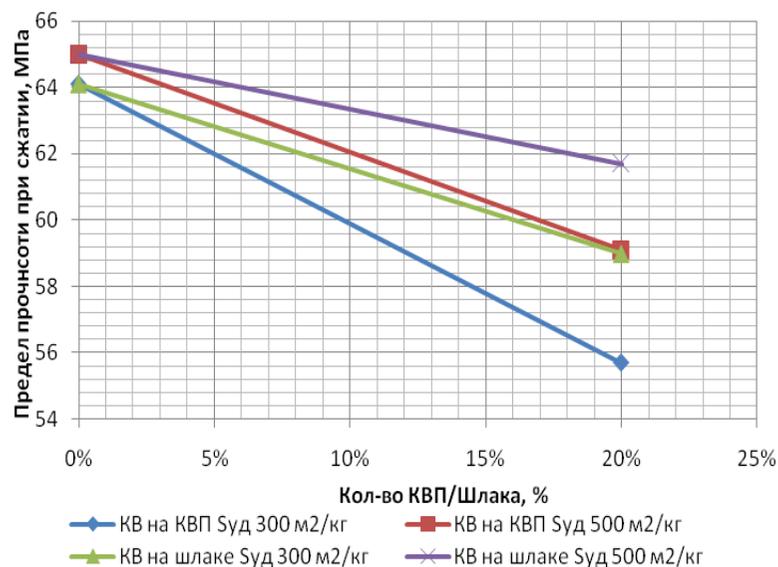


Рисунок 1. Влияние количества отсева дробления КВП и шлака при постоянном введении добавки "Tricosal 181" при раздельном помоле на прочностные показатели: а - после ТВО; б - после 28 суток твердения.

При ТВО прочность КВ на основе шлака не достигла значений прочности КВ на основе отсева КВП. Но в обоих случаях помол до  $S_{уд} = 500 \text{ м}^2/\text{кг}$  позволил значительно повысить ак-

тивность вяжущих. Более тонкий помол особенно актуален при использовании шлака, чтобы иметь возможность полностью проявить ему свои гидравлические свойства. Однако, на наш

взгляд, добиться тщательной гомогенизации вяжущего при раздельном помоле и дальнейшем смешивании чрезвычайно проблематично. Поэтому представляется целесообразным добиться повышения гидравлической активности вяжущего именно при совместном помоле клинкера и шлака.

Для определения влияния на активность композиционного вяжущего способа помола (совместный или раздельный) нами были получены композиционные вяжущие того же состава

ва путем совместного помола компонентов до удельной поверхности  $S_{уд} = 500 \text{ м}^2/\text{кг}$ .

Установлено, что при совместном помоле клинкера как со шлаком, так и с отсевом КВП прочность остается выше у всех образцов по сравнению с вяжущими, полученными при раздельном помоле. (рис.2). Как и при раздельном помоле прочность вяжущего на основе шлака значительно выше прочности вяжущего на основе отсева КВП. И в 28-суточном возрасте прочность КВ на основе шлака даже превысила прочность размоленного клинкера.

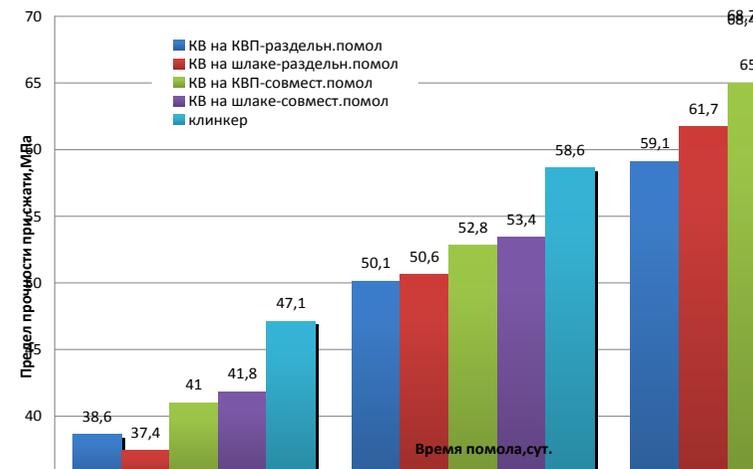


Рисунок 2. Кинетика набора прочности вяжущих при различных способах получения  $S_{уд} = 500 \text{ м}^2/\text{кг}$ : КВП – отсев дробления кварцитопесчанника, КВ – композиционное вяжущее

Таким образом, подбирая минералогический состав цемента с определенным соотношением компонентов, можно воздействовать на структуру и физико-механические свойства бетона в необходимом направлении. Эффективные наполнители имеют полифункциональное значение в синтезе материалов с заранее заданными свойствами.

Установлено, что при раздельном помоле и дальнейшем смешении клинкера как со шлаком, так и с отсевом КВП прочность остается выше у всех образцов с добавкой шлака и при ТВО, и естественного твердения. Что объясняется его более высокой активностью по сравнению с отсевом КВП. Максимальную прочность имеет КВ на основе шлака при их совместном помоле.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гридчин, А.М. Обжиговая технология производства тротуарной плитки / А.М. Гридчин, В.В. Строкова, А.В. Шамшуков // Вестник БелГТАСМ. 2001. – № 1. – С.33-35.
2. Коряков, В. П. Жесткий цементобетон// Автомобильные дороги. – 1988. - №9. -с. 20-21.
3. Баженов, Ю.М. Новому веку – новые бетоны //Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2000. – № 2. – С. 10–11.
4. ТУ 5746-017-01331012-01. Брусчатка бетонная. Технические условия.

Клюев С. В., канд. техн. наук, доц., докторант  
Лесовик Р. В., д-р техн. наук, проф.,  
Рубанов В. Г., д-р техн. наук, проф.

Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова

## РАСЧЕТ ИЗГИБАЕМЫХ КОНСТРУКЦИЙ УСИЛЕННЫХ КОМПОЗИТАМИ НА ОСНОВЕ УГЛЕРОДНОГО ВОЛОКНА

Klyuyev@yandex.ru

В статье рассмотрены вопросы усиления изгибаемых конструкций композитами на основе углеволокна. Представлена методика расчета изгибаемых конструкций усиленных композитами на основе углеволокна.

**Ключевые слова:** усиление, изгибаемые конструкции, углеродное волокно.

### Введение

Применение композиционных материалов в строительстве определено их эксплуатационными характеристиками. В сравнении с классическими материалами, композиты выигрывают по ряду параметров, они более прочные и долговечные, более легкие.

С развитием технологий изготовления композиционных материалов, производство их становится все более дешевым, что позволяет благодаря увеличенному сроку эксплуатации материалов добиться также снижения стоимости проекта, учитывая обслуживание и ремонт объектов.

Применение композитных материалов имеет ряд преимуществ по сравнению с традиционными методами усиления:

- высокая прочность при растяжении;
- коррозионная стойкость;
- простота применения;
- высокая усталостная прочность;
- отсутствие размерных ограничений.

Композиционные материалы на основе углеволокна могут быть использованы при ремонте и реконструкции мостов, путепроводов, тоннелей, резервуаров, подпорных стен, конструкций промышленных и общественных зданий, а также при проектировании новых строительных объектов [2].

Армированные волокном композиционные материалы, в зависимости от их состава и структуры, могут обеспечить самую высокую среди всех прочих материалов несущую способность, в частности, гораздо более высокую, чем у стали. У этого материала очень высокая удельная прочность. Еще одно важное достоинство таких армированных волокном синтетических смол – это их влагостойкость. Это обусловлено тем, что восприимчивость к влаге представляет собой очень серьезную проблему для всех других конструктивных и строительных материалов, будь то сталь, бетон или древесина: сталь ржавеет, бетон растрескивается, древесина гниет. Все эти

процессы крайне негативно влияют на прочностные характеристики сооружений.

Композиционные материалы будут все больше и больше использоваться как материал в наземном строительстве. Ремонт мостов (углеродная ткань, ламели), строительство вантовых мостов (ванты), армирование сооружений в сейсмоопасных регионах, усиление высотных сооружений и сложных инженерных конструкций. Учитывая многочисленные преимущества: легкость конструкции, долговечность эксплуатации, не подверженность коррозии, экологичность, большая свобода для проектирования; становится очевидной потребность России в композиционных материалах отечественного производства [3, 4].

Основным достоинством материалов является высокая удельная прочность (коэффициент конструктивного качества), отношение прочности к плотности, благодаря этому получают очень эффективные конструкции.

Успех применения композитных материалов для усиления строительных конструкций зависит не только от выбора эффективных композитов, но в значительной мере, от разрешения проблем совместности их работы с восстанавливаемой или усиливаемой конструкцией. Это связано с выбором материалов и технологий для ремонта деструктивной поверхности железобетона, обеспечивающих их высокую адгезию в подложке. Этот ремонтный слой, в свою очередь, должен быть надежным основанием для приклейки усиливающих композитных материалов и работать с ними совместно. Подготовка железобетонной конструкции к ремонту и последующему усилению должна включать мероприятия по блокированию коррозии арматуры, которая, как правило, развивается при первых признаках деструкции. Без этого, образующиеся продукты коррозии будут отрывать защитный слой из ремонтных материалов, что сведет на нет работы по наклейке композитов.

Система предусматривает использование материалов и технологии ремонта, обеспечивающих остановку и предотвращение дальнейшего развития коррозии арматуры и бетона, надежное сцепление ремонтных составов со старым бетоном, повышенную водонепроницаемость, морозостойкость и химическую стойкость. К числу таких материалов относятся: пенетрирующие ингибиторы коррозии арматуры; специальные латексные эмульсии для повышения сцепления со старым бетоном; полимерцементные сухие смеси с быстрым набором прочности; защитные покрытия для предотвращения проникновения ионов хлора; низковязкие эпоксидные составы для ремонта трещин и специальные эпоксидные компаунды для ремонта конструкций в условиях повышенной влажности и под водой [5].

В систему ремонта входит также усиление конструкций. Усиление конструкций осуществляется путем внешнего армирования особо высокопрочными тканями из углеродных и специальных стеклянных волокон на эпоксидном связующем. Армирующие элементы создаются наклейкой соответствующих тканей на отремонтированную поверхность специальными эпоксидными составами, обеспечивающими надежное сцепление с бетоном и ремонтными материалами.

На сегодняшний день усиление бетонных и железобетонных конструкций углеродными лентами широко применяется в Европе.

### 1. Расчет усиления углеродными лентами конструкций работающих на изгиб

При подборе площади сечения внешней арматуры из углеродных волокон нельзя допускать превышения граничных процентов армирования, установленных в СП 52-101-2003 [1]. Расчет по прочности нормальных сечений следует производить в зависимости от соотношения между значением относительной высоты сжатой зоны бетона  $\xi = x/h_0$ , определяемым из соответствующих условий равновесия, и значением граничной относительной высоты сжатой зоны  $\xi_R$ , при котором предельное состояние элемента наступает одновременно с достижением в рас-

тянутой стальной арматуре напряжения, равного расчетному сопротивлению  $R_s$ .

Значение граничной высоты сжатой зоны  $\xi_R$  определяют по формуле 6.11 [1]:

$$\xi_R = \frac{x_R}{h_0} = \frac{0,8}{1 + \frac{\varepsilon_{s,el}}{\varepsilon_{b,ult}}}, \quad (1)$$

где  $\varepsilon_{s,el}$  – относительная деформация растянутой арматуры при напряжениях, равных  $R_s$ ;

$\varepsilon_{b,ult}$  – относительная деформация сжатого бетона при напряжениях, равных  $R_b$ , принимаемая равной 0,0035.

Значение граничной относительной высоты сжатой зоны бетона с учетом углеродной ленты  $\xi_{Rf}$  определяют по формуле [5]:

$$\xi_{Rf} = \frac{x_{Rf}}{h} = \frac{\omega}{1 + \frac{R_{fu}}{\varepsilon_{bu1} E_f} \left(1 - \frac{\omega}{1,1}\right)}, \quad (2)$$

где  $R_{fu}$  – расчетная прочность внешнего армирования углеродной лентой принимаемая по следующей формуле  $R_{fu} \leq E_f \varepsilon_{fu}$  (где  $\varepsilon_{fu}$  – предельное значение относительной деформации удлинения углеродной ленты;  $E_f$  – модуль упругости углеродной ленты);

$\omega$  – характеристика сжатой зоны бетона, принимается равным  $\omega = 0,85 - 0,008R_b$  (где  $R_b$  – расчетное значение сопротивления бетона сжатию для предельных состояний первой группы);

$\varepsilon_{bu1}$  – предельная относительная деформация бетона принимается равным  $\varepsilon_{b0}$  для непродолжительного действия нагрузки и  $\varepsilon_{b2}$  для продолжительного. Значения предельных относительных деформаций бетона принимают равными при непродолжительном действии нагрузки:  $\varepsilon_{b0} = 0,002$  – при осевом сжатии;  $\varepsilon_{b00} = 0,0001$  – при осевом растяжении; при продолжительном действии нагрузки по табл. 1 в зависимости от относительной влажности окружающей среды [1].

Таблица 1

### Значения предельных относительных деформаций бетона

Относительная влажность воздуха окружающей среды, %	Относительные деформации бетона при продолжительном действии нагрузки					
	При сжатии			При растяжении		
	$\varepsilon_{b0} \cdot 10^3$	$\varepsilon_{b2} \cdot 10^3$	$\varepsilon_{b1,red} \cdot 10^3$	$\varepsilon_{b0'} \cdot 10^3$	$\varepsilon_{b2'} \cdot 10^3$	$\varepsilon_{b1,red'} \cdot 10^3$
Выше 75	3,0	4,2	2,4	0,21	0,27	0,19
40-75	3,4	4,8	2,8	0,24	0,31	0,22
Ниже 40	4,0	5,6	3,4	0,28	0,36	0,26

При усилении углеродной лентой отношение  $R_{fu} / E_f$ , представляет собой предельную от-

носительную деформацию при растяжении. В большинстве случаев она находится в диапазоне

(0,3 – 1%). Это больше, чем деформация текучести стали  $R_s/E_s$  (0,2%), и поэтому  $\xi_{Rf}$  будет меньше, чем  $\xi_R$ .

Расчет по прочности сечений изгибаемых элементов, усиленных углеродной лентой, производят из условия:

$$M < M_{ult}, \quad (3)$$

где  $M_{ult}$  – предельный изгибающий момент, который может быть воспринят сечением элемента.

Для сечения, симметричного относительно плоскости действия момента и дополнительном армировании композитными материалами, расположенном на грани элемента расчетное условие прочности записывается в виде:

$$M < \sigma_f S_f + R_s S_s + R_{sc} S_{sc}, \quad (4)$$

где  $\sigma_f$  – напряжение в арматуре из углеродной ленты;  $S_f$  – статический момент площади сечения углеродной ленты;  $R_s$  – расчетная прочность стержневой арматуры растяжению;  $S_s$  – статический момент площади сечения растянутой

$$M_{ult} = A_f R_{fu} (h - 0,5x) + A_s R_s (h_0 - 0,5x) + A'_s R'_s (0,5x - a'). \quad (7)$$

Высота сжатой зоны  $x$  при разрушении бетона сжатой зоны усиленного сечения и достижения в растянутой и сжатой стержневой арматуре напряжений, равных пределу текучести, определяется из выражения:

$$x = \frac{\sigma_f A_f + R_s A_s - R_{sc} A_s}{R_b b} \quad \text{при} \quad \xi_{Rf} < \xi < \xi_R, \quad (8)$$

тогда предельный изгибающий момент равен:

$$M_{ult} = A_f \sigma_f (h - 0,5x) + A_s R_s (h_0 - 0,5x) + A'_s R'_s (0,5x - a'), \quad (9)$$

где  $R'_s$  – расчетная прочность стержневой арматуры растяжению;  $a'$  – расстояние от равнодействующей усилия в сжатой стержневой арматуре до сжатой грани элемента.

В случае, если напряжения в растянутой стержневой арматуре и в углеродной ленте не

$$x = \frac{\sigma_f A_f + \sigma_s A_s - R_{sc} A_s}{R_b b} \quad \text{при} \quad \xi_{Rf} < \xi_R < \xi, \quad (10)$$

тогда предельный изгибающий момент:

$$M_{ult} = A_f \sigma_f (h - 0,5x) + A_s \sigma_s (h_0 - 0,5x) + A'_s R'_s (0,5x - a') \quad (11)$$

Напряжения в углеродной ленте и стержневой арматуре могут быть найдены из выражений (12) и (13) [3]:

$$\sigma_s = \frac{\varepsilon_{бул} E_s}{1 - \frac{\omega}{1,1}} \times \left( \frac{\omega}{\xi} - 1 \right), \quad (12)$$

стержневой арматуры;  $R_{sc}$  – расчетная прочность стержневой арматуры сжатию;  $S_{sc}$  – статический момент площади сечения сжатой стержневой арматуры.

Высоту сжатой зоны находят, используя уравнение равновесия:

$$R_b A_b + R_{sc} A'_s - R_s A_s - \sigma_f A_f = 0, \quad (5)$$

где  $A_b$  – площадь сечения сжатого бетона;  $A'_s$  – площадь сечения сжатой стержневой арматуры;  $A_f$  – площадь сечения арматуры из углеродной ленты.

Высота сжатой зоны  $x$  при разрушении усиленного сечения по арматуре и углеродной ленте ( $\xi < \xi_{Rf} < \xi_R$ ) определяется из выражения:

$$x = \frac{R_{fu} A_f + R_s A_s - R_{sc} A_s}{R_b b}, \quad (6)$$

где  $b$  – ширина сечения. Тогда значение  $M_{ult}$  может быть найдено следующим образом:

где  $b$  – ширина сечения. Тогда значение  $M_{ult}$  может быть найдено следующим образом:

$$\sigma_f = \frac{\varepsilon_{бул} E_f}{1 - \frac{\omega}{1,1}} \times \left( \frac{\omega}{\xi_f} - 1 \right) - \varepsilon_{bi} E_f, \quad (13)$$

где  $\xi_f$  – относительная высота сжатой зоны бетона с учетом углеродной ленты.

При расчете рекомендуется высоту сжатой зоны находить итерационно. На первом этапе принимается высота сжатой зоны, полученная из выражения (6). Затем вычисляются напряжения в стержневой арматуре и углеродной ленте по выражениям (12) и (13) и проверяется равновесие внутренних сил. Если оно не выполняется, то высота сжатой зоны должна быть скорректирована. Расчет повторяется заново до тех пор, пока равновесие внутренних сил не будет выполнено.

Такой порядок рекомендуется и в тех случаях, когда из первого этапа расчетов получается, что сечение переармировано ( $\xi > \xi_R$ ). Введение в уравнение равновесия на втором этапе напряжения в композите, полученного по выражению (13), приведет к значительному уменьшению высоты сжатой зоны. На следующем этапе значение  $x$  следует принять как среднее арифметическое от первых двух и повторить расчет. Практика показывает, что уже на 4-й итерации можно добиться удовлетворительного результата ( $\approx 5\%$ ).

После подбора площади сечения арматуры из углеродной ленты необходимо проверить напряжения и деформации в ней, которые не должны превышать предельно допустимых величин  $R_{fu}$  или  $\varepsilon_{fu}$ . Это условие соблюдается, когда фактическая относительная высота сжатой зоны бетона  $\xi$  меньше граничной  $\xi_{Rf}$ .

По окончании расчетов усиленного нормального сечения необходимо провести проверку обеспечения несущей способности по наклонным сечениям.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 52-101-2003. Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного напряжения арматуры. Москва 2004.
2. Клюев С.В. Усиление строительных конструкций композитами на основе углеволокна: монография / С.В. Клюев, А.В. Клюев, Р.В. Лесовик. – Lambert, 2011. – 123 с.
3. Лесовик В.С. Повышение эффективности производства строительных материалов с учетом генезиса горных пород: Научное издание / В. С. Лесовик. – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2006. – 526 с.
4. Лесовик В.С. Композиционные вяжущие с использованием высокомагнезиальных отходов Ковдорского месторождения / В.С. Лесовик, М.С. Шейченко, Н.И.Алфимова // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2011. – №1. – С. 10 – 14.
5. Чернявский В.Л. Усиление железобетонных конструкций композитными материалами / В.Л. Чернявский, Е.З. Аксельрод // Жилищное строительство. – 2003. – №3. – С. 15 – 16.

## АЛГОРИТМ ПОЛУЧЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО ГАЗОБЕТОНА С УЛУЧШЕННЫМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ КАЧЕСТВА

ludmilasuleimanova@yandex.ru

Получены энергоэффективные газобетоны на композиционных вяжущих с улучшенными показателями качества (со средней плотностью 270...300 кг/м<sup>3</sup>, прочностью на сжатие 1,5...1,7 МПа, теплопроводностью 0,078...0,08 Вт/м·°С). Разработки основаны на общих принципе и алгоритме получения газобетона с требуемыми характеристиками, которые позволят достичь поставленной цели на строго научной основе.

**Ключевые слова:** ячеистый бетон, газобетон, композиционное вяжущее

Одной из главных проблем для ячеистого бетона является сравнительно невысокая прочность, что ухудшает конструктивные качества материала, снижает экономичность и долговечность изделий. А прочность и долговечность ячеистого бетона тесно взаимосвязаны между собой, ибо прочность – это интегральная величина энергии внутренних связей в материале с конкретной структурой, определяющая его целостность, стабильность свойств и способность сопротивляться разрушению от воздействия различных факторов.

Какие бы факторы одновременно не действовали на бетон (нагрузка разного вида и режима, агрессивная среда, мороз, радиация и т.д.), прочность бетона в конструкциях должна надежно обеспечивать класс бетона к концу проектного срока их эксплуатации.

Одно из направлений повышения прочности ячеистого бетона – это снижение дефектности, повышение плотности, однородности и прочности межпоровых перегородок. Достичь поставленной цели можно за счет использования новых представлений о прочности материалов и новых технологий.

В России и других странах выпускается, в основном, автоклавный газобетон, поскольку обладает при прочих равных условиях лучшими качествами по сравнению с пенобетоном, а именно большей прочностью и долговечностью.

Несмотря на очевидные преимущества ячеистого бетона по сравнению с другими стеновыми материалами, доля его производства и применения в Российской Федерации мала, одной из причин этого являются существенные недостатки. В частности, традиционная технология газобетонных изделий достаточно сложна и требует строгого соблюдения всех технологических параметров производства: необходима достаточная щелочность массы, строго требуемая температура смеси, обязательно положительная температура в цехе, отсутствие сквозняков, заданный режим введения алюминиевой пудры в смеситель, после чего процесс газовыделения оказывается

неуправляемым. Такой режим трудно выполнить в заводских условиях, а в постройках вообще невозможно. Поэтому необходима разработка новых, более совершенных технологий ячеистых бетонов, которые бы исключали недостатки существующих технологий.

Все наши разработки основаны на общих принципе и алгоритме получения газобетона с требуемыми характеристиками, которые позволят достичь поставленной цели на строго научной основе.

Все материалы как естественные, так и искусственные имеют единую физико-химическую основу – это химические элементы таблицы Д.И. Менделеева. Процесс образования строительных материалов начинается с химических элементов таблицы. Основопологающими из них являются Si, Mg, Ca, Na, K, Ba, Fe, Al, O, H, C, S, N и некоторые другие и примеси. При взаимодействии между собой они способны образовывать твердые тела различной структуры и сложности, обладающими свойствами строительных материалов. К менее сложным, например, относятся SiO<sub>2</sub> (кварц), CaO (известь), Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>O и другие. Кварц является основным компонентом природных песков, гранитов и других пород, которые широко применяются в строительстве. Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (компонент железной руды) и Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (компонент бокситов) используются для получения важнейших строительных материалов – стали и алюминия. Известь давно и широко используется в строительстве в качестве вяжущего. Вода входит в состав многих пород и соединений, является обязательным компонентом при приготовлении различных растворов и формовочных смесей. Указанные соединения и химические элементы способны образовывать твердые тела и более сложного состава, например: Al<sub>2</sub>[Si<sub>2</sub>O<sub>5</sub>](OH)<sub>4</sub> (каолинит), Al<sub>2</sub>[Si<sub>2</sub>O<sub>5</sub>](OH)<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O (галлузит), Al<sub>2</sub>[Si<sub>4</sub>O<sub>10</sub>](OH)<sub>2</sub>·nH<sub>2</sub>O и Fe<sub>2</sub>[Si<sub>4</sub>O<sub>10</sub>](OH)<sub>2</sub>·nH<sub>2</sub>O (монтмориллонит), Ca[Al<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>O<sub>8</sub>] и Na[AlSi<sub>3</sub>O<sub>8</sub>] (плагиоклаз), K[AlSi<sub>3</sub>O<sub>8</sub>] (ортоклаз),

K[MgFe]<sub>3</sub>-Al<sub>2</sub>Si<sub>3</sub>O<sub>10</sub>(OH-Fe)<sub>2</sub> (биотит), (Na, K)[AlSi<sub>3</sub>O<sub>8</sub>] (микроклин) и другие, например, CaCO<sub>3</sub>, CaSO<sub>4</sub>. Полевой шпат представляет собой изоморфные смеси аломосиликатов K, Na, Ca, Ba и многих других. Различают полевые шпаты – плагиоклазы, ортоклазы, микроклины, санидины, калиево-бариевые и другие. Гранит – магматическая порода, богатая кремнеземом. Состоит из полевого шпата {ортоклаз K[AlSi<sub>3</sub>O<sub>8</sub>], микроклин (K, Na)[Al<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>O<sub>7</sub>]}, кислого плагиоклаза {альбит Na[AlSi<sub>3</sub>O<sub>8</sub>], олигоклаз 10...30 % Ca[Al<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>O<sub>8</sub>] + 70...80 % альбита Na[AlSi<sub>3</sub>O<sub>8</sub>]}, слюды {биотит K(Mg, Fe)<sub>3</sub>·[Al<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>O<sub>10</sub>](OH-Fe)<sub>2</sub>}, мусковит KAl<sub>2</sub>[AlSi<sub>3</sub>O<sub>10</sub>](OH)<sub>2</sub>}, амфибола – кремнекислородного соединения магния, железа, кальция, реже алюминия и щелочей. Состав глины: 30...70 % SiO<sub>2</sub>, 10...40 % Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 5...10 % H<sub>2</sub>O. В ней могут присутствовать CaO, MgO, K<sub>2</sub>O, Na<sub>2</sub>O, FeO, MnO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub>. Песок – осадочная горная порода, состоящая из 50 % SiO<sub>2</sub>, полевых шпатов и других минералов и пород. Это характерно и для других горных пород, которые широко используются при изготовлении различных строительных материалов. Далее, при соответствующих условиях возможно образование твердых тел состава, например 3CaO·SiO<sub>2</sub>, 3CaO·Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 2CaO·SiO<sub>2</sub>, 4CaO·Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, соединений бария, стронция и других, каждый из которых обладает вяжущими свойствами.

Изменяя соотношение между этими композициями, можно получать вяжущие с разнообразными характеристиками. После измельчения, затворения водой и твердения материал приобретает определенную прочность. Полученное твердое тело получило название "цементный камень". Наполняя цементный камень различными наполнителями и добавками, можно получать широкую гамму композитов с разнообразными свойствами (бетоны).

Компонуя по-разному вышеприведенные соединения и химические элементы, можно получать сырье для производства широкого спектра строительных материалов: разнообразного стекла, стеклянных нитей и неметаллической арматуры, теплоизоляционных изделий, пористых наполнителей и многих других.

Если сравнить химический состав всех пород и искусственных строительных материалов, то можно заметить, что все они состоят из одних и тех же материалообразующих химических элементов, но в разном сочетании, что обуславливает различные их состав, структуру и свойства, поскольку формировались они в различных условиях (температура, влажность, давление,

время). Если проанализировать и обобщить все многочисленные данные о горных породах и искусственных материалах, то общую закономерность образования всех естественных материалов можно определить формулой – различные материалообразующие элементы таблицы Д.И. Менделеева + количественный состав + условия образования = структура и свойства материала. Но для создания искусственных строительных материалов используются не чистые химические элементы, а уже созданная природой многообразное сырье со своими структурой и свойствами, которые в свою очередь влияют на аналогичные характеристики строительных материалов.

Поэтому, общую закономерность получения искусственных строительных материалов можно сформулировать так – исходное сырье + количественный состав + технология изготовления = структура и свойства материалов.

В соответствии с вышеизложенными взглядами любой материал представляет собой крайне сложную и дефектную пространственную систему, состоящую из огромного количества разнообразных по вещественному, количественному составу, структуре и свойствам соединений химических элементов, связанных внутри и между собой неравными химическими и физико-механическими связями и образующими единую физическую структуру, обусловленную условиями ее формирования. Критерием образования такой единой пространственной системы (материалов) является наличие у нее прочности, ибо прочность – это интегральная величина энергии внутренних связей в материале с конкретной структурой, которая обеспечивает целостность материала, стабильность его свойств во времени и способность сопротивляться разрушению от воздействия различных факторов. Если при определенных сочетаниях и условиях химические элементы или сырьевые компоненты действительно объединились в единую физическую структуру, значит между атомами элементов или составляющими композиции возникли прочные химические и физико-механические связи, которые обеспечат возникшей структуре определенную прочность. Если это условие не соблюдается, то никакого твердого тела просто не возникло.

Разработка специальных композиционных вяжущих, обладающих уникальными свойствами, обеспечивающими стабильность технологических процессов, протекающих на всех стадиях производства газобетона – это реальная возможность существенно снизить

производственные удельные затраты топлива и электроэнергии, увеличить объем производства и повысить качество вяжущего с минимальными капиталовложениями уже в ближайшие годы и обеспечить производство высокоэффективных газобетонов. Помимо сырья и состава на структуру и показатели качества вяжущих влияет технология их получения.

В приведенной формуле технология изготовления газобетона включает в себя разнообразную обработку сырья и формовочной смеси, ее укладку и формирование требуемой структуры, создание оптимальных режимов приобретения материалом прочности.

Сформулирован общий алгоритм получения газобетонов с требуемыми качествами и

управления этим процессом, заключающийся в следующем: структура материалов с их свойствами есть функция вида и качества исходного сырья, состава материалов и технологических параметров производства (рис. 1).

Представляя эту зависимость в виде математической модели и варьируя вид и качество сырья, состав материалов и технологические параметры, можно получать композиции с необходимыми показателями качества, управлять этим процессом и устанавливать требования к исходному сырью и технологическим режимам, которые позволят создавать газобетоны с улучшенными характеристиками.



Рисунок 1. Алгоритм получения энергоэффективного газобетона с улучшенными показателями качества

Разработаны специальные композиционные вяжущие с оптимальным содержанием клинкерной составляющей 70 % и прочностью на сжатие не менее 80 МПа, обладающие 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 разработанных композиционных вяжущих позволили получить газобетон с улучшенными показателями качества: со средней плотностью  $\rho_{ср} = 270...300 \text{ кг/м}^3$ , прочностью на сжатие  $R_{сж} = 1,5...1,7 \text{ МПа}$ , теплопроводностью  $\lambda = 0,078...0,08 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$  с возможностью его применения для монолитного возведения ограждающих конструкций в энерго-сберегающем малоэтажном домостроении.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. Гладков, Д.И. Физико-химические основы строительного материаловедения [Текст] / Д.И. Гладков, Л.А. Сулейманова // Современные технологии в промышленности строительных материалов и стройиндустрии: сб. докл. Междунар. науч.-практ. конф. Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2005. – № 9. – С. 68–72.
2. Сулейманова, Л.А. Общая закономерность получения материалов с высокими качественными показателями [Текст] / Л.А. Сулейманова, А.Г. Сулейманов, И.А. Ерохина // Проблемы экологии: наука, промышленность, образование: сб. докл. III Междунар. науч.-практ. конф. Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2006. – № 15. – С. 155–163.
3. Сулейманова, Л.А. Неавтоклавные газобетоны на композиционных вяжущих [Текст] / Л.А. Сулейманова, В.С. Лесовик, А.Г. Сулейманов. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2010. – 152 с.

# МЕХАНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И МАШИНОСТРОЕНИЕ

Фадин Ю. М. канд. техн. наук, доц.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

## РАСЧЁТ ЭНЕРГИИ ПЕРЕДАВАЕМОЙ ШАРОМАТЕРИАЛЬНОЙ ЗАГРУЗКЕ НАКЛОННОЙ ПЕРЕГОРОДКОЙ В ТРУБНОЙ ШАРОВОЙ МЕЛЬНИЦЕ

v.s\_bogdanov@mail.ru

В статье представлены аналитические зависимости энергии передаваемой шароматериальной загрузки наклонной перегородке и определение её минимального радиуса зоны влияния.

**Ключевые слова:** мельница, шар, перегородка, угол, энергия.

Хорошо известно [1,2], что изменения вносимые установкой в трубную шаровую мельницу наклонной перегородки под углом  $\theta$  существенно изменяют, на некотором расстоянии от перегородки, характер движения загрузки. Зону существенного влияния наклонной перегородки называют [2] зоной активного влияния. Знание размеров данной зоны необходимо при задании размеров длин камер трубной шаровой мельни-

цы и нахождения ряда других параметров. В работе [3] приведены аналитические выражения, которые в рамках заданных допущений, позволяют найти максимальный радиус активной зоны влияния наклонной перегородки. Данная работа посвящена нахождению минимального радиуса зоны влияния наклонной перегородки и энергии передаваемой шароматериальной загрузки наклонной перегородкой.

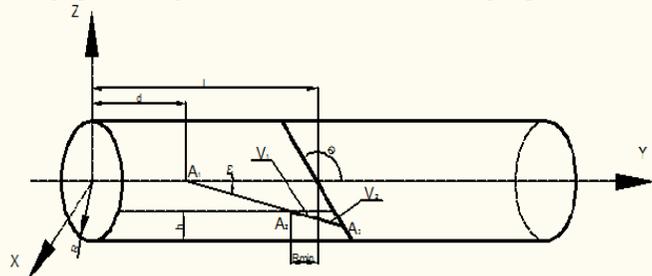


Рисунок 1. Расчетная схема к вычислению минимального радиуса зоны влияния наклонной перегородки

Согласно расчётной схеме, представлена на рисунке 1 находим, что величина объёма  $V_1$  равна:

$$V_1 = \frac{2}{3} \cdot R^3 \cdot ctg\theta \cdot \left(2 \cdot \frac{h}{R} - \frac{h^2}{R^2}\right)^{3/2}, \quad (1)$$

где  $R$  – радиус барабана трубной шаровой мельницы в свету, м;

$h$  – высота загрузки, отсчитывается от дна барабана, м;

$\theta$  – угол, образованный плоскостью наклонной перегородки с положительным направлением оси «оу», град.

Если учесть, что координата точки  $A_3$  на плоскости  $zoу$  определяется следующими соотношениями:

$$y(A_3) = \frac{l \cdot tg\theta - d \cdot tg\epsilon}{tg\theta - tg\epsilon}, \quad (2)$$

$$z(A_3) = \frac{(l-d) \cdot tg\theta \cdot tg\epsilon}{tg\theta - tg\epsilon}, \quad (3)$$

здесь –  $l$  – расстояние от начала координат до центра наклонной перегородки, м;

$d$  – расстояние от начала координат до точки  $A_1$ , м;

$\epsilon$  – угол естественного откоса материала.

Согласно расчётной схеме, представленной на рисунке 1 находим, что величина объёма  $V_2$  определяется следующим выражением:

$$V_2 = R^3 \cdot \left\{ \frac{l-d}{R} \cdot \left[ \left(-1 + \frac{h}{R}\right) \cdot \sqrt{1 - \left(-1 + \frac{h}{R}\right)^2} - \frac{z(A_3)}{R} \cdot \sqrt{1 - \frac{z^2(A_3)}{R^2}} + \arcsin\left(-1 + \frac{h}{R}\right) - \arcsin\left(\frac{z(A_3)}{R}\right) \right] + \frac{2}{3} (ctg\theta - ctg\epsilon) \cdot \left(1 - \frac{z^2(A_3)}{R^2}\right)^{3/2} \right\} \quad (4)$$

На основании предложения о равенстве перемещённых объектов наклонной перегородкой

$V_1 = V_2$  получаем следующее уравнение:

$$\frac{l-d}{R} \cdot \left[ -\left(1 - \frac{h}{R}\right) \cdot \sqrt{2 \cdot \frac{h}{R} - \frac{h^2}{R^2}} - \frac{z(A_3)}{R} \cdot \sqrt{1 - \frac{z^2(A_3)}{R^2}} - \arcsin\left(1 - \frac{h}{R}\right) - \arcsin\left(\frac{z(A_3)}{R}\right) - \frac{2}{3} \cdot ctg\epsilon \cdot \left(2 \cdot \frac{h}{R} - \frac{h^2}{R^2}\right)^{3/2} - \frac{2}{3} \cdot (ctg\theta - ctg\epsilon) \cdot \left(1 - \frac{z^2(A_3)}{R^2}\right) \right] = 0 \quad (5)$$

Уравнение (5) представим в следующем виде:

$$\frac{\Delta}{R} \cdot \left[ -\left(1 - \Delta_1\right) \cdot \sqrt{2 \cdot \Delta_1 \cdot \left(1 - \frac{\Delta_1}{2}\right)} + A \cdot \frac{\Delta}{R} \cdot \left(1 - \frac{\Delta^2 \cdot A^2}{R^2}\right)^{1/2} - \arcsin(1 - \Delta_1) - \arcsin\left(A \cdot \frac{\Delta}{R}\right) \right] - \frac{4\sqrt{2}}{3} \cdot ctg\epsilon \cdot \Delta_1^{3/2} \cdot \left(1 - \frac{\Delta_1}{2}\right)^{3/2} + \frac{2}{3 \cdot A} \cdot \left(1 - \frac{\Delta^2 \cdot A^2}{R^2}\right)^{3/2} = 0, \quad (6)$$

где введены следующие обозначения:

$$A = \frac{tg\theta \cdot tg\epsilon}{tg\theta - tg\epsilon}, \quad (7)$$

$$\Delta_1 = \frac{h}{R}, \quad (8)$$

$$\Delta = l - d. \quad (9)$$

Уравнение (6) является существенно нелинейным относительно переменной величины  $\Delta/R$ . Решение уравнения (6) можно найти

только частными методами, однако если учесть, что величины  $\Delta/R$  и  $\Delta_1/R$  являются малыми, тогда можно получать точность до величины второго порядка малости приближенный аналог нелинейного уравнения (6) в следующем виде:

$$A \left(\frac{\Delta}{R}\right)^2 - B \left(\frac{\Delta}{R}\right) + C = 0 \quad (10)$$

где параметры  $B, C$  задаются следующими соотношениями:

$$B = \frac{7}{6} + \sqrt{2} \cdot \Delta_1 - \frac{5\sqrt{2}}{4} \cdot \Delta_1^{3/2} - \frac{3}{2} \cdot \Delta_1 + \frac{\Delta_1^2}{2} \quad (11)$$

$$C = \frac{2}{3 \cdot A} - \frac{4\sqrt{2}}{3} \cdot ctg\epsilon \cdot \Delta_1^{3/2} \quad (12)$$

Полученное выражение (10) является уравнением второй степени относительно величины  $\Delta/R$  и интересующие нас решение данного уравнения есть:

$$\frac{\Delta}{R} = \frac{B}{2 \cdot A} + \frac{\sqrt{B^2 - 4 \cdot A \cdot C}}{2 \cdot A}. \quad (13)$$

$$y(A_2) = d + (R - h) \cdot ctg\epsilon = R \cdot \left(\frac{d}{R} + (1 - \Delta_1) \cdot ctg\epsilon\right) \quad (14)$$

$$R_{min} = l - y(A_2) = R \left[\frac{B}{2 \cdot A} + \frac{\sqrt{B^2 - 4 \cdot A \cdot C}}{2 \cdot A} - (1 - \Delta_1) \cdot ctg\epsilon\right] \quad (15)$$

На рисунке 2 представлены графические зависимости максимального и минимального размеров зоны влияния наклонной перегородки на движение загрузки. Анализ кривых, представленных на рисунке 2 показывает, что

наибольшие размеры зоны влияния наклонной перегородки приходятся на диапазон углов установки наклонной перегородки от 0,95 до 1,75 радиан, оси в от 55 до 67 градусов.

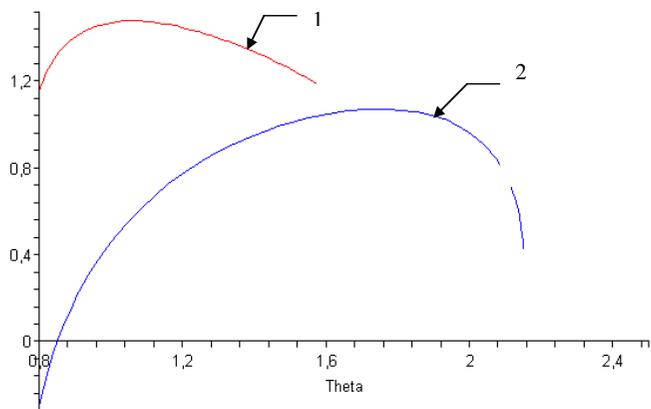


Рисунок 2 Графические зависимости максимального и минимального радиуса влияния наклонной перегородки на загрузку. Кривая 1 соответствует максимальному а 2- минимальному радиусу при следующих значениях параметров: R := 1.85, l := 6, h:=0.6R

Таким образом в зоне влияния наклонной перегородки загрузка совершает колебательное движение слева и справа от наклонной перегородки с амплитудой:

$$A = \frac{R_{max} + R_{min}}{2}, \quad (16)$$

при этом наклонной перегородкой передаётся энергия загрузке, находящейся в зоне влияния наклонной перегородки:

$$E = \frac{m \cdot \omega^2 \cdot A^2}{2}, \quad (17)$$

где m – масса загрузки зоны влияния наклонной перегородки, кг;

$\omega$  – частота вращения барабана трубной шаровой мельницы,  $C^{-1}$ .

Массу загрузки, находящейся в зоне влияния наклонной перегородки определяется следующим соотношением:

$$m = V \cdot \gamma, \quad (18)$$

$$E = \frac{M \cdot A^3 \cdot \omega^2}{L} = \frac{M \cdot \omega^2 \cdot (R_{max} + R_{min})^3}{8 \cdot L}$$

Таким образом выражение (23) определяет количество энергии, которое дополнительно передается шароматериальной загрузке при установке в барабане трубной шаровой мельницы наклонной перегородкой.

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Богданов В.С. Снижение энергоёмкости процесса измельчения // Платонов В.С., Богданов Н.С. Цемент, 1984. –№12. – С.7-9.

здесь V – объём загрузки в зоне влияния наклонной перегородки:

$$V = 2 \cdot \pi \cdot R^2 \cdot A \cdot \varphi, \quad (19)$$

где  $\varphi$  – коэффициент загрузки.

Согласно (19) соотношение (18) принимает следующий вид:

$$m = 2 \cdot \pi \cdot R^2 \cdot A \cdot \varphi \cdot \gamma. \quad (20)$$

Массу полной загрузки барабана трубной шаровой мельницы определяет соотношение:

$$M = \pi \cdot R^2 \cdot L \cdot \varphi, \quad (21)$$

где L – длина барабана мельницы.

Сравнение (20) и (21) приводит к выражению:

$$m = \frac{2 \cdot M \cdot A}{L} \quad (22)$$

С учётом (22) и (16) выражение (17) можно привести к виду:

2. Фадин Ю.М. Повышение эффективности работы шаровых барабанных мельниц // Фадин Ю.М., Латышев С.С., Богданов Д.В, Соловьев О.Р. / Строительные дорожные машины, 2006.– № 11. – С.21-23

3. Фадин Ю.М. Расчёт максимального радиуса зоны влияния наклонной перегородки в трубной шаровой мельнице / Фадин Ю.М. Вестник БГТУ им. В.Г.Шухова 2011. - №2. – С.82-84.

Воронов В. П., канд. физ.-мат. наук, проф., Семикопенко И. А., канд. техн. наук, доц., Вялых С. В., аспирант, Дятлова Е. И., студент

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

**РАСЧЕТ ПОЛЯ СКОРОСТИ ВОЗДУШНОГО ПОТОКА В ПЛОСКОСТИ, ПЕРПЕНДИКУЛЯРНОЙ ОСИ ВИХРЯ**

semikopenkos.i.s@mail.ru

В данной работе рассматривается встречное движение двух воздушных потоков в неограниченной среде. Получены математические зависимости, позволяющие определить компоненты вектора скорости в плоскости, перпендикулярной оси образующегося вихря при повороте вектора скорости на угол  $\pi$  от своего первоначального направления.

**Ключевые слова:** воздушный поток, вихрь, угол поворота, вектор скорости.

Рассмотрим встречное движение двух воздушных потоков в неограниченной среде, каждый из которых движется со скоростью  $\vec{u}$ . Согласно результатам работ [1-5], такое движение будет способствовать образованию воздушных вихрей. Вихревое движение воздушного потока рассматриваем в предположении, что

$$\vec{u}^2 = u_0^2 = \text{const}. \quad (1)$$

Согласно выражению (1), движение в образовавшемся вихре происходит с постоянной по модулю скоростью. При этом изменение вектора скорости происходит только за счет разворота последнего в плоскости «xoy» при перемещении вдоль оси «x».

Таким образом, компоненты вектора скорости воздушного потока, согласно расчетной схеме (рис. 1) можно представить в следующем виде:

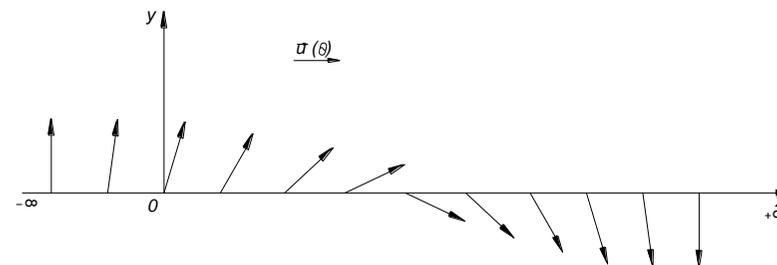


Рисунок 1. Расчетная схема разворота вектора скорости

с изменением вектора скорости при изменении координаты.

$$u_x = u_0 \cdot \cos\left(\frac{\pi}{2} - \theta(x)\right) = u_0 \cdot \sin \theta(x), \quad (2)$$

$$u_y = u_0 \cdot \cos \theta(x),$$

где  $\theta$  - угол, образованный вектором скорости с положительным направлением оси «oy».

Согласно расчетной схемы, угол  $\theta$  зависит только от одной координаты «x».

Представим выражение плотности энергии вихря, приходящейся на единицу длины в следующем виде:

$$w = w_1 + w_2. \quad (3)$$

Первое слагаемое в соотношении (3) прямо пропорционально градиенту скорости и связано

$$w_1 = \frac{\alpha}{2} \cdot (\text{grad } u)^2. \quad (4)$$

Величину коэффициента пропорциональности можно определить из соображений размерности, а именно

$$\alpha = mR^2, \quad (5)$$

здесь R – линейный размер, определяющий параметры изменения вектора скорости при возникновении завихрения; m – масса воздушной среды, вовлекаемая в вихревое движение.

Второе слагаемое в соотношении (3) представляет собой кинетическую энергию движения воздушного потока вдоль оси «оx»:

$$w_2 = \frac{m u_x^2}{2} = \frac{m}{2} u_0^2 \sin^2(\theta(x)). \quad (6)$$

С учетом соотношений (4) - (6) и (2) соотношение (3) приводится к следующему виду:

$$w = \left( \frac{d\theta}{dx}, x \right) = \frac{mR^2}{2} u_0^2 \left( \frac{d\theta}{dx} \right)^2 + \frac{m}{2} u_0^2 \sin^2(\theta(x)). \quad (7)$$

Если принять во внимание, что

$$m = \rho H \pi R^2, \quad (8)$$

где  $\rho$  - плотность воздушного потока,  $H$  - высота воздушного потока.

На основании соотношения (7) выражение для изменения энергии воздушного потока, отнесенное к единице площади поверхности образованного вихря можно записать в следующем виде:

$$\sigma = \frac{w}{\pi R^2} = \frac{\rho H u_0^2}{2} \int_0^R \left\{ R^2 \left( \frac{d\theta}{dx} \right)^2 + \sin^2 \theta(x) \right\} dx. \quad (9)$$

Для нахождения зависимости угла разворота  $\theta(x)$  вектора скорости вдоль оси «оx» вычис-

лим вариацию от функционала (8) при следующих граничных условиях:

$$\theta(x = -\infty) = 0, \quad \frac{d\theta}{dx}(x = \pm\infty) = 0, \quad \theta(x = +\infty) = \pi; \quad (10)$$

$$\delta\sigma = \rho H u_0^2 \int_0^R \left\{ R^2 \frac{d\theta}{dx} \cdot \delta \left( \frac{d\theta}{dx} \right) + \sin \theta(x) \cos \theta(x) \right\} dx. \quad (11)$$

В первом слагаемом соотношения (11) выполним интегрирование по частям. В этом слу-

чае соотношение (11) с учетом граничных условий (10) примет вид:

$$\delta\sigma = \rho H u_0^2 \int_{-\infty}^{+\infty} \left\{ -R^2 \frac{d^2\theta}{dx^2} + \sin \theta(x) \cos \theta(x) \right\} \delta\theta dx. \quad (12)$$

На основании принципа наименьшего действия  $\delta\sigma = 0$ , тогда из соотношения (12) получаем следующее дифференциальное уравнение:

$$R^2 \frac{d^2\theta(x)}{dx^2} - \sin(\theta(x)) \cdot \cos(\theta(x)) = 0. \quad (13)$$

Таким образом, необходимо найти решение дифференциального уравнения (13) удовлетворяющее граничным условиям (10).

Первый интеграл уравнения (13) с учетом первых двух граничных условий (10) имеет вид:

$$R \frac{d\theta}{dx} = \pm \sin(\theta(x)). \quad (14)$$

В уравнении (14) удобно перейти к безразмерной переменной  $\xi$  согласно следующему соотношению:

$$\xi = \frac{x}{R}, \quad (15)$$

На основании (17) из двух знаков в (18) необходимо выбрать положительное значение.

Подстановка в (18) соотношений (15) и (20) приводит его к следующему виду:

$$\ln \left( \operatorname{tg} \frac{\theta(x)}{2} \right) = \frac{x}{R}. \quad (20)$$

На основании (20) окончательно находим функциональную зависимость угла поворота вектора скорости воздушного потока в виде:

$$\theta(x) = 2 \operatorname{arctg} \left( \exp \left( \frac{x}{R} \right) \right). \quad (21)$$

Подстановка (21) в (2) позволяет получить следующий результат.

$$u_x = u_0 \sin \left\{ 2 \operatorname{arctg} \left( \exp \left( \frac{x}{R} \right) \right) \right\}, \quad (22)$$

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

Согласно соотношению (21) параметр  $R$  можно трактовать как линейный размер вдоль оси «оx», на котором тангенс половинного угла  $\theta(x)/2$  изменяется в «e» раз.

Полученные соотношения представляют собой довольно сложные аналитические зависимости (22), графическая интерпретация которых представлена на рис. 2.

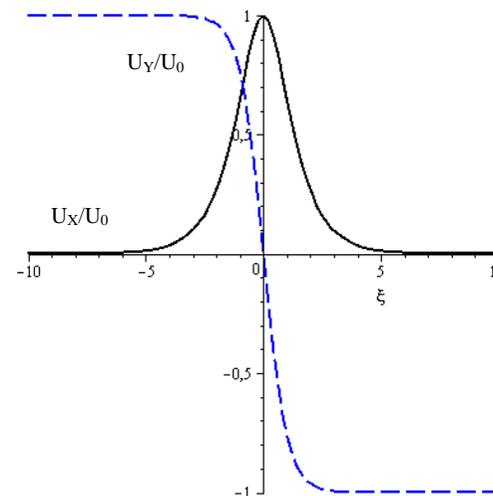


Рисунок 2. Зависимость относительных компонент вектора скорости от безразмерной координаты  $\xi$ , сплошная линия соответствует значению  $u_x/u_0$ , а штриховая -  $u_y/u_0$

Таким образом, полученные соотношения (22) позволяют определить компоненты вектора скорости в плоскости, перпендикулярной оси вихря при повороте вектора скорости на угол  $\pi$  от своего первоначального направления.

намика и тепломассобмен в ограниченных вихревых потоках. Новосибирск: Изд. Института теплофизики СО АН СССР, 1987. 282 с.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Вилля Г. Теория вихрей. Едитория УРСС, издание 2<sup>е</sup>, 2006, 264с.
2. Гольдшттик М.А. Вихревые потоки. Новосибирск: Наука, 1981. – 386с.
3. Штихлинг Г. Теория пограничного слоя. - М.: Наука, 1974.
4. Гупта А., Лилли Д., Сайред Н. Закрученные потоки. М.: Мир, 1987. 590 с.б.
5. Кутателадзе С.С., Волчков Э.П., Терехов В.И. Аэродинамика

**ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНОГО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ЦЕНТРОБЕЖНОГО ПЫЛЕУЛОВИТЕЛЯ**

chalov-v@mail.ru

В разработанном пылеуловителе совмещаются два способа закрутки потока запыленного газа: вращение в результате тангенциального подвода и дополнительная закрутка потока при входе в выхлопную трубу с помощью специального лопаточного закручивающего устройства.

**Ключевые слова:** циклон, дополнительная закрутка потока, выхлопной патрубков, пылеулавливание, эффективность осаждения.

Одним из направлений повышения эффективности сухих центробежных пылеуловителей является повышение доли энергии полезного вращательного движения, приводящего к осаждению частиц пыли, в полной энергии пылегазового потока [1]. В центробежных пылеуловителях поток очищаемого газа закручивается путем его тангенциального подвода, либо с помощью лопаточных закручивателей – розеток (прямоточные циклоны)[2]. В разработанном пылеуловителе [3] эти два способа закрутки потока запыленного газа совмещаются: сначала вращение газа возникает как обычно в результате тангенциального подвода, а затем дополнительная закрутка потока создается при входе в выхлопную трубу с помощью специального лопаточного закручивающего устройства.

Пылеуловитель разработан на базе циклона ЦН-15 с сохранением всех его пропорций (рис. 1). Конструктивные изменения касаются лишь его выхлопной трубы, в начале которой установлено закручивающее устройство с поперечным подводом очищенного газа. Схема лопаточного направляющего устройства завихрителя для дополнительной закрутки пылегазового потока показана на рис. 1.2. В стенке удлиненной выхлопной трубы, закрытой снизу обтекателем, симметрично прорезано  $n$  прямоугольных отверстий (щелей) высотой  $h$ , угловым размером  $2\beta$  и шириной  $AB=2r_1\sin\beta$ , где  $r_1$  – радиус выхлопной трубы. Каждая щель снабжена лопаткой, повернутой по ходу вращения пылегазового потока внутри выхлопной трубы на угол  $\alpha < \beta$  относительно касательной соответствующей началу полки.

Как следует из рис. 1.2, угол может меняться в интервале  $90-\beta < \alpha < \pi/2$ , причем с увеличением  $\alpha$  степень раскрытия щели возрастает. Ширина входного канала  $d$ , образованного полкой и стенкой закручивающего устройства, равна:

$$d=BC=AB\sin(\alpha-\beta)=2r_1\sin\beta\sin(\alpha-\beta), \quad (1.1)$$

Обтекатель преобразует центральный вихревой поток очищенного газа в кольцевую струю, которая засасывается через щели закручивающего устройства. Скорость входа газа в

каналы завихрителя определяется его объемным расходом  $Q$  и суммарной площадью каналов:

$$\omega_3 = \frac{Q}{n d h_3}, \quad (1.2)$$

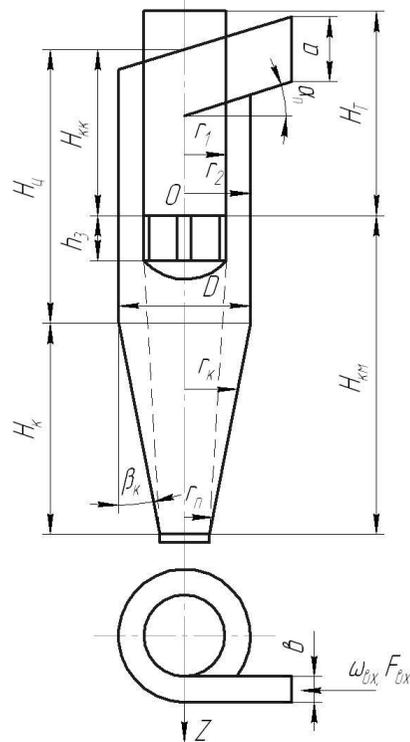


Рисунок 1. Схема центробежного пылеуловителя с дополнительной закруткой пылегазового потока

Тангенциальная составляющая скорости входа газа в выхлопной патрубок выражается через угол  $\gamma$  между полкой и касательной в конце щели (точка В на рис. 1.2):

$$\omega_{2\varphi} = \omega_2 \cos \gamma, \quad (1.3)$$

где

$$\gamma = \angle DBC = \angle ABC - \angle ABO = 2\beta - \alpha, \quad (1.4)$$

Дополнительный секундный момента импульса вращающегося потока газа, возникающий в результате его входа в выхлопную трубу через закручивающее устройство. Для элемента ширины входного канала:

$$\Delta d = \Delta r \cos \gamma, \quad (1.5)$$

получим:

$$\Delta M = h_2 \Delta r \cos \gamma \cdot \omega_{2\varphi} \rho \omega_{2\varphi} r, \quad (1.6)$$

$$A(\alpha, \beta) = \frac{\cos^2(2\beta - \alpha) (1 - (2 \cos^2(\alpha - \beta) - 1) \sin^2 \beta - (\sin \beta \sin 2(\alpha - \beta) - \cos \beta)^2)}{8 \sin^2 \beta \sin^2(\alpha - \beta)}, \quad (1.8)$$

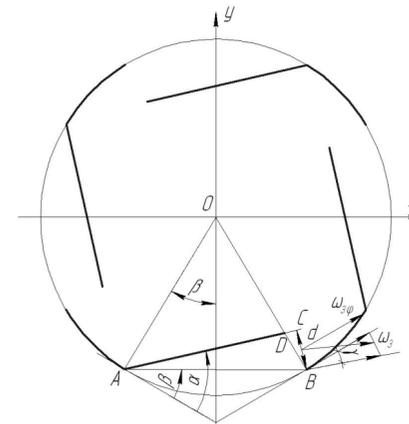


Рисунок 2. Расчетная схема лопаточного направляющего устройства

Коэффициент местного сопротивления завихрителя зависит от отношения  $f$  суммарной площади поперечного сечения входных каналов к площади поперечного сечения выхлопной трубы:

$$\bar{f} = \frac{n d h_3}{\pi r_2^2} = \frac{2n \tilde{h}_3 \sin \beta \sin(\alpha - \beta)}{\pi \tilde{r}_1^2}, \quad (1.9)$$

Величину коэффициента сопротивления завихрителя, приведенную к скорости воздуха в его плане (фиктивной скорости), можно оценить с помощью зависимости, полученной в результате обработки методом наименьших квадратов эмпирических данных по сопротивлению входа в прямую трубу через прямоугольные боковые отверстия [4]:

где  $\rho$  – плотность газа,  $r$  – расстояние по радиусу от рассматриваемого элемента ширины канала до оси выхлопной трубы. Интегрируя выражение (1.6) по всей ширине входного канала и учитывая их количество, а затем подставив выражение  $r_c^2 = x_c^2 + y_c^2$  и формулы (1.1 – 1.4), получим:

$$M_{дз} = \frac{\rho Q^2}{n h_2} A(\alpha, \beta), \quad (1.7)$$

где  $A(\alpha, \beta)$  – коэффициент зависящий от углов  $\alpha$  и  $\beta$ :

$$\xi_3 = \frac{9.54}{f^{1.5}}, \quad (1.10)$$

Сравним секундные моменты импульса получаемые потоком газа в результате дополнительной закрутки и тангенциального подвода очищаемого газа. Ниже будет найдено выражение (1.13) для входного момента импульса:

$$M_{вх} = \frac{\rho Q^2 (2 - \delta)}{2 r_2 a \delta}, \quad (1.11)$$

Разделив выражение (1.7) на выражение (1.11), получим:

$$\psi = \frac{M_{дз}}{M_{вх}} = \frac{2 r_2 a \delta A(\alpha, \beta)}{(2 - \delta) n h_2}, \quad (1.12)$$

Тогда результирующий момент импульса потока газа можно представить в виде:  $M = M_{вх} + M_{дз} = M_{вх} (1 + \psi)$ , закрутки газового потока.

Оценим величины коэффициента сопротивления закручивателя и создаваемого им дополнительного импульса на примере опытного образца пылеуловителя созданного на базе циклона ЦН-15 диаметром  $D=0,4$  м. Параметры пылеуловителя имеют следующие значения:  $Q \leq 1000 \text{ м}^3/\text{ч} = 0,44 \text{ м}^3/\text{с}$ ;  $\rho = 1,2 \text{ кг}/\text{м}^3$ ;  $n = 6$ ;  $h_3 = 0,1 \text{ м}$ ;  $\tilde{h}_3 = 0,5$ ;  $\alpha = 40^\circ$ ,  $\beta = 20^\circ$ . В этом случае: ширина входных каналов равна  $d=0,027$ ; суммарная площадь их поперечных сечений  $F_k=0,0166 \text{ м}^2$ , что составляет 38% площади поперечного сечения выхлопной трубы, т.е.  $\bar{f} = 0,38$ . Коэффициент местного сопротивления завихрителя по формуле (1.11) равен:

$$\xi_3 = 54,5, \quad (1.14)$$

Момент импульса, получаемый потоком газа в результате его дополнительной закрутки равно:

$$M_{\text{вх}} = 3,8 \frac{\rho Q^2}{r_2 n \tilde{h}_z},$$

Для входного момента импульса получим:

$$M_{\text{вх}} = 1,08 \frac{\rho Q^2}{r_2},$$

Далее подстановкой в (1.11) получаем:

$$\psi = \frac{M_{\text{вх}}}{M_{\text{вх}}} = \frac{3,52}{\tilde{h}_z n} = 1,17, \quad (1.15)$$

Из формул (1.15) и (1.16) следует, что при фиксированных числах щелей закручивателя  $n$  и его угловых характеристиках  $\alpha$  и  $\beta$  коэффициент сопротивления  $\xi$  и интенсивность дополнительной закрутки  $\psi$  выражаются через один и тот же параметр  $\tilde{h}_z$ , т.е. относительную высоту щелей. Это позволяет выразить коэффициент сопротивления закручивателя  $\xi_z$  через интенсивность закрутки  $\psi$ . Для рассматриваемого выше опытного образца пылеуловителя ( $n=6$ ) эта зависимость имеет вид:

$$\xi_z = 41,16 \psi^{1,8}, \quad (1.16)$$

Из (1.15) следует, что закручивающий эффект предлагаемого завихрителя, устанавливаемого в начале выхлопной трубы и тангенциального подвода газа могут быть одинакового порядка, однако усиление дополнительной закрутки сопровождается ростом аэродинамического сопротивления закручивателя и пылеуловителя в целом.

Поскольку течения запыленного газа в различных частях пылеуловителя аэродинамически связаны между собой [5], то дополнительная закрутка газового потока на входе в выхлопную трубу, складываясь с закруткой, вызванной тангенциальным подводом запыленного газа, приводит к интенсификации вращения газа во всем рабочем объеме аппарата и повышению эффективности осаждения частиц.

Таким образом теоретически обоснована возможность создания высокоэффективного центробежного пылеуловителя с дополнительной закруткой газового потока на входе в выхлопную трубу. Установлено, что дополнительная закрутка потока может превосходить основную, полученную в результате тангенциального подвода очищаемого газа.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Идельчик И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям. М.: Машиностроение, 1975. – 559с.
2. Сабуров, Э. Н. Теплообмен и аэродинамика закрученного потока в ци-клонных устройствах / Э. Н. Сабуров, С. В. Карпов, С. И. Остаев; под ред. Э.Н. Сабурова. – Л.: Издательство Ленинградского университета, 1989. – 276 с.
3. Патент РФ № RU106147U1. Авторы: Чалов В.А., Куцев Л.А., Шаптала В.Г. 2011 г.
4. Коузов, П. А. Коэффициенты гидравлического сопротивления сухих ци-клонов / П. А. Коузов // Сб. научные труды институтов охраны труда ВЦСПС. – 1969. – Вып. 58. – С. 3–12.
5. Некрасова К.В., Разва А.С., Зыков Е.Г., Василевский М.В. Распределение давлений в циклонном двухфазном потоке // Энергетика: экология, надежность, безопасность: Материалы докладов четырнадцатой всероссийской научно-технической конференции - Томск, ТПУ, 2008. - с. 146-150.

Романович А. А., канд. техн. наук, проф.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СКОРОСТИ ВРАЩЕНИЯ ВАЛКОВ НА ВЫХОДНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРОЦЕССА ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ И РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ИХ РАБОЧИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

AlexejRom@mail.ru

В статье рассмотрены влияния скорости валков на производительность ПВИ, и условия повышения износостойкости их рабочей поверхности. Приведены выражения позволяющие определить размеры ячеек наплавленной сетки, которые позволяют осуществить запрессовки измельчаемого материала в ячейки сетки.

**Ключевые слова:** измельчение, пресс-валковый измельчитель, валки, предуплотнение, разрушение.

Современная строительная индустрия базируется на переработке огромного количества нерудных материалов с различным минералогическим составом и физико-механическими свойствами (глин, песков, известняков, гранитов, базальтов и др.). При этом поиск, разведка, добыча нерудных материалов, а также их переработка сопровождаются значительными материальными и энергетическими затратами. Примерно около 10% всей мировой электроэнергии расходуется на процессы дробления и помол.

Указанные обстоятельства определяют большое внимание ученых и практиков к развитию технологии их переработки и конструктивному совершенствованию дробильно-помольного оборудования.

Известно, что использование пресс-валковых измельчителей (ПВИ) в качестве предизмельчителя обеспечивает снижение удельного расхода электроэнергии помольных агрегатов на 25-35 % и повышение производительности на 15-40% [1,2]. Однако не высокая надежность в работе тормозит их широкое внедрение в производство.

Практика применения пресс-валков показала, что значительное влияние на работоспособность валков оказывают условия их эксплуатации и повышенный износ рабочих поверхностей валков.

Согласно, проведенных исследований износ поверхностей валков в значительной степени зависит от скорости их вращения. Фирма Polysius пользуется следующим правилом: окружная скорость вращения валка (м/с) не должна превышать диаметр валка (м), т.е.  $V < D$ . Фирма Corrett принимает отношение  $V/D < 1,3$ . Фирма KHD принимает такие же значения для своих установок с меньшими диаметрами валков; для больших диаметров валков принимается  $V/D < 1$ .

Однако скорость вращения валков оказывает также существенное влияние на производительность агрегата, энергетические и качествен-

ные характеристики процесса измельчения. Поэтому с целью изучения влияния окружной скорости валков на выходные показатели процесса измельчения при различных усилиях измельчения были проведены исследования на экспериментальной модели пресс-валкового измельчителя.

Параметры установки были рассчитаны таким образом, чтобы они обеспечивали возможность регулирования факторов во всем диапазоне исследований. Принцип работы установок заключается в следующем. Исходный материал подается к вращающимся навстречу друг другу валкам 1,2 со сменными бандажами ( $D_{\text{ср}}=0,4\text{м}$ ,  $B=0,25\text{м}$ ) (рис.1), имеющими различную величину конусности. Валки, один из которых установлен подвижно в опорах, имеют индивидуальный привод и приводятся в движение электродвигателями постоянного тока П42МЗ через редуктор РЦД-350 ( $i=25$ ) 4. Питание двигателей осуществлялось от сети переменного тока через выпрямители (типа В-200). Частоту вращения регулировали реостатами (типа АОМН-40-220-75-44). Для замера и контроля количества оборотов валков применяли электронный тахометр (типа ЦАТ-3М) с пределом измерений  $0 \dots 10000$  мин<sup>-1</sup>. Для контроля потребляемой приводом мощности и цепи питания двигателей включали комбинированный прибор (типа Д-552). Распорное усилие, возникающее между валками при измельчении материала, измерялось с помощью манометра 5 с пределом измерения 250 МПа, соединенного с узлом амортизации 6. Изменение величины давления измельчения осуществлялось путем увеличения или уменьшения силы сопротивления пружины.

В качестве исследуемого материала принят известняк ( $\sigma_{\text{сж}}=76$  МПа) и клинкер ( $\sigma_{\text{сж}}=23$  МПа). Насыпная масса материалов составила: известняка – 1400 кг/м<sup>3</sup>.

Фракционный состав измельчаемых материалов представлен в таблице 1.



Рисунок 1. Экспериментальная установка пресс-валкового измельчителя

**Фракционный состав измельчаемых материалов**

Материал	Весовое содержание фракций в % при размере зерен (мм)					
	1	1...3	3...5	5...7	7...10	10
Известняк	0,5	5,4	15,2	23,4	30,2	25,3

После обработки экспериментальных данных и перевода из кодированной формы в натуральную, уравнение для определения производительности при измельчении известняка примет вид:

$$Q_{из} = 1517,83 + 298,4\delta + 1675,6\nu + 2,759K - 3874,8K_{фр} - 28,167\delta^2 - 166,345\delta\nu - 0,47\delta K - 35,81\delta K_{фр} + 164,58\nu^2 + 4,26\nu K + 319,7\nu K_{фр} + 0,346K^2 + 0,581KK_{фр} + 1708K_{фр}^2$$

Анализ графической зависимости  $E, N, Q, q = f(\nu)$  рис. 2 позволило установить, что при увеличении окружной скорости вращения валков при измельчении а, следовательно, и скорости деформирования исследуемого материала в пределах от  $\nu = 0,2$  м/с до  $\nu = 0,9$  м/с влечет за собой увеличение степени измельченности  $E$ , она возрастает с  $E_{изв.} = 37,2\%$  до  $E_{изв.} = 50,6\%$  – на 36%. Потребляемая мощность прихода растет пропорционально увеличению окружной скорости вращения валков. Так, например, при увеличении в диапазоне  $\nu = (0,32...0,9)$  м/с потребляемая мощность возрастает с  $N_{кв} = 2,51 \times 10^3$  кВт до  $N_{кв} = 5,54 \times 10^3$  кВт. Увеличение окружной скорости вращения валков в пределах от  $\nu = 0,32$  м/с до  $\nu = 0,6$  м/с влечет за собой так же пропорциональный прирост приведенной производительности  $Q_{пр} = 586,1$  кг/ч до  $Q_{пр} = 1062,3$  кг/ч.

Однако, при увеличении окружной скорости вращения валков от  $\nu = 0,6$  м/с до  $\nu = 0,9$  м/с снижается прирост приведенной производи-

тельности сначала незначительно, а затем более интенсивно. Снижение прироста значений  $Q$  при  $\nu \geq 0,6$  м/с обусловлено увеличением проскальзывания измельчаемых кусков материала относительно поверхности валков. Данное явление сказывается на характере изменения удельных энергозатрат, при увеличении значений  $\nu (\nu \geq 0,6$  м/с) наблюдается прирост значений  $q$ , что свидетельствует об увеличении проскальзывания частиц материала относительно поверхности валков, что приводит к повышенному их износу рабочих поверхностей валков.

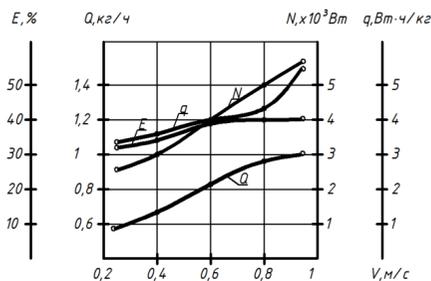


Рисунок 2. Влияние окружной скорости валков и усилия измельчения на выходные показатели процесса измельчения

Поэтому целесообразно применение технических приемов по уменьшению проскальзывания материалов относительно поверхности валков и, следовательно, уменьшения их износа, особенно при повышенных скоростях ( $\nu \geq 0,6$  м/с) работы агрегатов.

В настоящее время известно большое количество технических приёмов, обеспечивающих повышение износостойкости и эксплуатационной надёжности агрегатов валкового типа: поверхностное упрочнение рабочих поверхностей валков, использование съёмных сегментов с заданной рельефной поверхностью и геометрическим профилем, использование предварительно-напряженных сегментов и др. [4-6].

По нашему мнению, наиболее доступным и эффективным конструктивно-технологическим решением при измельчении анизотропных материалов, обладающих невысокой сыпучестью, является «самофутеровка» рабочей поверхности валков (или съёмных элементов) с помощью рифлей (рис. 3), нанесённых электродуговой сваркой или другими способами.

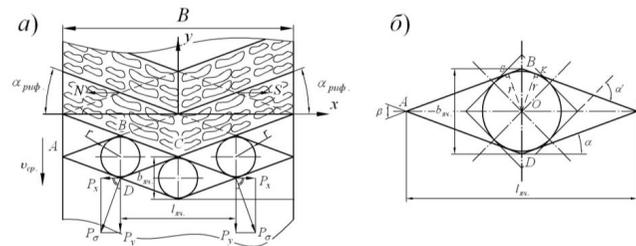


Рисунок 3. Схема самофутеровки рабочей поверхности валков ПВА.

а – расположение ромбовидных ячеек на поверхности валков; б – элементарная ячейка

Выступающие над поверхностью валков наклонные (ёлочкообразные) рифли обеспечивают не только лучшие условия для захвата измельчаемых анизотропных материалов, обладающих малой сыпучестью, и доставку их в зону максимального силового воздействия – разрушения, но и равномерное перераспределение слоя шихты по ширине валков. Для исключения сдвигового деформирования измельчаемых частиц о рабочей поверхности валков в направлениях  $N$  и  $S$  (рис. 3) имеются боковые грани ромбовидных ячеек ( $AB$  и  $CD$ ) выполнены с меньшей высотой, чем наклонные. Это предохраняет поверхность валков от интенсивного абразивного износа. При этом для реализации принципа «самофутеровки» поверхности валков необходимо соблюдать условие [6]:

$$f_0 \geq \frac{n(\cos \alpha + k) + 0,5(\pi + kn^2) \cos \alpha}{n(\cos \alpha + k) + 0,25\pi^2 \cos \alpha}, \quad (1)$$

где:  $f_0$  – коэффициент трения измельчаемого материала о боковые стенки рифлей;  $n, k$  – величина кратности значений радиуса округлости  $r$  ячеек сетчатой поверхности валков, соответственно, по их длине  $l_{яч}$  и ширине  $\epsilon_{яч}$ ;  $\alpha$  – угол наклона рифлей на поверхности валков.

Теоретические размеры элементарной ячейки при заданных значениях  $r$  и  $\alpha$  определяем из следующих рассуждений. При  $\alpha = \beta/2$   $AO = r/\sin \alpha$ ;  $AC = 2r/\sin \alpha$ ;  $AS = r/\tan \alpha$ ;  $SB = r \tan \alpha$ ;

$$\text{Тогда: } AB = AS + SB = r(1 + \tan^2 \alpha) / \tan \alpha$$

Полагая длину ячейки  $l_{яч} = 2AB \cos \frac{\beta}{2} = \frac{2r(1 + \tan^2 \alpha)}{\tan \alpha} \cos \alpha$ , а ширину

$$\text{ячейки } \epsilon_{яч} = BD = 2AB \sin \frac{\beta}{2} = \frac{2r(1 + \tan \alpha)}{\tan \alpha} \sin \alpha,$$

после преобразований получим:

$$l_{яч} = 2r / \sin \alpha; \quad \epsilon_{яч} = 2r / \cos \alpha \quad (2)$$

При  $\alpha = 45^\circ$  получаем  $l_{яч} = \epsilon_{яч} = \frac{4r}{\sqrt{2}}$ , т.е.

ячейка приобретает форму квадрата.

Схема элементарной ячейки для данного случая представлена на рис.3б.

Таким образом, используя выражения 1 и 2 можно определить размеры ячеек наплавляемой сетки, которые позволяют осуществить условия «самофутеровки» (запрессовки измельчаемого материала в ячейки сетки).

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Романович А.А. «Некоторые вопросы измельчения материалов в пресс-валковом измельчителе» Современные проблемы строительного машиностроения: Материалы седьмых академических чтений РААСН / А.А.Романович. Белгород. Гос. техн. акад. строит. мат. – Белгород, 2001. – Ч.2. С.260-262.
2. Sevostianow W., Bogdanow W. Energiesparende Mahlaggregate mit niedrigen zerklenerungskleen. XI Internationale Baustofffund Sibi Rattagund. Ibausil. Weimai, 1991.
3. Иоффе П.С. Анализ напряжений и деформаций при прокатке порошков/ П.С. Иоффе Порошковая металлургия. –М. 1974.-вып.2. – с.25...33.
4. Белый И.К. Исследование характера интенсивности износа формирующих элементов вальцового пресса. / Белый И.К., Шилов П.М., Грузглина С.С.// Обогащение полезных ископаемых. Киев. – 1972, вып. 11. – с.16-19.
5. Миносян А.Г. Исследование процессов износа рабочих органов пресс-валковых измельчителей и совершенствование их конструкции / А.Г. Миносян. Автореферат на соискание ученой степени к.т.н. – Белгород; 2000 – 19с.
6. Романович А.А. Энергосберегающий вспомогательный комплекс для переработки природных и техногенных материалов.// А.А.Романович. Монография. Белгород, БГТУ им. В.Г. Шухова, 2006г. 186с.

# ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЕМ

Хабибуллина Л.Р.

Нефтекамский филиал Башкирского государственного университета

## ПРОБЛЕМЫ ИНДЕКСАЦИИ НАЛОГОВЫХ ВЫЧЕТОВ ДЛЯ ФИЗИЧЕСКИХ ЛИЦ В УСЛОВИЯХ ИНФЛЯЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ

leysanhab@mail.ru

Социальная защищенность населения РФ значительно ниже ряда зарубежных стран. Стандартные вычеты, применяемые в российском законодательстве, представляют собой не облагаемый налогом минимум доходов для определенных социальных групп граждан и не в полной мере отвечает мировой практике ни по их размерам, ни по кругу налогоплательщиков, которому они предоставляются.

**Ключевые слова:** налог, доходы физических лиц, инфляция, заработная плата, льготы, налоговые вычеты.

Налоговая система РФ является одним из наиболее действенных инструментов регулирования экономических отношений. Многие видят в налогах лишь фискальную функцию, при этом упуская из виду, что налоги служат также мощным экономическим регулятором, способным влиять на все стороны хозяйственной и социальной жизни общества.

Формирование механизма налогообложения доходов физических лиц в РФ началось в 1991 г. с принятием закона «О подоходном налоге с физических лиц», предусматривающего прогрессивную шкалу ставок от 12 до 60%. В ходе реформирования налоговой системы с 1991 по 2000г. ставки налога на доходы многократно пересматривались, что способствовало во многом развитию процесса сокрытия доходов и дестабилизации механизма налогообложения [1].

Существующая в настоящее время система налогообложения доходов физических лиц не является совершенной. Во многом это обусловлено тем, что в ходе реформ изменения, вносимые в механизм налогообложения доходов, не носили системного характера и были обусловлены популизмом и необходимостью решения текущих задач. В условиях рыночной экономики налог на доходы физических лиц является механизмом регулирования доходов физических лиц, позволяющим снизить налоговое бремя малоимущих, повысить социальную ответственность высокообеспеченных граждан и обеспечить стимулирование инвестиционной активности населения.

В настоящее время налоговые поступления составляют преобладающую часть доходов бюджетов всех уровней. Налоговая нагрузка на

российскую экономику, по данным Росстата, составляет в среднем около 23-24% ВВП, а вместе с внебюджетными фондами - более 29%. Следует отметить, что величина общего налогового бремени примерно на одном уровне с Японией и США и выше, чем в бурно развивающихся странах (Индия).

Снижение налоговых поступлений в бюджетную систему РФ в 2009 г. составило 1 657,6 млрд.руб. по сравнению с 2008 г. Лидерами снижения налоговых поступлений явились налог на прибыль организаций (снижение составило 1 248,6 млрд.руб. или 49,7%) и налог на добычу полезных ископаемых (снижение составило 654,20 млрд.руб. или 38,3%). Несколько возросли поступления по единому социальному налогу, рост по НДС составил 17,9%, акцизам - 4% (таблица 1).

В структуре налоговых поступлений в 2009 г. наибольший удельный вес занимают поступления по налогу на доходы с физических лиц - 24,5% (рисунок 1). Налог на прибыль организаций - 18,6%, НДС - 17,3%, НДПИ - 15,5%.

Зарубежные страны по структуре налоговых поступлений можно разделить на несколько групп. В первой группе, куда входят США, Дания, Люксембург, Финляндия, Швеция, доля налогов на доходы граждан и корпораций является преобладающей. Ко второй группе, где наибольшую часть налоговых поступлений составляют социальные платежи, можно отнести Австрию, Германию, Нидерланды и Францию. В третьей группе стран преобладающая часть налоговых поступлений обеспечивается за счет косвенных налогов на товары и услуги, что наблюдается в Греции, Исландии и Португалии.

В самую многочисленную четвертую группу входят остальные страны, в которых ни один из видов налоговых платежей не преобладает:

Бельгия, Ирландия, Италия, Испания, Норвегия, Великобритания, Финляндия и Швейцария [2].

Таблица 1

Динамика поступлений налогов и сборов в бюджетную систему РФ в 2009г. по сравнению с 2008г., млрд. руб [7]

Наименование налога	2008г.	Удельный вес налога, %	2009г.	Удельный вес налога, %	Динамика
1	2	3	4	5	6
Налоговые сборы, всего	8455,7	100	6798,1	100	80,4
Налог на прибыль организаций	2513	29,7	1264,4	18,6	50,3
НДС	998,4	11,8	1176,6	17,3	117,9
НДФЛ	1665,6	19,7	1665	24,5	100
ЕСН (в ФБ)	506,8	6,0	509,8	7,5	100,6
Акцизы	314,7	3,7	327,4	4,8	104
НДПИ	1708	20,2	1053,8	15,5	61,7
Пр. налоги и сборы	749,2	8,9	801,1	11,8	107,3

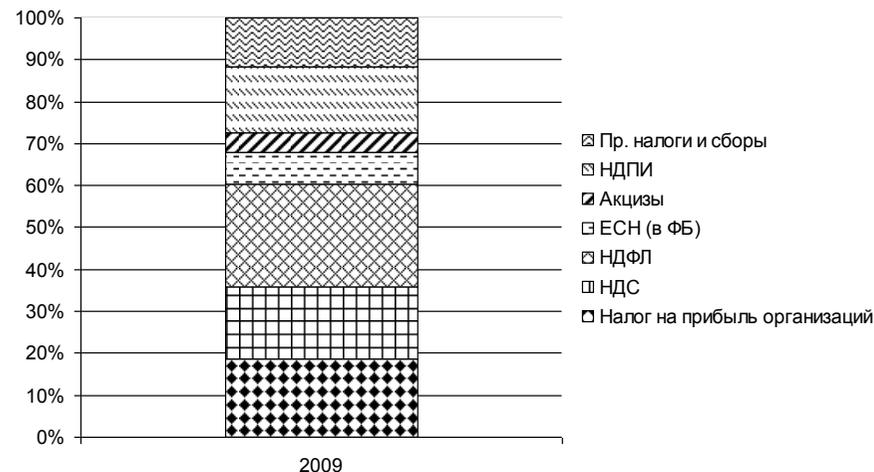


Рисунок 1. Структура налоговых поступлений в бюджет РФ в 2009г., %

Однако отметим существенную разницу: в России большую часть налогов на доход и социальных платежей вносит юридическими лицами, в то время как в США и Западной Европе, наоборот, физическими лицами. Налоги на имущество обеспечивают в среднем около 4,3% налоговых поступлений консолидированного бюджета в Западной Европе, но в отдельных странах эти поступления более значительны (от 7,2 до 10,5%); в Люксембурге, Исландии, Швейцарии, Великобритании. В США для имущественных налогов самая высокая - 11,2%. В России доля налогов на имущество и землю составляет 5,7%, что выше среднеевропейского уровня.

Мировой экономический кризис привел к существенному сокращению экспорта: в 2009 г. внешнеторговый оборот России снизился на 35 % по сравнению с 2008 г. Для преодоления кризисных явлений и снижения внешнеэкономического оборота необходимо развивать внутренний спрос - это теория. Но у нас пока не получается расширить внутренний потребительский рынок. Так, оборот розничной торговли в 2009 г. уменьшился на 5,5% по сравнению с предыдущим годом, многие российские потребители (46%) сократили расходы на покупку одежды и обуви.

В России модель налогообложения доходов физических лиц практически не пересматривалась с 2001 г. - момент введения в действие гл. 23 НК

РФ, в то время как ситуация в стране за этот докризисный период (2001 – 2008 гг.) изменилась.

Средняя номинальная заработная плата (основной источник дохода значительной части населения России) выросла с 3200 до 17 290,1 руб., минимальный размер с труда (МРОТ) - с 200 до 2300 руб.[6]. За этот восьмилетний период рост поступлений НДФЛ в бюджет (в 6,5 раза) опережает рост зарплат (в 5,3 раза). Доля заработной платы в ВВП увеличилась с 50,5 до 53,5%, а доля НДФЛ в ВВП – с 2,9 до 4,0%. Тенденция та же на фоне общего роста экономики этим негативным моментам в налогообложении большого значения не придавалось. Можно положить, что в модель исчисления НДФЛ неявно встроены некий механизм дополнительных изъятий из доходов граждан, что в итоге приводит к усилению фискальной функции.

Грянувший в конце 2008 г. кризис заставил

Правительство РФ искать меры по снижению его последствий в авральном порядке. Эти меры способствовали снижению налогового бремени на бизнес, но не на граждан. Проанализируем последние данные Росстата. К декабрю 2009 г. средняя по стране заработная плата повысилась до 18 785 руб., но этот рост не успевает за инфляцией. В структуре использования денежных доходов населения просматривается устойчивый рост доли расходов по обязательным платежам и взносам, в которые включаются налоги и сборы (рисунок 4). А вот доля расходов на приобретение товаров и услуг, незначительно сократившись за 2001 - 2008 гг. (с 74,6 до 74,1%), за 9 мес. кризисного 2009 г. упала до 70,7%.

В связи с этими обстоятельствами обратим внимание на действующую модель налогообложения доходов граждан.

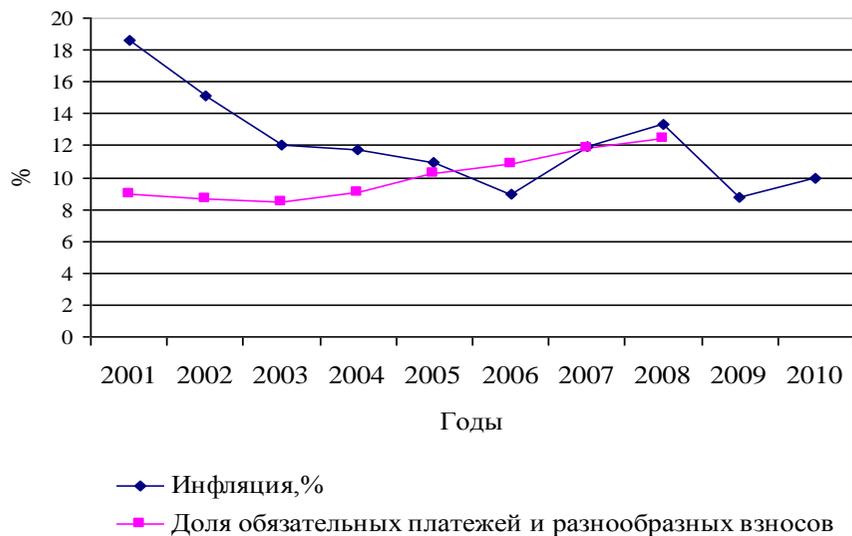


Рисунок 4. Изменение доли обязательных платежей и взносов в структуре использования денежных доходов и инфляция (на 2010г. приведено прогнозное значение уровня инфляции),%

Необходимо заметить, что график налоговой нагрузки на граждан (см. рисунок 4) не учитывает сумм НДС, которые ими как конечными потребителями уплачиваются (НДС в ценниках товаров не всегда выделяется, а обычно включается в цену товара), поэтому данные Росстата несколько занижены. Одновременно в России происходит усиление расслоения населения по уровню доходов: коэффициент Джини вырос с 0,397 до 0,423. Оборот российского рынка предметов роскоши, доступных только миллиардерам и мульти-миллионерам, стабильно держится на уровне 5

млрд. долл. США[8].

Плоская 13%-я шкала вводилась с целью решить ряд проблем, среди которых - упрощение администрирования НДФЛ и искоренение практики выдачи заработной платы в конвертах. Некоторые ученые высказывают суждение, что рост показателей сбора НДФЛ происходит вследствие улучшения налогового администрирования. Но наши исследования позволяют сделать иной вывод: рост доли НДФЛ в ВВП в большей степени связан не с работой налоговых органов, а с другими факторами, которые будут рассмотрены ниже.

Механизм взимания НДФЛ в России, в отличие от европейских стран, весьма негибкий с точки зрения реагирования на происходящие инфляционные процессы. К примеру, инфляция в Германии за рассматриваемый период увеличилась 1,0 до 2,3% (2007 г.), но даже такой незначительный (по российским меркам) рост вызвал серьезные опасения политиков в отношении расширения бедности немцев. Существенная российская инфляция привела к «холодной прогрессии» в налогообложении, граждан, когда под налогообложение попали суммы, исходя из социальной функции налогов, должны вычитаться из налоговой базы. Это касается в первую очередь сумм, необходимых для простого воспроизводства человека. НДФЛ взимается с полной суммы доходов физического лица, за исключением весьма ограниченного перечня вычетов. Только по гражданским договорам можно вычитать произведенные расходы, а по доходам, выплачиваемым в виде зарплаты, - нет.

Во многих странах (Великобритания, Канада, Германия и др.) из налогооблагаемого дохода физического лица вычитаются суммы, достаточные для покрытия минимальных жизненных потребностей. Если по какой-либо причине доход гражданина Германии, отработавшего полностью необходимое время, будет ниже прожиточного минимума, то в этом случае применяется «отри-

цательный подоходный налог», то есть с недополученной разницы дохода исчисляется подоходный налог, который затем возвращается гражданину: государство этим действием извиняется за допущенное недоразумение. Такой подход был бы уместен и в России, где пока не разработаны иные механизмы сдерживания негативных процессов расслоения населения при росте доли малоимущих граждан. Это также означает, что человек только сам добровольно может уменьшить сумму своих располагаемых доходов ниже прожиточного уровня, но ни в коем случае не закон.

Рассмотрим стандартный налоговый вычет. Не будем сейчас говорить о том, насколько он микроскопичен даже с точки зрения простого воспроизводства рабочей силы. Его величина - 400 руб. - не изменялась с 2001 г., хотя с учетом инфляции к 2010 г. она должна составить 1139 руб. в мес.

Верхний предел доходов, при достижении которого вычет не предоставляется, установлен в 2001г. на уровне 20 000 руб. и только с 2009 г. увеличен до - 40 000 руб. Однако с учетом инфляционных процессов этот предел должен был бы увеличиваться ежегодно и в 2010 г. составить 56 585 руб. (рисунок 5). Депутаты учли инфляционную составляющую не в полном объеме и не в пользу граждан, при этом баланс интересов государства и граждан нарушен.

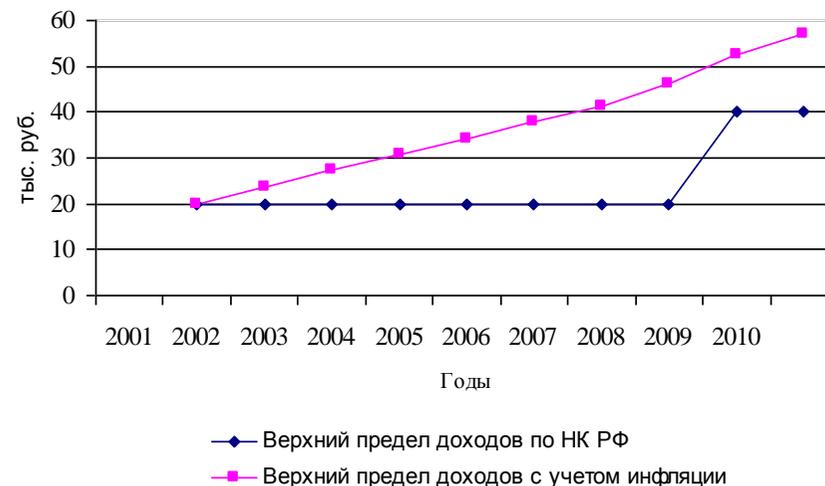


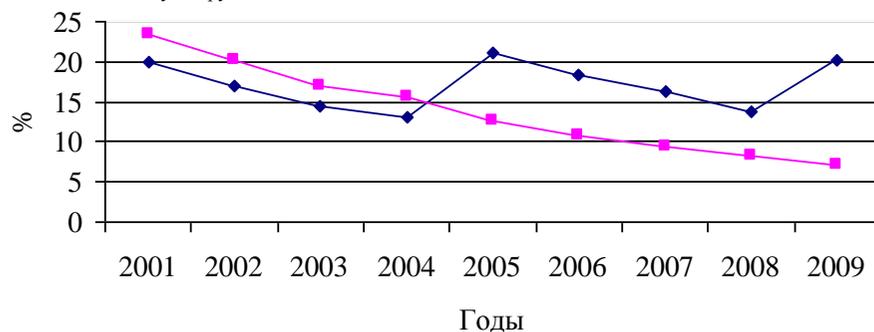
Рисунок 5. Изменение инфляционного и номинального значения верхнего предела доходов для применения стандартного налогового вычета, тыс.руб.

В процессе анализа выявляются другие интересные моменты. Если в 2001 г. работники

могли воспользоваться стандартным вычетом в среднем в течение 6 месяцев, то уже с 2006 г.

этот период снизился до 1 мес. В 2009 г. этот срок увеличился, но только до 2 мес., с тем чтобы в 2010 г. снова снизиться до 1 мес. Для сохранения возможности применения стандартного вычета в течение хотя бы полугодия, как это было задумано в 2001г., верхняя граница его применения в 2009 г. должна была быть равна примерно 120 000 руб. С учетом прогнозных значений на 2010 г. ее необходимо было бы еще раз увеличить, но уже до 240 000 руб., что корреспондирует с измененными предельными суммами доходов, до достижения которых применяются стандартные налоговые вычеты на детей (до 280 000 руб.). Заметим, что в развитых европейских странах из-под налогообложения выводится сумма, приблизительно равная прожиточному минимуму. В Германии, например, с 2010 г. это 8004 евро в год.

Налицо «холодная прогрессия», о которой уже говорилось: под налогообложение попадает все большая и большая доля доходов граждан, получающих заработную плату на уровне средней и ниже. Доля стандартного налогового вычета в прожиточном минимуме трудоспособного насе-



- ◆ Доля стандартного налогового вычета (400руб.) в прожиточном минимуме работника
- Доля стандартного налогового вычета на детей в прожиточном минимуме детей

Рисунок 6. Изменение доли стандартных налоговых вычетов в прожиточном минимуме, %

Получается, что посредством «холодной прогрессии» у граждан только из-за отсутствия индексации самого распространенного стандартного вычета ежемесячно дополнительно изымалось от 9,7 руб. (в 2002 г.) до 84,1 руб. (в 2009 г.)

Конечно, дополнительно изъятая сумма НДФЛ частично возвращается в домохозяйства через подпрограмму "Дети и семья", как и часть средств, предназначенных для программы развития высшего образования. Но тогда в чем смысл

этих изъятий, приводящих к усложнению бюджетного механизма и возникновению дополнительных контрольных функций государства? Исходя из этических принципов налогообложения, эту сумму необходимо было бы оставить в распоряжении домохозяйств.

Нельзя не отметить, что за анализируемый период некоторые вычеты все же были проиндексированы, и эта индексация заслуживает особого рассмотрения. Стандартный налоговый вычет на

детей за период 2001 – 2009 гг. уменьшилась более чем в 3 раза (рисунок 6) и составляет 7,1 %.

С 2010 г. стандартный налоговый вычет носит декоративный характер даже для низкодоходных категорий физических лиц. Многие бухгалтеры его просто не учитывают. Формально это, конечно, неправильно, но юридически возможно, ведь вычет не является обязательным, а величина возможного спора с работодателем несущественна.

Эти рассуждения можно распространить и на другие юридически не измененные с 2001 г. величины налоговых вычетов (в скобках указана их расчетная величина в 2010 г. с учетом инфляции):

1) стандартный ежемесячный вычет для категории «чернобыльцев» и некоторых других - 3000 руб. (8488 руб.)

2) стандартный ежемесячный вычет для категории Героев РФ, участников Великой Отечественной войны и некоторых других - 500 руб. (1415 руб.).

детей рос темпами, превышающими инфляцию. Однако в отдельные отрезки времени, когда изменения в НКРФ не вносились, государство все же

пользовалось «инфляционным» вычетом на детей (рис. 7).

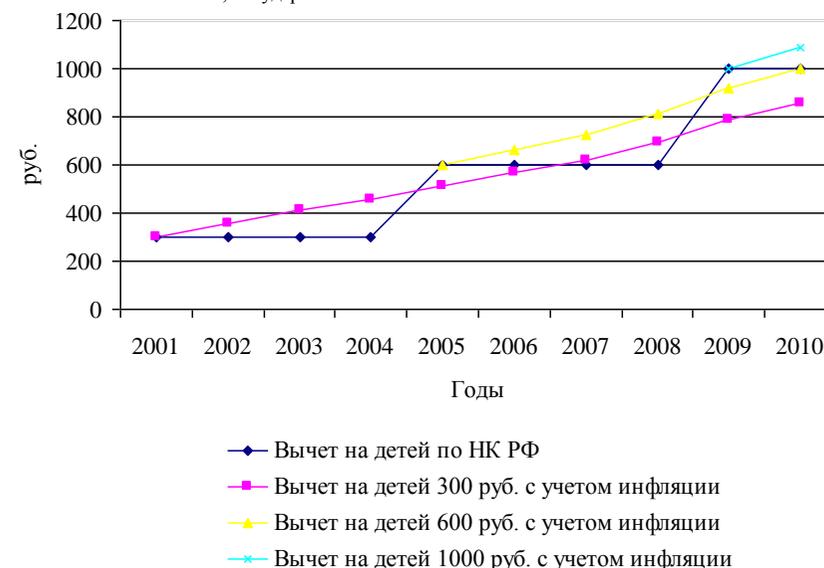


Рисунок 7. Изменение инфляционного и номинального значения стандартного налогового вычета на детей, руб

Вывод очевиден: рост доли НДФЛ в ВВП России напрямую связан с дополнительными изъятиями, усилением фискальной функции налога. Отказ государства от этих изъятий мог бы способствовать росту покупательной способности, потребления и предпринимательской инициативы.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Ильин, А.Е. Анализ налоговых поступлений с доходов физических лиц / А.Е. Ильин, Г.В. Ильина // Экономический анализ: теория и практика. - 2009. - №10. - С. 15-20.
- Камалян, А.К. Анализ и оценка современного состояния системы налогообложения аграрной сферы России и зарубежных стран / А.К. Камалян, И.В. Мусорина // Финансы и кредит. - 2009. - №3. - С. 51-53.
- Камалян, А.К. Оценка уровня дифференциации налогового бремени между субъектами РФ / А.К. Камалян, А.В. Слепокуров // Финансы и кредит. - 2010. - №9. - С. 10-14.
- Коокуева, В.В. Оценка налогового груза на российскую экономику в современных условиях / В.В. Коокуева // Экономические науки. - 2009. - № 9. - С. 14-17.
- Тютюрюков, Н.Н. Метаморфозы вычетов по НДФЛ / Н.Н. Тютюрюков, Г.Б. Тернопольская, В.Н. Тютюрюков // Налоговая политика и практика. - 2010. №4. - С. 18-25.
- Важнейшие экономические показатели России и зарубежных стран [Электронный ресурс] // gks.ru: официальный сайт Федеральной службы государственной статистики РФ 2010. 29 марта. - Электрон. дан. URL: <http://www.gks.ru/> (дата обращения 13.04.2010).
- Налоговые поступления в консолидированный бюджет Российской Федерации [Электронный ресурс] // nalog.ru: официальный сайт федеральной налоговой службы РФ 2010. 12 апр. Электрон. дан. URL: <http://www.nalog.ru> (дата обращения 22.04.2010).
- Мы так считаем. Сергей Степашин: Регулировать надо не число занятых в заявке на госзаказ, а развитие конкуренции [Электронный ресурс] // Рос. газ. 2010. 24 янв. URL: <http://www.rg.ru> 2010/ 01/ 14 / stepashin.html. (дата обращения 29.01.2010).

Юсупов К. Н., д-р экон. наук, проф.,  
Давлетбаева А. Ф., асс.  
Бакирский государственный университет

## МЕХАНИЗМ ВЫЯВЛЕНИЯ ЗОН УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНА В УСЛОВИЯХ РИСКА

super.alfik@mail.ru

Разработан механизм поэтапного последовательного выявления зон устойчивого развития регионов, на основе которого производится расчет интегрального показателя социально-экономического развития регионов с учетом индикатора риска регионального развития. Комплексная методика апробирована проведением многофакторной оценки интегрального уровня риска регионов Приволжского федерального округа с учетом показателей социально-экономического развития за период 2000 - 2009 гг.

**Ключевые слова:** зоны устойчивого развития региона, социально-экономическое развитие региона, риск регионального развития.

Сложившиеся на современном этапе социально-экономические процессы развития, обусловленные глубокими трансформационными процессами во всех сферах жизнедеятельности страны, наиболее ярко проявляют свои негативные тенденции именно на уровне субъектов РФ. Резкая дифференциация социально-экономического состояния регионов и неэффективность использования имеющегося потенциала актуализировали необходимость выявления зон устойчивого развития регионов в условиях риска, привели к формированию эффективной модели устойчивого развития на основе определения проблем, рисков функционирования субъектов хозяйствования.

Устойчивое развитие региона представляет собой сбалансированное, комплексное развитие, обеспечивающее гармоничное сочетание социально-экономических интересов населения.

Успешность перехода России на путь устойчивого развития во многом определяется степенью инвестиционной привлекательности ее регионов, повышение которой способствует ускорению экономического роста страны и подъему уровня благосостояния ее населения. В свою очередь инвестиционная привлекательность каждого региона зависит от уровня его социально-экономического развития и показателя риска. Поэтому особую значимость приобретает анализ механизма выявления зон устойчивого развития региона в условиях риска для эффективного управления экономикой хозяйствующего субъекта.

В ходе исследования нами была разработана поэтапная последовательность выявления зон устойчивого развития регионов с учетом индикатора риска регионального развития. На первом этапе механизма комплексной многофакторной оценки производится расчет интегрального показателя социально-экономического раз-

вития регионов (Psed). Psed является интегральным индикатором, определяющим общий уровень экономического развития соответствующего региона (субъекта РФ). Он определяет реальные возможности субъекта РФ самостоятельно преодолевать кризисное состояние экономики и социальной сферы на основе мобилизации внутренних ресурсов и источников экономического развития (ресурсов потенциала), устойчиво и стабильно развиваться.

Нами выделено десять индикаторов развития, характеризующих уровень социально-экономического развития и потенциала регионов Приволжского федерального округа (ПФО). Индикаторы находят отражение в показателях органов статистики [1,2] и представлены в таблице 1.

Для расчета сводного индикатора социально-экономического развития (Psed) нами применяется метод безинтервального пофакторного ранжирования регионов во взаимосвязке с методом бальной оценки и представлением результатов расчетов в форме стандартизованных (рейтинговых) оценок. Особенностью используемой методики является включение в общий ряд ранжирования позиции РФ, которая таким образом получает свой системный номер. Это позволяет оценить различные аспекты социально-экономической ситуации в каждом регионе по отношению к соответствующим среднероссийским характеристикам.

Расчет интегрального показателя проводится поэтапно путем реализации следующей последовательности вычислительных и логических операций. По каждому из базовых оценочных индикаторов определяется ранг каждого региона, а также ранг среднероссийского значения, начиная с лучшего (первое место) и заканчивая худшим значением (последнее место). Затем производится расчет бальной оценки по каждо-

му из показателей для каждого региона по формуле 1:

$$\text{Ball (Ind)} = \text{Rang (Ind RF)} - \text{Rang (Ind Reg)}, (1)$$

где: Rang (Ind Reg) - ранг показателя по региону,

Rang (Ind RF) – ранг показателя по Российской Федерации,

Ball (Ind) - значение приведенной бальной оценки, соотнесенной с уровнем РФ.

Таблица 1

Система показателей многофакторной оценки интегрального индикатора социально-экономического развития регионов

№	Наименование показателя	Метод расчета
1	Валовой региональный продукт региона на душу населения	Отношение валового регионального продукта к численности населения
2	Объем инвестиций в основной капитал на душу населения	Отношение объема инвестиций к численности населения
3	Объем внешнеторгового оборота на душу населения	Отношение суммарного объема экспорта и импорта к численности населения
4	Финансовая обеспеченность региона на душу населения	Отношение доходов региона к численности
5	Уровень зарегистрированной безработицы	Уровень зарегистрированной безработицы в % к экономически активному населению
6	Соотношение среднедушевых доходов и величины прожиточного минимума	Отношение среднедушевых доходов к величине прожиточного минимума
7	Доля населения с доходом ниже прожиточного минимума	Доля населения с доходом ниже прожиточного минимума (%) в общей численности населения
8	Суммарный оборот розничной торговли, общ. питания и платных услуг на душу населения	Отношение суммы объема розничного товарооборота и объема платных услуг к численности
9	Основные фонды на душу населения	Отношение стоимости основных фондов к численности населения
10	Средняя заработная плата работников организаций	Уровень средней заработной платы работников организаций

Далее для каждого региона производится суммирование приведенных бальных оценок по всем 10 базовым индикаторам с последующим делением полученного результата на 10, и таким образом определяется искомая величина интегрального показателя социально-экономического развития каждого региона (Psed).

На втором этапе комплексной многофакторной оценки интегрального риска производится позиционирование регионов по уровню величины социально-экономического развития (Psed). С учетом данного подхода представляется целесообразным распределение регионов по значению (Psed) на следующие группы:

1 группа включает в себя конкурентоспособные регионы с уровнем развития выше среднего (Psed > 0) и высоким потенциалом интенсивного роста;

2 группа включает в себя конкурентоспособные регионы со средним уровнем развития (0 > Psed > -3) и достаточным потенциалом стабильного роста;

3 группа - регионы с необходимым потенциалом роста и уровнем развития ниже среднего (-3 > Psed > -6);

4 группа - отстающие регионы с низким уровнем развития (-6 > Psed < -9);

5 группа – регионы с крайне низким уровнем развития (Psed < -9).

На третьем этапе проводится многофакторная оценка интегрального риска, содержащая 10 расчетных показателей, рассмотренных ранее (табл. 1).

С учетом предложенных показателей, их динамики и сравнения со среднероссийским уровнем, величину интегрального риска в регионе нами предлагается рассчитывать по следующей формуле:

$$IRR D = 1 + \left( \frac{\sum_{i=1}^n \text{Ind}_i^{\text{Reg}}}{n} \right)$$

где: IRRD – региональный риск i-ого региона; Ind<sub>i</sub><sup>Reg</sup> – числовое значение i-ого показателя по i-ому региону; Ind<sub>i</sub><sup>RF</sup> – числовое значение i-ого среднероссийского показателя; n – количество структурных элементов.

Показатель IRRD показывает, насколько более рискованным является социально-экономическое развитие i-ого региона по сравнению с ситуацией в стране. Повышение показателя IRRD свидетельствует о повышении уровня риска в данном регионе.

С учетом полученных результатов, идентифицирующих уровень интегрального риска, производится позиционирование регионов по интегральным величинам социально-экономического развития и риска, в результате чего регионы ранжируются по социально-

экономическому развитию и среднегодовому уровню риска регионального развития.

Четвертый этап в предлагаемой методике предусматривает проведение зонирования территории с учетом полученных значений риска регионального развития и выявление проблемных регионов, отличающихся низким уровнем социально-экономического развития и высоким уровнем риска.

В результате, нами предлагается разбиение территорий РФ на пять зон, исходя из величины интегрального риска:

1. Зона минимального риска: уровень интегрального риска изменяется в интервалах от 0 до 0,8 - входят регионы с уровнем развития выше среднего и высоким социально-экономическим потенциалом развития;

2. Зона пониженного риска: уровень интегрального риска изменяется в интервалах от 0,8 до 0,9 - входят регионы со средним уровнем раз-

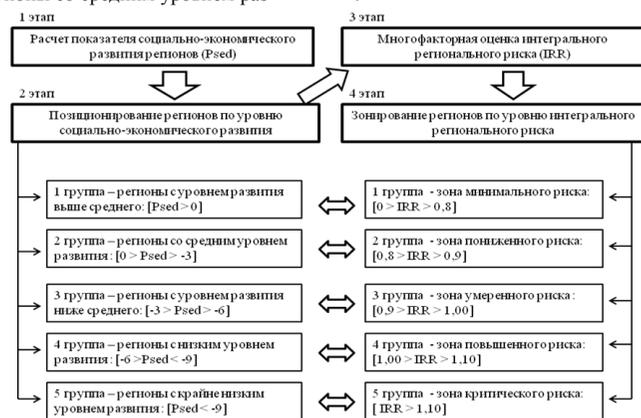


Рисунок 1. Модель поэтапного расчета индикатора риска регионального развития

Комплексная методика апробирована проведением многофакторной оценки интегрального уровня риска с учетом показателей социально-экономического развития в регионах ПФО за период 2000 - 2009 гг. (рис.2).

В результате анализа нами произведена группировка регионов ПФО по значению интегрального индикатора социально-экономического развития с выделением пяти групп:

1 группа включает в себя конкурентоспособные регионы с уровнем развития выше среднего ( $Psed > 0$ ) и высоким потенциалом интенсивного роста: Республика Татарстан;

2 группа включает в себя конкурентоспособные регионы со средним уровнем развития ( $0 > Psed > -3$ ) и достаточным потенциалом стабильного роста: Пермский край, Республика

Башкортостан, Самарская область, Нижегородская область, Оренбургская область;

3. Зона умеренного риска: уровень интегрального риска изменяется в интервалах от 0,9 до 1,00 - составляют регионы с уровнем развития ниже среднего и недостаточным социально-экономическим потенциалом;

4. Зона повышенного риска: уровень интегрального риска изменяется в интервалах от 1,00 до 1,10 – это отстающие регионы, с рискованным уровнем развития;

5. Зона критического риска: уровень интегрального риска изменяется в интервалах от 1,10 и более – это регионы с крайне низким уровнем развития, которые характеризуются с максимальным уровнем риска.

Таким образом, процесс зонирования регионов можно представить в виде модели на рисунке 1.

Башкортостан, Самарская область, Нижегородская область, Оренбургская область;

3 группа - регионы с необходимым потенциалом роста и уровнем развития ниже среднего ( $-3 > Psed > -6$ ): Республика Мордовия, Удмуртская Республика, Пензенская область;

4 группа - отстающие регионы с низким уровнем развития ( $-6 > Psed < -9$ ): Чувашская Республика, Саратовская область, Ульяновская область, Кировская область;

5 группа – регионы с крайне низким уровнем развития ( $Psed < -9$ ): Республика Марий Эл В результате всестороннего анализа полученных результатов можно сделать вывод, что современное состояние хозяйства регионов ПФО характеризуется резкими перепадами социально-экономического развития и уровня жизни от одной части страны к другой. Наряду со стабильными, в экономическом пространстве ПФО

функционируют и регионы бедствия, которые являются финансово несостоятельными и со-

здают угрозы безопасности соседям.

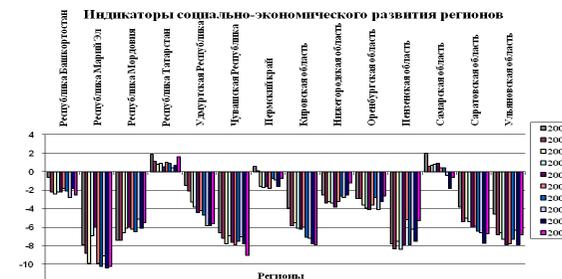


Рисунок 2. Динамика интегрального показателя социально-экономического развития регионов ПФО за 2000-2009 гг

Расчет интегрального риска регионов ПФО за 2009 г. дает возможность выделить 5 групп (рис. 3):

1. Зона минимального риска: уровень интегрального риска изменяется в интервалах от 0 до 0,80 - входят регионы с уровнем развития выше среднего и высоким социально-экономическим потенциалом развития: Пермский край, Республика Татарстан;

2. Зона пониженного риска: уровень интегрального риска изменяется в интервалах от 0,80 до 0,90 - входят регионы со средним уровнем развития и с необходимым и достаточным потенциалом роста: Республика Башкортостан, Самарская область;

3. Зона умеренного риска: уровень интегрального риска изменяется в интервалах от 0,90

до 1,00 - составляют регионы с уровнем развития ниже среднего и недостаточным социально-экономическим потенциалом: Нижегородская область, Оренбургская область;

4. Зона повышенного риска: уровень интегрального риска изменяется в интервалах от 1,00 до 1,20 – это отстающие регионы, с рискованным уровнем развития: Ульяновская область, Республика Марий Эл, Республика Мордовия, Удмуртская Республика, Чувашская Республика, Пензенская область;

5. Зона критического риска: уровень интегрального риска изменяется в интервалах от 1,20 и более – это регионы с крайне низким уровнем развития, которые характеризуются с максимальным уровнем риска: среди исследуемых регионов их нет.

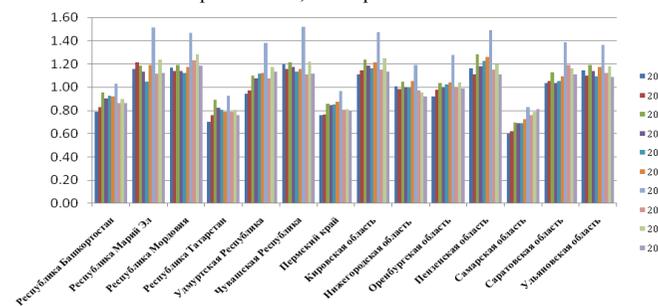


Рисунок 3. Динамика показателей интегрального риска регионального развития за 2000-2009гг.

В результате анализа современных тенденций развития регионов, мы пришли к заключению, что регионам с более высоким уровнем социально-экономического потенциала присущ более низкий уровень риска. Это говорит о том, что риск является не только обобщающим показателем социально-экономического развития, но учитывает поступательность и равномерность развития. Следовательно, результаты анализа следует учитывать при выработке адекватной

стратегии развития регионов, входящих в макрорегиональные комплексы.

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2010: Р32 Стат. сб. / Росстат. – М., 2010. – 996 с.  
2. Демографический ежегодник России. 2010: Стат. сб./ Росстат. – М., 2010. – 525 с.

Трунова Е. В., канд. экон. наук, доц., докторант  
 Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

## ИНТЕГРИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ: ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ И ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ АСПЕКТЫ ПОСТРОЕНИЯ

trunova\_ev@mail.ru

*Грамотно выстроенная система управления представляет собой важный элемент интеллектуального капитала компании и способствует росту ее рыночной стоимости. В статье обосновывается, что реализация стратегии развития невозможна без взаимосвязи стратегического управления и управления текущей деятельностью с позиции процессного подхода. Рассматриваются такие организационные аспекты управленческой деятельности, как ролевая концепция управления, стратегический офис и процессный офис.*

**Ключевые слова:** развитие компании, стратегическое управление, менеджмент бизнес-процессов, интеграция, ролевая концепция управления, стратегический офис, процессный офис.

Согласно универсальному свойству иерархичности, любая система содержит составляющие разной степени агрегации (уровни, подуровни и отдельные элементы), которые могут сами рассматриваться как система. О ее сложности и многогранности системы управления компанией свидетельствует разнообразие аспектов ее анализа. В ней можно выделить: разные уровни (стратегический, тактический и оперативный); разные подходы к организации деятельности (функциональная иерархия, дивизиональная иерархия, процессное управление, проектное управление), которые на практике используются в различных сочетаниях; различные объекты управления (персонал, производство, сбыт, продажи, финансы, сервисы, бизнес-процессы и т.д.); разные подходы к мотивации персонала (различные сочетания элементов материального и нематериального вознаграждения, а также принципы определения размеров вознаграждения); разные подходы к формированию набора показателей результативности и эффективности деятельности и т.д.

Как показывает практический опыт работы в сфере управленческого консалтинга, потенциал совершенствования одного из элементов системы управления весьма ограничен. Причина этой ограниченности кроется в еще одном универсальном свойстве систем – свойстве целостности: взаимном влиянии изменений элементов системы и самой системы друг на друга. Представители российского бизнеса начинают осознавать необходимость формирования интегрированных систем управления, предполагающих сбалансированность применяемых методов, технологий и стандартов управления. Эта идея прослеживается и во многих современных работах по менеджменту. Прочитав, например, У. Детмера: «Вследствие взаимозависимости и изменчивости, оптимизация отдельных элементов не обеспечит оптимальное функционирование системы. Если каждый элемент системы работа-

ет с максимальной отдачей, это еще не означает, что система в целом будет давать такую же отдачу» [1, С. 41].

Целью настоящей статьи является обоснование целесообразности интеграции стратегического управления и управления бизнес-процессами в единую систему. Уточним, что управление бизнес-процессами, по сути, представляет собой тактический уровень менеджмента. При процессном подходе акценты управления компанией смещаются с выполнения функциональных обязанностей на получение конкретного результата в виде удовлетворения потребностей внешних и внутренних клиентов. Процессы замещают границы изолированных функциональных сфер ответственности.

Между стратегией, бизнес-процессами и действующей организационной структурой компании существует очевидная связь:

- при формировании дерева стратегических целей определяются значимые для достижения этих целей бизнес-процессы компании, и разрабатывается комплекс стратегических инициатив – проектов. Достигнутые показатели хода бизнес-процессов и реализации проектов определяют значения показателей стратегического уровня;
- бизнес-процессы верхнего уровня могут быть детализированы до функций, выполняемых отдельными сотрудниками;
- для каждой функции устанавливается должность, ответственная за ее выполнение;
- взаимосвязь между стратегией и организационной структурой осуществляется путем каскадирования стратегических целей и показателей на уровень структурных подразделений, а затем – на уровень отдельных сотрудников.

Опыт работы автора показывает, что системам стратегического и тактического управления российских компаний часто присущи следующие недостатки.

1. *Стратегическое управление де-факто отсутствует.* Описание возможных ситуаций можно свести к двум вариантам.

Вариант 1. В компании вообще не проводилась работа по разработке миссии, видения, корпоративных ценностей, стратегии и детализирующей ее целей. Эти вещи кажутся топ-менеджменту второстепенными по сравнению с решением текущих проблем. Персонал компании представляет собой группу людей, работающих на одном пространстве и взаимодействующих по мере необходимости в ходе выполнения своих должностных обязанностей. Тогда как в идеале персонал – это команда, сплоченная общими ценностями и стремящаяся к достижению общих целей.

Вариант 2. Перечисленные выше базовые элементы стратегического управления установлены, но разработанная стратегия не реализуется, а превращена в декларацию и не имеет никакого отношения к действующей системе управления. Так же как и к реализуемым компанией проектам. В то время как многие признанные специалисты в области менеджмента указывают, что работа по практической реализации стратегии гораздо важнее, чем качество ее разработки. Р. Каплан и Д. Нортон справедливо указывают, что «в 70% настоящая проблема – это не плохая стратегия, но... плохое ее воплощение» [2, С. 4].

Можно утверждать, что стратегия будет оторвана от текущей деятельности, если не проведена работа по:

- а) выявлению причинно-следственных связей между стратегическими целями, относящимися к разным уровням дерева целей и разным стратегическим перспективам;
- б) оцифровке стратегических целей целевыми значениями ключевых показателей деятельности (*KPI, Key performance indicators*);
- в) определению персональной ответственности за достижение каждой цели;
- г) выявлению бизнес-процессов, надлежащее выполнение которых позволяет приблизиться к каждой из стратегических целей;
- д) детализации стратегических целей и KPI до уровня подразделений, выполняющих бизнес-процессы;
- е) определению перечня и технико-экономических параметров проектов, реализация которых необходима для совершенствования бизнес-процессов и достижения стратегических целей;
- ж) составлению бюджетов компании с учетом стратегически важных процессов и проектов;
- з) доведению стратегических ориентиров до всех сотрудников компании.

В книге коллектива сотрудников известной консалтинговой компании Horvath & Partners [3] представлены результаты эмпирического исследования процессов создания и реализации стратегии в крупных немецких компаниях. Сделан вывод, что в числе основных трудностей – необходимость интенсификации процессно-ориентированного мышления. «Успешная реализация стратегии предполагает объединение усилий разных подразделений. Если отдел логистики думает только о логистике, отдел сбыта – только о сбыте, отдел производства – только о производстве, то возникает много сложностей, ставящих под сомнение процесс реализации любой стратегии» [3, С. 34]. Таким образом, для того чтобы реализовать стратегию развития, необходимо «спустить» ее на уровень бизнес-процессов и бизнес-проектов, плюс наладить систему контроллинга, предназначение которой – сбор, обработка и анализ данных о степени приближения к целевым KPI.

2. *Процессное управление де-факто отсутствует.* Для тактического уровня управления многих российских компаний типичны следующие ситуации:

1) бизнес-процессы не идентифицированы, менеджеры не имеют даже теоретического представления о сущности процессного подхода к управлению;

2) внедрение процессного подхода «застопорилось» на этапе моделирования бизнес-процессов «как есть» - начальном этапе проекта по постановке процессного управления.

Интересны результаты ежегодных аналитических исследований по оценке перспектив и трендов российского рынка BPM (Business Process Management), проводимых компанией Software AG & IDS Scheer. Деятельность по описанию бизнес-процессов вообще не ведется в 12% компаний, 43% компаний описывают процессы от случая к случаю, 35% компаний ведут масштабное описание бизнес-процессов и 10% компаний полностью описали свои процессы [4]. Учитывая, что выборка респондентов была составлена из представителей компаний, интересующихся процессным управлением (участников Процессного форума 2010 и ИТ-форума Snews), можно предположить, что доля российских компаний, пытающихся внедрить процессный подход к управлению, еще ниже.

Вторая из перечисленных выше ситуаций характеризуется следующим. Составлена карта (модель) процессов верхнего уровня, до уровня процедур/функций детализированы наиболее значимые процессы, распределены роли владельцев, руководителей и исполнителей процесса. Нужно отметить, что в компаниях с начальным уровнем зрелости процессного управления

процессы верхнего и второго уровня часто выделяются по функциональному принципу. Например, расчеты с клиентами по заключенным договорам «зашиваются» не в процесс оказания услуг клиентам, а в процесс управления финансами или бухгалтерского учета. Возможно, выявлены наиболее проблемные участки, которые, как правило, возникают либо на стыках бизнес-процессов, либо в рамках одного процесса, когда его объект передается из одного структурного подразделения в другое.

Далее нужно проводить работу по анализу и оптимизации процессов, осуществлять моделирование процессов «как должно быть» и их регламентацию. Но у топ-менеджеров наступило разочарование: денег и времени на идентификацию бизнес-процессов потрачено много, а быстрых результатов (роста выручки, прибыли и т.д.) не видно. Руководители бизнес-процессов (как правило, менеджеры среднего звена) не обладают достаточными полномочиями для совершенствования процессов, так как для этого требуется: изменение организационной структуры для «расширки» узких мест в интерфейсах процессов; ресурсное обеспечение, выходящее за рамки текущего бюджета; стратегические ориентиры направлений совершенствования. В результате проект внедрения процессного подхода постепенно «сходит на нет».

Таким образом, для реальной работы по совершенствованию бизнес-процессов требуются: во-первых, заинтересованность топ-менеджеров, которые обладают полномочиями, необходимыми для корректировки бизнес-процессов; во-вторых, система стратегических целей и их окружения, так как именно они задают направления корректирующих воздействий на бизнес-процессы.

Большинство крупных компаний обладают функциональной организационной структурой. Для построения на ее основе интегрированной системы управления необходимо внести в нее ряд дополнений: разработать ролевые концепции стратегического и процессного управления и организовать центры компетенций: стратегический и процессный офисы.

*Ролевая концепция стратегического управления.* Классический инструмент разработки стратегических целей – сбалансированная система показателей Нортона и Каплана. За реализацию стратегии и достижение цели высшего уровня отвечает генеральный директор. Цели 1-го и более низких уровней детализации формулируются в рамках нескольких стратегических перспектив, количество которых может варьироваться, но обычно составляет от 4 до 6. Наиболее традиционными являются Финансы, Клиенты, Основные бизнес-процессы, Персонал

(или Рост и развитие). Для реализации цикла стратегического управления выделяются целевые подсистемы управления (ЦПУ), соответствующие стратегическим перспективам. Как правило, руководителем ЦПУ становится один из заместителей генерального директора по функциональному направлению: для перспективы «Финансы» – финансовый директор, для перспективы «Клиенты» – директор по реализации и т.п. Каждый руководитель ЦПУ несет персональную ответственность за достижение своей «ветки» дерева целей и курирует реализацию стратегически важных проектов (табл. 1).

Руководители ЦПУ входят в состав Правления, которое принимает решения о принятии к реализации стратегических инициатив (проектов и программ) и контролирует их выполнение. Для детальной проработки стратегических инициатив могут быть созданы коллегиальные органы – комитеты, в состав которых входит руководитель соответствующей ЦПУ, а также начальники и ведущие специалисты основных и сервисных подразделений, участвующих в проекте. Персональная ответственность за реализацию стратегических целей второго уровня детализации возлагается на руководителей департаментов (отделов), находящихся в функциональном подчинении соответствующего руководителя ЦПУ.

*Стратегический офис.* Для осуществления координации работ процесса стратегического управления и оказания методологической поддержки сотрудникам компании целесообразно создание специального структурного подразделения – так называемого стратегического офиса. В функциональные обязанности специалистов стратегического офиса входят:

- организация заседаний комитетов ЦПУ, оповещение участников и ведение протокола;
- сбор информации от подразделений о достигнутых значениях стратегических КРП, о промежуточных результатах реализации стратегических проектов и программ;
- формирование сводных отчетов о выполнении плановых значений КРП, о выполнении проектов/программ ЦПУ, об исполнении бюджета ЦПУ;
- формирование регламента актуализации стратегии развития и обеспечение его исполнения;
- совершенствование методологии стратегического управления с учетом специфики конкретной компании;
- формирование базы знаний и проведение внутренних обучений с целью повышения компетенции сотрудников в сфере стратегического управления.

**Распределение ответственности за достижение стратегических целей (на примере энергосбытовой компании)**

Уровень цели в иерархии дерева целей	Формулировка цели	Ответственный за достижение цели	Ключевые бизнес-процессы, обеспечивающие достижение цели
Стратегическая цель 0-го уровня	Достичь отраслевого лидерства	Генеральный директор	
Стратегическая цель 1-го уровня перспективы «Финансы»	Обеспечивать рост прибыли компании	Директор по экономике и финансам	Финансовое планирование; Управление денежными потоками; Управление капиталом
Стратегическая цель 1-го уровня перспективы «Клиенты»	Обеспечивать увеличение клиентской базы компании	Директор по реализации услуг	Управление развитием бизнеса; Оказание услуг по поставке электроэнергии; Оказание сопутствующих услуг
Стратегическая цель 1-го уровня перспективы «Бизнес-процессы»	Обеспечить рост и диверсификацию бизнеса	Технический директор	Управление развитием бизнеса; Закупка электроэнергии на ОР-ЭМ; Оказание сопутствующих услуг
Стратегическая цель 1-го уровня перспективы «Персонал»	Сформировать высококвалифицированный коллектив, лояльный к компании	Директор по персоналу	Управление трудовыми ресурсами; Управление социальной политикой и корпоративной культурой

*Ролевая концепция процессного управления.* Предположим, что в рамках стратегического планирования в соответствии с стратегическим целям были поставлены ключевые бизнес-процессы. Далее нужно установить, какие подразделения и должности будут задействованы в их выполнении. Иначе, наложить горизонталь-

ную модель бизнес-процессов на функциональную организационную структуру компании. Для этого всем участникам бизнес-процессов присваиваются роли в системе управления. Таких ролей три: владелец, руководитель и участник бизнес-процесса (табл. 2).

Таблица 2

**Полномочия бизнес-ролей в процессном управлении**

Роль в бизнес-процессе	Полномочия
Владелец	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ устанавливает цели процесса, КПЭ и их целевые значения</li> <li>▪ утверждает проекты, направленные на достижение целей процесса, а также проекты по реинжинирингу БП</li> <li>▪ утверждает бюджет процесса, выделение необходимых кадровых, материальных ресурсов</li> <li>▪ согласует и утверждает долгосрочные планы реализации процесса;</li> <li>▪ контролирует достижение показателей процесса за длительный период времени</li> <li>▪ обеспечивает коммуникации с другими процессами</li> <li>▪ утверждает регламенты взаимодействия в рамках процессов</li> <li>▪ при необходимости обеспечивает оперативное воздействие на управляемый и обеспечивающие процессы</li> <li>▪ инициирует внутренний аудит управляемых процессов</li> </ul>
Руководитель	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ детализирует цели процесса для каждого участника;</li> <li>▪ обеспечивает необходимые коммуникации участников;</li> <li>▪ контролирует промежуточные результаты БП;</li> <li>▪ планирует распределение ресурсов по участникам процесса и по времени;</li> <li>▪ распределяет ответственность и полномочия между участниками процесса</li> <li>▪ разрабатывает регламент выполнения процесса;</li> <li>▪ разрабатывает предложения по оптимизации взаимодействия в другими процессами;</li> <li>▪ идентифицирует риски процесса, разрабатывает способы уменьшения рисков;</li> <li>▪ отчитывается перед владельцем о результатах процесса</li> </ul>
Участник	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ выполняет операции в рамках процесса;</li> <li>▪ формирует отчет о ходе и результатах процесса</li> </ul>

Владелец процесса – это, как правило, топ-менеджер, ответственный за отдельное функци-

ональное направление. Поэтому роли руководителя ЦПУ и владельца бизнес-процесса может исполнять одно должностное лицо. Руководи-

тель процесса – это руководитель департамента или отдела. При процессно-ориентированной системе управления он руководит не только сотрудниками своего подразделения, находящимися в его функциональном подчинении, но и участниками процесса, которые работают в других подразделениях. Руководство осуществляется посредством мониторинга показателей их работы, связанных с конкретным бизнес-процессом. Руководители бизнес-процессов входят в состав стратегических комитетов ЦПУ. Если руководитель оперативно отслеживает промежуточные результаты внутри процесса, то владелец оценивает результат процесса в целом. Участники процесса – это специалисты, которые непосредственно выполняют операции процесса.

**Процессный офис.** Цель создания единого центра компетенций – повышение управляемости и эффективности бизнес-процессов для достижения стратегических целей компании. В функциональные обязанности специалистов процессного офиса входит:

- диагностика действующей системы управления бизнес-процессами (оценка уровня зрелости процессов, выявление узких мест) и разработка предложений по ее совершенствованию;
- разработка методологии описания бизнес-процессов (согласования по моделированию) и методологии процессного контроллинга (формы, порядок, ответственные лица и сроки предоставления информации о ходе и результативности бизнес-процессов);
- формирование шаблонов регламентирующей документации в сфере процессного управления, контроль корректности сформированных документов;
- сбор информации от руководителей бизнес-процессов и формировании сводного отчета о функционировании бизнес-процессов для генерального директора компании (Правления);
- централизованное накопление знаний и проведение внутренних обучений с целью повышения компетенции сотрудников в сфере процессного управления.

Если в компании функционирует система менеджмента качества, то логично организовать процессный офис на базе службы менеджмента качества.

С нашей точки зрения, именно организация стратегического и процессного офисов позволят интегрировать стратегию, бюджетирование и операционное управление в единую систему менеджмента. Их функционирование направлено на реализацию полного цикла стратегического управления и управления процессами – от пла-

нирования до контроллинга, внутренних аудитов и принятия решений по улучшениям.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Детмер, У.* Теория ограничений Голдратта. Системный подход к непрерывному совершенствованию / У. Детмер; пер. с англ. – М.: Альпина Бизнес-бук, 2007. – 443 с.
2. *Каплан Р.С., Нортон Д.П.* Организация, ориентированная на стратегию. Как в новой бизнес-среде преуспевают организации, применяющие сбалансированную систему показателей; пер. с англ. – М.: ЗАО «Олимп-бизнес», 2004. – 416 с.
3. Внедрение сбалансированной системы показателей/ Horvath & Partners; Пер. с нем. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2006. – 478 с.
4. Аналитическое исследование компании Software AG & IDS Scheer российского рынка BPM по результатам 2010 года. [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.ids-scheer.ru/ru/company/press/press/36632.html?backlink=36633>

*Всяких М. В., канд. экон. наук, стар. преп. Белгородский государственный университет*

#### АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПЕРЕХОДА К ИНФЛЯЦИОННОМУ ТАРГЕТИРОВАНИЮ

[vsyakh@bsu.edu.ru](mailto:vsyakh@bsu.edu.ru)

*В настоящий момент руководством страны поставлена цель перехода к инновационной экономике. Это требует адекватных мер от монетарных властей по управлению инфляцией, поскольку при нынешних ее темпах невозможно в полной мере не может быть реализован потенциал новых производственных мощностей, снижается конкурентоспособность отечественной продукции и покупательная способность внутри государства. Одним из возможных решений данной проблемы выступает постепенный переход к инфляционному таргетированию.*

**Ключевые слова:** монетарная политика, инфляция, инновационная экономика, таргетирование, процентная ставка.

**Инфляция** – это долговременное, устойчивое повышение общего уровня цен на товары и услуги, продаваемые на внутреннем рынке страны. Инфляция сопровождает любую рыночную экономику, главное значение имеет уровень инфляции в стране, если это значение выражается в двузначных цифрах, что можно говорить о том, что это – проблема для экономики, и государство должно бороться с инфляцией [3].

Чтобы досконально рассмотреть причины инфляции в России и последствия инфляции в будущем, сначала нужно вспомнить историю инфляции в России по годам. С момента распада Советского Союза в 1991 году, в России, в период с 1992 по 1998 годы складывалась ситуация, когда цены неуклонно росли, что вызывало необходимость систематической индексации заработной платы, в частности работникам бюджетной сферы. Это и замыкало порочный круг инфляции в России, развивающейся по спирали [7].

После августовского кризиса 1998 года, ситуация не изменилась, а обесценивание рубля вследствие девальвации и значительного роста курса доллара, вынудило руководство страны составить бюджет на 1999 и 2000 годы таким образом, чтобы в нем уже заранее были учтены денежные средства для увеличения заработной платы бюджетникам. Это заведомо провоцировало рост уровня инфляции.

В течение последних восьми лет Центральный банк вместе с Министерством финансов России активно проводил политику сдерживания цен, которая основывалась на рублевых заимствованиях средств из обращения для сокращения ликвидности и последовательном искусственном снижении курса доллара на внутреннем рынке. Сегодня мы видим, что подобные меры не принесли ожидаемого результата, а уровень инфляции в России бьет очередные рекорды.

В среднесрочной перспективе денежно-кредитной политике Банка России предстоит

претерпеть существенные изменения. В предстоящие три года основной задачей денежно-кредитной политики признано последовательное снижение инфляции до 5–6,8% в 2011 г. при поддержании стабильности в финансовом секторе.

Нынешний этап функционирования российской экономики характеризуется потребностью в качественной новой парадигме денежно-кредитного управления, направленной на создание режима инфляционного таргетирования, при котором акценты монетарного управления смещаются в сторону долгосрочных целевых ориентиров центрального банка.

Однако обеспечить одномоментное введение режима инфляционного таргетирования не только политически не возможно, но и экономически опасно, так как может спровоцировать развитие неблагоприятных процессов и дестабилизировать ситуацию. Наиболее теоретически обоснованным и практически проверенным вариантом режимного сдвига представляется постепенная перестройка инструментной и институциональной структуры денежно-кредитной политики Банка России в направлении ориентации на денежно-кредитной политики банка России в направлении ориентации на таргетирование инфляции и постепенного отказа от практики прямого регулирования курса национальной валюты.

Руководство Банка России и Правительство РФ приняли решение за период 2010–2011 гг. завершить необходимые приготовления для перехода к режиму таргетирования инфляции. Новый режим предполагает безусловный приоритет цели по снижению инфляции. Пока же денежно-кредитная политика Банка России сохранил характерные черты последних лет: управляемое плавание валютного курса рубля, денежная программа для контроля за соответствием денежно-кредитных показателей целевому уровню инфляции, бивалютная корзина в качестве операционного ориентира.

**Таргетирование инфляции** (от англ. target – цель, мишень) представляет собой один из режимов денежно-кредитной политики, где главной целью является удержание уровня инфляции в определенных рамках. Этот монетарный режим впервые появился в 1989 году и сейчас принят на вооружение властями более чем 20 стран [4].

Эффекты, которые денежные власти оказывают на экономику, зависят от целого ряда факторов, наиболее важными из которых являются инструментарий денежно-кредитной политики, структурные характеристики экономики и фаза делового цикла. В зависимости от специфики каналов денежно-кредитной трансмиссии, шоки денежно-кредитной политики различным способом влияют на нефинансовый сектор экономики. Под шоком денежно-кредитной политики мы понимаем неожиданное для большинства экономических агентов применение центральным банком инструмента денежно-кредитной политики.

Основным инструментом денежно-кредитной политики в странах – приверженцах инфляционного таргетирования является процентная ставка (чаще всего по операциям прямого РЕПО или по кредитам «овернайт»). Однако в России на протяжении исследуемого периода времени эффективность процентной политики оставалась на довольно низком уровне. Объясняется это тем, что Банк России придерживался политики управляемого плавания валютного курса. Приоритетным направлением действий денежных властей являлось поддержание в необъявленном (скрытом) коридоре рублевой стоимости бивалютной корзины [1].

В условиях поступления на внутренний финансовый рынок выручки от экспортных операций, а также чистого притока частного капитала Банк России осуществлял чистые покупки иностранной валюты, что являлось достаточно емким каналом предоставления рублевой ликвидности. В связи с этим спрос на классические инструменты рефинансирования центрального банка оставался на низком уровне. Как следствие, процентные ставки, устанавливаемые Банком России, оказывали слабое воздействие на рыночные процентные ставки и через них – на экономический рост и инфляцию. Кроме того, на протяжении периода «нефтяного процветания» Банк России находился перед дилеммой: повышение процентных ставок для борьбы с инфляцией или снижение их для противодействия притоку капитала, оказывающему повышательное давление на курс рубля относительно бивалютной корзины [5].

Каким может быть подход к управлению инфляцией в нашей стране? Исходя из детерминант как индекса потребительских цен, так и индекса цен производителей продукции, госу-

дарство должно полагаться на комбинацию политик (что за рубежом называют «policy mix») – совмещение денежно-кредитной и налогово-бюджетной политики).

На первом месте по степени управляемости инфляцией должна находиться тарифная политика Правительства РФ. Ее координацию с Банком России должна проводить Федеральная служба по тарифам. В соответствии с целевым ориентиром инфляции необходимо производить расчет допустимого повышения тарифов в газовой отрасли, тарифов по транспортировке нефти и нефтепродуктов, цен на услуги транспортных терминалов, портов, аэропортов, электрической и почтовой связи, электроэнергетики, тарифов железнодорожного транспорта и сферы жилищно-коммунальных услуг. Тарифное регулирование должно носить подчиненный характер по отношению к целевому ориентиру инфляции.

Во вторую очередь по степени влияния на инфляцию находится налогово-бюджетная политика. Федеральный бюджет в современных условиях вносит решающий вклад в реализацию цели снижения инфляции. Цели и задачи бюджетной политики должны учитывать ориентиры денежно-кредитной политики. В частности, федеральный бюджет на среднесрочный период следует разрабатывать после того, как Банк России оценит свои возможности по управлению инфляцией и подготовит прогнозы денежной программы. Аналогичным образом отчисления в государственные фонды (Резервный фонд и Фонд национального благосостояния), которые обеспечивают «подушку безопасности» при снижении цен на нефть и сдерживают инфляцию при избыточном денежном предложении, следует корректировать исходя из прогноза инфляции, а не уровня цен на нефть [6].

Наконец, на третьем месте по воздействию находится сама денежно-кредитная политика. Центральный банк обладает возможностями регулирования базовой инфляции, т. е. долгосрочной динамики уровня цен, не зависящей от конъюнктурных факторов. Часть инфляционного процесса, находящегося под контролем денежных властей, обладает определенными характеристиками, среди которых выделяются несмещенность, низкая волатильность и устойчивость. Базовая инфляция может служить более надежной основой для разработки прогнозов будущей инфляции и оценки эффективности политики Банка России. Таким образом, говоря об управлении инфляцией со стороны Банка России, следует иметь в виду, что он не в состоянии полностью контролировать инфляционный процесс, включая сезонные и непредсказуемые колебания. Его сфера влияния ограничивается базовой инфляцией.

Перечень инструментов денежно-кредитной политики свидетельствует о том, что

таргетирование денежного предложения может быть успешным для управления инфляцией. Банк России способен регулировать денежное предложение для обеспечения его соответствия динамике спроса на деньги, целевому ориентиру инфляции и сглаживания колебаний ликвидности банковского сектора. Таким образом, ежегодная разработка денежной программы для контроля за соответствием денежно-кредитных показателей целевому уровню инфляции имеет смысл и может быть адаптирована для управления инфляцией.

В первой половине 2000-х годов специалисты Банка России в годовых отчетах констатировали потерю работоспособности таргетирования денежного предложения из-за неустойчивости временных лагов денежно-кредитной политики, нестабильности скорости обращения денег, неопределенности спроса на деньги. Тем не менее, эмпирический анализ свидетельствует, что регулирование денежного предложения остается эффективным режимом денежно-кредитной политики. С помощью обязательных резервов Банк России способен влиять на величину денежной базы и через нее – управлять инфляцией. Безусловно, денежная программа и регулирование денежного предложения не могут носить строгий характер. Оценка спроса на деньги не может быть жестко заданной и не должна исключать возможности выхода денежного предложения за границы прогнозов [8].

Наконец, последний вопрос заключается в том, в какие сроки переход на таргетирование инфляции может состояться в нашей стране? Среди многих экономистов существует убеждение, что таргетирование инфляции может выступать дезинфляционной политикой и с ее помощью центральный банк способен тормозить высокий рост цен. Однако опыт других стран показывает, что это далеко не так. Высокая инфляция всегда трудно управляема, поскольку в ней закладываются инфляционные ожидания, носящие инерционный характер. Кроме того, высокую инфляцию сопровождают резкие колебания цен. Таргетирование инфляции предназначено не столько для снижения инфляции (это достигается другими стабилизационными средствами), сколько для поддержания низкой и устойчивой инфляции [2].

При поспешном переходе к таргетированию инфляции возникает риск того, что денежные власти могут легко потерять контроль над ростом цен. На практике это будет выглядеть как систематическое отклонение фактической инфляции от целевого ориентира, что закладывает дополнительные инфляционные ожидания. Центральный банк будет вынужден соответствовать инфляционным ожиданиям, чтобы не способствовать снижению темпов экономического роста (более жесткая политика будет

оказывать рестриктивное воздействие на деловую активность). В итоге центральный банк сталкивается с риском потери контроля над инфляцией в долгосрочной перспективе [5].

Таргетирование инфляции может дать стране несколько последствий. Во-первых, это повышение качества макроэкономического прогнозирования, поскольку ЦБ и правительство будут вынуждены ставить перед собой реальные цели, а не желаемые, как сейчас. Во-вторых, станет более ответственным отношение к заявленным целям по уровню инфляции и, в-третьих, мы получим увеличение колебания курса рубля к иностранным валютам, так как таргетирование инфляции предполагает полную свободу курса национальной валюты. Следует отметить, что инфляционное таргетирование вовсе не предполагает, что инфляция обязательно будет снижаться, она лишь требует ее удержания в пределах заданного диапазона.

Государство не может одновременно развивать экономику и бороться с ростом цен. Мы к такому подходу пока не готовы. Для монетарных властей задачи экономического роста сейчас более приоритетны, чем удержание инфляции. Сегодняшние заявления о диверсификации экономики, развитии индустрии и общей модернизации. Все это требует денег, и о таргетировании инфляции здесь просто не может быть и речи. К тому же такой подход требует полной прозрачности действий денежно-кредитных властей и их полного взаимопонимания с экономическими агентами.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ануреев С.В. Денежно-кредитная политика, диспропорции и кризисы. М: КноРус, 2009.
2. Головин М.Ю. Теоретические основы денежно-кредитной политики в условиях глобализации. М: Институт экономики РАН, 2008.
3. Моисеев С. Р. Денежно-кредитная политика: теория и практика: учеб. пособие/С.Р. Моисеев. - М.: Московская финансово-промышленная академия, 2011.
4. Моисеев С.Р. Инфляционное таргетирование. М: Маркет ДС, 2004.
5. Гершукова М.Б. Денежно-кредитная политика государства и методы ее реализации в современных условиях. СПб.: Политехн. Ун-т, 2009.
6. Фетисов Г.Г. Монетарная политика и развитие денежно-кредитной системы России в условиях глобализации. Национальный и региональные аспекты. М: Экономика, 2006.
7. <http://www.newizv.ru/news/2008-06-18/92134/>
8. <http://www.mirovoy-crisis.ru/inflation.php>

Ваганова О. В., канд. экон. наук, доц.  
Белгородский государственный университет

## МЕХАНИЗМ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ИННОВАЦИОННОГО ПРОИЗВОДСТВА

pryadko@bsu.edu.ru

*Проведен анализ научных исследований в области теории инноватики, где выявлен ряд глобальных пробелов, а также дано авторское определение «интенсификации инновационной деятельности». Статья посвящена теоретико-методологическим основам интенсификации инновационного производства, формированию системной классификации инноваций с выделением трех подходов понимания его сущности.*

**Ключевые слова:** интенсификация, инновация, инновационный процесс, инновационное производство.

Одним из условий инновационного развития страны является обеспечение эффективного взаимодействия предприятий с научно-образовательными учреждениями, используя и развивая инновационное производство. В самом общем виде задача инновационного развития состоит в следующем: разработать условия и механизмы, обеспечивающие интенсивный характер инновационного производства. В связи с этим интенсификация инновационного производства стоит достаточно остро. Мы будем понимать под интенсификацией процесс ускоренного внедрения инноваций, переход к более активным действиям всех субъектов, участвующих в этом процессе и экономии ресурсов.

Основной целью механизма интенсификации является, на наш взгляд, организация связующего звена между наукой, креативной сферой в целом и производством, своеобразного моста, обеспечивающего реализацию высоких технологий на региональных и отраслевых предприятиях государственного и частного секторов. Эта роль механизма интенсификации реализуется через систему объединения интересов отдельных заказчиков и через координацию финансов и инноваций в рамках обособленной территориальной научно-промышленной единицы. Прежде чем раскрывать процесс интенсификации инновационного производства, рассмотрим ряд ключевых понятий, без которых невозможно сформировать представление его сущности и воздействия на развитие экономики. Целесообразность такого подхода обусловлена, на наш взгляд, двумя обстоятельствами.

Во-первых, тем, что научная дискуссия в рамках данной темы должна вестись на понятном оппонентам языке, в рамках общепризнанных представлений о ключевых дефинициях процесса интенсификации инновационного производства в регионе.

Во-вторых, необходимостью уточнения и адаптации данных понятий относительно регио-

нальных экономических систем различного уровня развития, объединенные потоками инноваций.

Инновации создавались в течение всей истории человечества, распространялись медленно или оставались на локальном уровне. Интенсивный поток инноваций наблюдался в Европе с XVIII в. (Великобритания). Важное отличие существует между инновациями «для себя» и инновациями для рынка. Первые реализуются при заимствовании технологий, вторые - являются подлинными инновациями, т.е., их покупают и они признаются рынком, в какой-то мере отодвигая технологическую границу.

Инновации, инновационная деятельность, инновационные процессы - понятия, имеющие в настоящее время самые разнообразные и широкие толкования. Под инновационной деятельностью понимается деятельность по обновлению условий и результатов предыдущей деятельности. Содержанием этой деятельности является разработка и использование инноваций (нововведений). Поэтому понять это содержание невозможно без определения инновации как определенной категории, имеющей свою природу и условия возникновения.

Большое количество работ, посвященных инновациям, не привело к «выкристаллизации» понятия и появлению хотя бы нескольких ярких теорий, системно объясняющих данное понятие и его роль в развитии экономики и общества [1].

Многие авторы склоняются к более узкому пониманию инновации, учитывающему чисто научно-технический аспект создания и производства новой продукции. Инновации всегда выступают средством решения производственных и экономических проблем производителей, поэтому и в теории возникло два направления объяснения природы инноваций: теории технологического прорыва и давления рыночного спроса.

Гипотеза технологического прорыва основывается на идее автономного развития науки, при этом не придается значения обратной связи между экономической средой и направленностью технического процесса. Действительно, развитие научной мысли существует относительно независимо от практики и выражается в виде смены наилучших идей и парадигм.

На наш взгляд, слабым моментом теории технологического прорыва является недоучет экономических факторов, так как, новшество, как и открытие чаще всего появляется тогда, когда в нем возникла определенная потребность. Чаще всего эта потребность связана с интенсификацией инновационного производства, т.е. сжать временной промежуток инновационного цикла, снизить затраты на производство, увеличить прибыль и повысить конкурентоспособность. Практика свидетельствует, что существует тесная корреляционная зависимость между экономическим положением, количеством и масштабом стоящих перед обществом практических задач, приоритетностью их решения. Формирование общественной потребности в инновации в данном случае опосредуется действием экономических законов, требующих сопоставлять размеры совокупных издержек на инновации с результатами их использования. Это, в свою очередь, определяет спрос на инновации. Поэтому, с нашей точки зрения, обе эти теории взаимодополняют друг друга и оказываются жизненными.

Теперь рассмотрим определение инновационной деятельности. По мнению ряда ученых, инновационная деятельность – это деятельность, направленная на использование и коммерциализацию результатов научных исследований и разработок для расширения и обновления номенклатуры и улучшения качества выпускаемой продукции (товаров, услуг), совершенствования технологии их изготовления на последующим внедрением и эффективной реализацией на внутреннем и внешних рынках. Инновационная деятельность предполагает целый комплекс научных, технологических, организационных, финансовых и коммерческих мероприятий, которые в своей совокупности приводят к инновациям.

Итак, конечной целью инновационной деятельности является решение обнаруженных технологических проблем с учётом существующих условий путем создания новшеств. Осуществляют эту деятельность отдельные субъекты-предприятия, конструкторские и технологические отделы, исследовательские подразделения, специализированные внедренческие и консультационные организации и пр. Проблема интен-

сификации этой деятельности достаточно актуально всегда, но в условиях модернизации экономики, перестройки всего производственного аппарата значимость этой проблемы возрастает.

В связи с исключительной важностью процесса интенсификации инновационного производства в экономической литературе много внимания уделяется проблемам интенсификации и инновациям. Однако, несмотря на то, что проблемы интенсификации производства и инновационных процессов достаточно полно и разносторонне освещены в специальной литературе, существуют разногласия в толковании этих явлений.

Само слово «интенсификация» (в переводе с латинского - напряжение, усилие) предполагает, что можно говорить и об интенсификации какого-либо фактора производства, понимая под ней интенсивность его использования, и об интенсификации производства как такового, но при этом необходимо различать интенсификацию инновационного производства, интенсификацию личных и вещественных факторов производства, интенсификацию основных и оборотных фондов и т.д.

Однако очень важно заметить, что, несмотря на значительные различия объектов можно выделить нечто общее, им всем присущее. Во всех случаях имеются в виду два принципиально различающихся пути, способа решения какой-либо проблемы: инновационный или интенсивный. В первом случае просто внедряется новый продукт на рынок, при интенсивном же варианте создаются условия для достижения тех же целей, используя меньшее количество времени и ресурсов. Особенно хорошо это видно, если рассмотреть известное положение из «Капитала»: «Через известные промежутки времени совершается воспроизводство, и притом - если рассматривать его с общественной точки зрения - воспроизводство в расширенном масштабе: расширенном экстенсивно, если расширяется только поле производства; расширенным интенсивно, если применяются более эффективные средства производства» [2].

*Интенсификация инновационного производства* – это процесс подготовки и постепенного осуществления инновационных изменений в сфере экономики, социально-общественной и политической жизни и других сферах деятельности человека на сопутствующих уровнях в виде сменяющихся фаз жизненного цикла в сторону уменьшения, приводящий к существенным социальным изменениям.

Одним из определений интенсификации является увеличение напряженности, уплотненности какого-либо инновационного процесса.

Мы будем понимать под интенсификацией процесс ускоренного внедрения инноваций, переход к более активным действиям всех субъектов, участвующих в этом процессе и экономии ресурсов. Как экономическая категория интенсификация отражает процесс изменения связей и отношений между всеми участниками инновационной деятельности. Она проявляется в усилении динамичности инноваций, в саморазвитии всех участников инновационной деятельности, потребности в их самореализации, экономии сырьевых ресурсов.

Для начала функционирования механизма интенсификации должны быть сформированы условия восприятия в регионах, отраслях, что сопровождается маркетингом наукоемких инновационных проектов. Заинтересованные субъекты рынка формируют поток инвестиций, который распределяется на две части (о чем было сказано выше) — непосредственно в проект и в инфраструктуру инновационного производства.

В качестве источников финансирования инновационного производства могут использоваться в необходимых пропорциях средства бюджета, заинтересованных отраслевых и управленческих структур, акции приватизируемых предприятий, основные фонды (оборудование, помещения, земля и др.) предпринимательский капитал.

Способствовать быстрому росту дополнительных внебюджетных инвестиций должны косвенные меры стимулирования инвестиционной активности в инновации, гарантии региональных властей, страхование вкладов и др.

Заинтересованность учредителей и исполнителей на всех этапах инновационного цикла достигается при ориентации исполнителей на конечный результат: от создания новаций «под ключ» до участия в реализации товаров и услуг созданного объекта. Такая заинтересованная ориентация на конечный результат позволяет использовать механизм интенсификации как основу построения гибких (с обратной связью по конечному результату) систем для реализации государственной инновационной политики.

Обеспечение интенсификации инновационного производства требует необходимых условий, предусматривающих правильное соотношение приоритетов, определяемых инновационной политикой и ее целями.

Условно можно выделить две главные и взаимодополняющие цели инновационной политики. Во-первых, это достижение результата инновационной идеи, выраженного в новых технологиях, знаниях и т.д. Во-вторых, это реализация процесса инновационной идеи через доведение накопленных технологий, знаний до това-

ра на рынке, их эффективное использование и, как следствие, рост объема конкурентоспособности национальной экономики. В различные исторические периоды, в различных экономических ситуациях вырисовывается необходимость оптимального распределения между двумя упомянутыми целями (приоритет достижений и приоритет процесса нововведений). Активизация роли такого приоритета как процесс реализации нововведений позволит получать эффективные экономические результаты, приводящие к инновационному и инвестиционному росту.

Главным условием - движущей компонентой механизма управления интенсификацией инновационного производства - является конкурентоспособная инновационная инфраструктура. Качественный уровень развития инновационной инфраструктуры определяет продолжительность реализации процесса нововведений, формирует приоритетный портфель инноваций, способствует достижению коммерческой, бюджетной и в целом — социальной эффективности инновационного производства.

Инновационная инфраструктура - это совокупность политических и экономических, правовых, управленческих, финансовых, информационных, научных и других институтов, создающих условия для эффективной реализации инновационного производства на территории.

В обособленном виде указанные компоненты инновационной инфраструктуры уже обозначены и начинают функционировать в отечественной экономике. Задача состоит в объединении их в целостную национальную инновационную систему.

Учитывая роль инновационной инфраструктуры как системы, выделим основные требования, которым эта инфраструктура должна отвечать:

- распределенность (децентрализация) по регионам, позволяющая на местах решать задачи функционально полного инновационного цикла от маркетинга и технико-экономического обоснования до сдачи инновационного объекта «под ключ»;

- высокий научно-технический потенциал;
- интеграция с финансово-кредитным обеспечением;

- наличие развитой системы информационного обеспечения;

- высокая гибкость и адаптация
- универсальность, позволяющая обеспечить решение проблемы реализации инноваций в любой области производственного или обслуживающего секторов экономики региона;

- профессионализм, базирующийся на качественном обслуживании заказчиков - субъектов инновационной деятельности;

- полная укомплектованность инфраструктуры с целью своевременного и эффективного достижения конечных результатов инновационного производства;

- накопление инновационного опыта;
- экономический и социотехнический подход, утверждающийся как наиболее перспективный для создания производственных и обслуживающих систем будущего. При реализации такого подхода основой является исходная ориентация на наличие в регионе системы подготовки кадров для инновационного.

В такой ситуации стратегически перспективными являются как инвестиции, направляемые на прямое увеличение объемов товаров и услуг, так и инвестиции, направляемые на создание инфраструктуры, определяющей не только объемы, но и темпы интенсификации инновационного производства. Эту функцию выполняет инфраструктура научно-технических нововведений, привлекающая различные источники финансирования.

Учитывая значимость инновационного производства и финансовых ресурсов для реализации этого процесса, ядром инновационной инфраструктуры можно обозначить инновационные и финансовые компоненты. Инновационная деятельность как всякое производство требует вложения в оборотного капитала. Лишенное оборотного капитала отечественное инновационное производство уступает зарубежной практике, использующей коммуникативно-синергетический подход для формирования и распределения капитала. Такой подход, на наш взгляд, может быть обеспечен объединением инновационной и инвестиционной функций в единый механизм интенсификации.

Поводя итог можно сказать, что формирование механизма интенсификации в экономических системах и его влияние на эффективность инновационного производства обосновываются действием основных эффектообразующих системных факторов.

Во-первых, формируется децентрализованный механизм - инструментальный для конкурентоспособной реализации структурного преобразования производственного и обслуживающего, государственного и частного секторов национальной экономики. Этот механизм может быть открытой структурой, позволяющей устанавливать систему мониторинга результатов инновационной деятельности.

Во-вторых, сокращаются сроки освоения и внедрения нововведений, повышается качество, и расширяются рынки сбыта новой продукции.

В-третьих, формируется устойчивость и адаптивность к конъюнктуре рынка на базе апробированных технологий и «ноу-хау», позволяющих варьировать номенклатуру, типы и модели инноваций.

В-четвертых, активизируется ресурс предприятий банкротств.

В-пятых, создаются условия для инкубации предприятий и организаций малого и среднего бизнеса в направлениях, актуальных для национальной экономики

В-шестых, механизм интенсификации функционирует в условиях интеграции с информационными системами, включая международные. Такая интеграция приводит к сокращению длительности инновационного цикла, так как до половины выигрыша во времени приходится на долю информационного обеспечения.

В-седьмых, реализация инвестиций через механизм интенсификации позволяет увеличить прибыль от инновационной деятельности.

В-восьмых, в ходе реализации функций этого механизма укрепляется и активизируется кадровый потенциал для инновационного производства ресурс.

В-девятых, механизм интенсификации позволяет использовать современный комплексный механизм финансового обеспечения инновационной деятельности во взаимосвязи со стадийностью инновационного процесса. Мультипликативность эффекта определяется комплексным характером влияния механизма финансового обеспечения на осуществление всех стадий инновационного производства.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Богданов, А.А.* Очерки организационной науки. - [электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.uic.nnov.ru/pustyn/lib/bogdanov.ru.html>

2. *Павлов, К.В.* Интенсификация экономики в условиях неопределенности рыночной среды / К.В. Павлов. - М.: Магистр, 2007. - 271с.

Исмаилов Д. Д., аспирант  
Башкирский государственный университет

## УПРАВЛЕНИЕ В РЕГИОНАЛЬНЫХ КЛАСТЕРАХ

fed\_urist@mail.ru

Рассматривается вопрос управления региональными кластерами. Проводится сравнительный анализ функции управления при плановой и рыночной экономике. Установлено, что управление в кластере является смешанным с участием сферы государства, науки, бизнеса и общества. Определено, что управление при использовании кластерного подхода лучше, чем существующие модели управления.

**Ключевые слова:** кластер, управление, эффективность, рыночная экономика.

Стратегическое планирование развития страны и регионов наряду с имеющимися знаниями о функционировании экономики все больше опирается и на новые исследования. В основу многих программ достижения высоких целей и реализации сложных задач экономисты и разработчики ставят выводы кластерной теории М. Портера.

Всесторонне изучение учеными положений теории о составе кластера позволяют в настоящий момент установить, что кластер образуют многие экономические субъекты, среди которых имеются образовательные и исследовательские институты, промышленные предприятия, организации сферы торговых и посреднических услуг, финансовые учреждения, представители власти и общественных объединений, смежные организации и другие.

Российская Федерация представлена регионами с разделением полномочий хозяйствования «центра» и региональной власти. Самостоятельность в отдельных сферах экономической деятельности, возможность субъектом свободно выбирать и применять средства и научные подходы к решению общих задач национального масштаба позволяют лучшим образом строить экономическую и социальную политику на местах.

В этой связи особый интерес представляет функция управления кластерами в регионах. Эта функция является основой всех преобразований, и ее качественное выполнение будет способствовать достижению целей участников. Экономические кластеры не являются готовыми образованиями, а становятся таковыми в процессе своего развития. Качество процессов, происходящих в их структуре, будет зависеть от качества составляющих его элементов. Поэтому региональный компонент становится важным условием достижения высокой эффективности кластеров большего порядка, таких как межрегиональный, национальный или международный кластер.

Как и для экономики страны, где действуют принципы принятой экономической модели, так и для ее отдельной части важными являются внешние факторы и, в особенности, политический. Именно от него зависит, будет ли экономика открытой, возможно ли заниматься той или иной деятельностью, существуют ли ограничения и

барьеры для экспорта, импорта и другие. Отсюда выбор способа функционирования экономики, определение степени свободы и регулирования выступают основой для применения каких-либо концепций.

В отличие от ранее примененных подходов к развитию экономики, процесс управления в кластере происходит иначе. Это обусловлено тем, что кластерная теория создана для модели рыночной экономики. В командно-административной модели единственным и неизменным субъектом управления выступало государство. Вся деятельность, начиная от планирования работ до выпуска готовой продукции, была сосредоточена в одном месте. Такой подход имел как положительные, так и отрицательные стороны. Основная задача – обеспечение единого направления деятельности какого-либо народно-хозяйственного комплекса – решалась мобилизацией рычагов воздействия. Самым важным фактором при этом выступало финансирование, как формирующая составляющая новых производств.

С одной стороны, замыкание управляющей функции на одном органе способствует четкой последовательности операций, слаженности и выполнению задания в сроки, что обеспечивает работу исполнителей вместо поиска договоренностей между субъектами, растраты времени на споры и разногласия. Но в то же время потеря альтернативных вариантов, практического взгляда на реализацию мероприятий исключает возможные лучшие пути совместной деятельности.

Нельзя сказать, что используемые методы организации неэффективны. Создание концепций развития явилось результатом научных изысканий при плановой экономике, что не исключает возможности применения их и в других экономических моделях. С уверенностью можно утверждать, что тот или иной режим, та система, которая принята в стране, определяют, как будет происходить управление. Для исследования важна та часть управления, которая содержит механизмы воздействия на производственную сферу. Так, в государствах неизменно присутствует промышленная политика, но процесс реализации при разном устройстве экономики, обусловленным политическим строем, неодинаков.

Главная разница возникает по такому критерию, как принадлежность собственности. При плановом ведении хозяйства большая часть прав принадлежит государству. Именно этот признак позволял решать, как создавать, расширять и использовать производственные мощности. Надо сказать, что к формированию промышленных объектов, выводов о занятии определенными видами деятельности на территории привлекались академические круги, поэтому размещение и строительство производственных комплексов имело научную основу.

Хотя указанный факт свидетельствует о том, что имеет место вовлечение в качестве субъекта институтов знаний, это еще не указывает на постоянное участие их в управлении. Как правило, такое участие предполагается лишь на первой стадии, когда необходим анализ факторов в следующих средах: социальной, географической, политической, экономической. Далее, в текущей обстановке, научные учреждения не имели возмездного влияния на производственную сферу. Порядок управления и взаимодействия показан на рис. 1.



Рисунок 1. Функция управления при плановой экономике

При плановом ведении хозяйства региональный компонент был малозначителен. Важным было сосредоточить информационные потоки в едином центре и, обладая информацией, совершать процесс управления. Центр выполнял основную роль и был органом государства. Фактически комитет по государственному заказу, бюджет государства, правительственный орган, центр сбора информации и текущего планирования были элементами центральной власти. Таким образом, в плановой экономике существует только государственное управление.

В случае с рыночной моделью хозяйствования ситуация иная. В экономической среде в качестве важного игрока появляется бизнес. Это связано с наличием института частной собственности. Появление такого института наделяет

субъектов экономической деятельности влиянием, самостоятельностью, правом принятия решения. Перемена расстановки сил вынуждает государство считаться с интересами бизнеса, как второго по значимости субъекта управления. Возникает диалог представителей государственных структур и бизнес-сообщества, в ходе которого определяются направления развития, ориентиры, предлагаются проекты, обсуждаются требования, недостатки, трудности.

Становление гражданского общества, приобретение им главной роли регулятора жизни страны и политического курса явились предпосылкой к занятию обществом активной влиятельной стороны в деле преобразования экономической системы. Безработица, экологическая обстановка, уровень жизни и другие социальные вопросы ста-

ли фактором, которые не могут не учитывать государство и бизнес. Настроения, готовность поддержать инициативы оказывают воздействующий эффект на преобразование экономики. Поэтому общество входит в число субъектов управления.

Влияние всех трех сфер вместе составляют курс, стратегию и изменения в народно-хозяйственной системе. В этой связи внимание экономистов привлекает взаимодействие между собой общества, бизнеса и государства. Очевидно, что каждая из рассматриваемых сфер имеет свои интересы. Главенствующая роль принадлежит государственным органам. Так как в рыночной среде общую экономическую ситуацию формируют несколько субъектов, а не один, как при модели плановой экономики, то задачей становится обеспечить единое направление с учетом пожеланий всех участников, кого затрагивают рыночные преобразования.

Создание площадок для диалога, форумы, выставки сближают бизнес и власть, делая управление более предсказуемым и однонаправленным. Тем не менее, текущая ситуация требует постоянного принятия краткосрочных решений, от которых во многом зависит конечный результат. Кроме всего прочего, на мероприятиях участие принимают только некоторые представители бизнеса, общественности и государства, и это не позволяет учесть мнения широкой аудитории. Управление при рыночной модели приобретает сложный процесс, так как объемы информации и величина преобразований в деятельности огромны.

В этом отношении кластерная теория предлагает построить схему взаимодействия между государством, бизнесом и обществом, которая позволяет эффективно управлять необходимыми процессами в повседневной жизни (рис. 2). Можно сказать, что управление в кластере много-субъектное, смешанное. Важно заметить, что главная роль в осуществлении рассматриваемой функции выполняет государство в лице представительств, министерств и ведомств. Хотя самостоятельность предприятий позволила им распоряжаться финансовыми ресурсами по своему усмотрению, что наделяет их весомым аргументом, но ключевое положение остается за государственными структурами, которые также имеют значительный потенциал.

Задача управления заключается в координации действий основных игроков, чтобы исключить несогласованность, когда решения групп участников противоречат друг другу, создавая барьеры, и не соответствуют общей стратегии. Проводимая промышленная политика в рамках кластерной теории развития – это уже не диктат, как будет функционировать та или иная деятельность, а выверенные решения, усиливающие наблюдаемые и прогнозируемые тенденции. Выделение из рыночной среды кластеров по признаку вовлеченности субъектов в изготовление одно-

родной группы продукции, услуги позволяет идентифицировать тех лиц, кто конкретно осуществляет управление в некоторой определенной области. Это является одним из преимуществ кластерного подхода.

Роль субъектов управления в кластере постоянна и по объему влияния различна. На первом этапе, когда существует кластерное образование, предприятия промышленности и другие участники разрозненны и не интегрированы, влияние больше всего оказывает государство. Оно берет на себя мотивацию рыночных агентов к тесным контактам, инициирует создание схемы взаимодействия, каналов передачи нужной информации, организует встречи, выявляет причины неэффективности, готовит план мероприятий по улучшению ситуации в деятельности. Важную часть составляет разработка документов, отражающих стратегию развития кластера. Непосредственное участие в этом должны принимать представители науки и образования, руководители крупных и средних предприятий.

Основопологающим вопросом развития является финансирование проекта и здесь начальный вклад является государственным. Используя механизмы частно-государственного партнерства, договоренности с кредитными учреждениями, привлекая средства из федерального бюджета, достигается та показательная лидерская позиция, привлекающая внимание общества, инвесторов и предприятий. Придаваемый импульс движению в необходимом направлении далее начинается развиваться самостоятельно, набирая нужные обороты. До тех пор, пока схема взаимодействия между субъектами кластера не налажена, наибольший груз управленческих функций лежит на государстве.

Теперь основными функциями управления у государства становятся регулирование и контроль, а также поддержка, оказание содействия возникающим в предпринимательской среде инициативам. Процессы самоорганизации промышленных предприятий и создание общего управляющего органа снижают роль государства, перемещая значительную часть функций организациям объединений. Текущее косвенное участие властных структур в кластере, направление инвестиций и периодическое занятие ключевой позиции – вот характерные особенности кластерного управления.

Описывая государство, как управляющий субъект, нужно иметь в виду, что оно представлено многими самостоятельными структурами разного уровня и порядка. На региональном уровне это министерства, торговая палата, комитеты, ведомства, национальный банк, налоговые и законодательные органы и др., а на муниципальном уровне – администрации районов, филиалы ведомств. Вместе они осуществляют функции управления, от которых зависит общий успех.

Поэтому их качественное взаимодействие, исключение дублирования – первейшее условие в деле формирования и эффективного функционирования кластера.

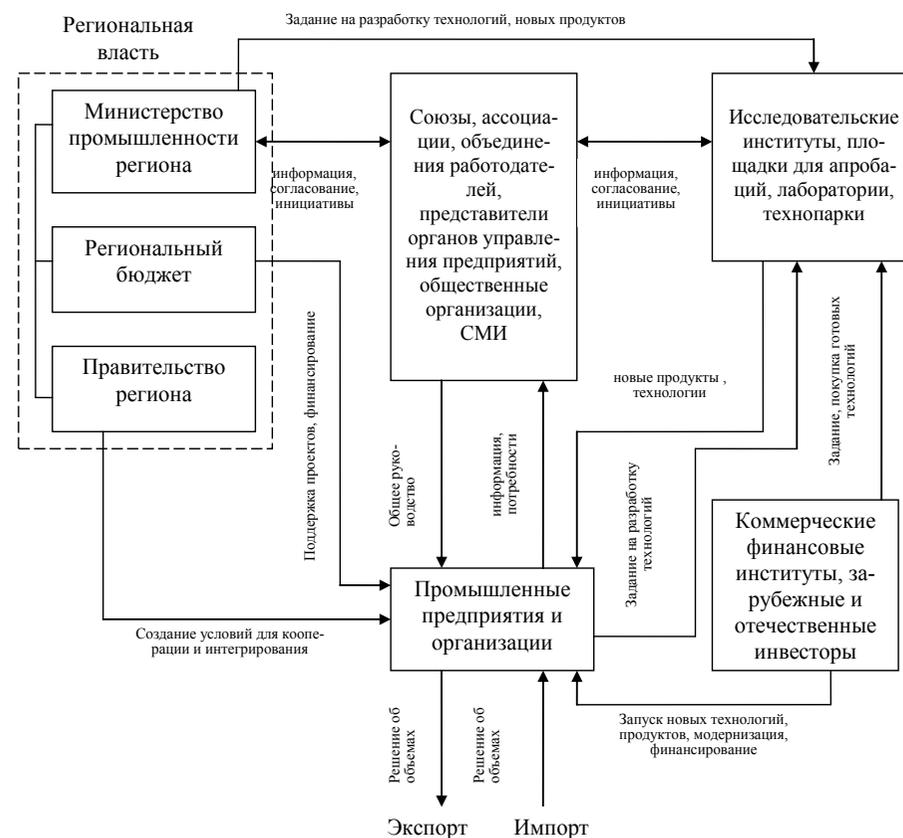


Рисунок 2. Управление региональным кластером

Оказывая управленческое воздействие, представители власти создают климат, среду, характеризующую возможности роста и развития экономики региона. Понимание роли, значения возложенных прав и обязанностей ведет к солидарности предпринимательских усилий, появлению конкурентных преимуществ.

Рыночная экономика развивается в том случае, когда нахождение общего вектора всеми субъектами управления является целью в рамках проводимой промышленной политики. Совместная работа выступает необходимостью в достижении строительства сильного и благополучного государства.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гельвановский, М., Жуковская, В., Трофимова, И. Конкурентоспособность в микро-, мезо-

и макроуровневом измерении /М. Гельвановский, В. Жуковская, И. Трофимова // Российский экономический журнал. - 2008. - № 2. - С. 14-21.

2. Ивантер, В.В. Актуальные проблемы развития России /В.В. Ивантер// Проблемы прогнозирования. - 2006. - №3. - С.3-10.

3. Казанцев, С.В. Внутренняя конкурентоспособность регионов России /С.В. Ивантер// Конкурентоспособность регионов: факторы и стратегия управления. Материалы Всерос. конф., часть II. - Уфа: УГАЭС. - 2006.

4. Найденов, Н.Д. Стратегия регионального управления в обеспечении экономического роста /Н.Д. Найденов// Менеджмент: теория и практика. 2008. - № 1-2.

5. Свиридов, Н.Н. Система регионального управления: монография /Н.Н. Свиридов// Кострома: КГУ им. Н. А. Некрасова, 2008.

Дорошенко Ю. А., д-р экон. наук, проф.  
Антипов Е. А., соискатель

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

## ИНСТРУМЕНТАРИЙ АНАЛИЗА СТРАТЕГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ХОЛДИНГОВ

ROGOVA@intbel.ru

Одним из ключевых направлений экономического роста является развитие промышленных холдингов. В статье рассмотрены инструменты анализа стратегического развития интегрированных структур, базирующиеся на учете факторов внешней и внутренней среды. Разработана методика построения рейтинга для анализа стратегического развития холдинга, показателя оценки.

**Ключевые слова:** промышленный холдинг, стратегия, методы анализа, внешняя среда, внутренняя среда, рейтинг стратегического развития, методика оценки рейтинга.

Предпосылки для внедрения в практику предпринимательской деятельности стратегического управления, основной задачей которого является развитие хозяйствующего субъекта, появились с переходом России к рыночным отношениям. Исследования западных ученых адаптировались к российской действительности, появлялись труды отечественных деятелей. Вместе с тем, нельзя считать применение на практике различных методов и приемов стратегического развития удовлетворительным. Крайняя необходимость разработки инструментария стратегического развития холдингов объясняется их ролью в экономике, а также тем, что рост экономики страны зависит от развития крупных экономических подсистем, к которым относятся, в первую очередь, холдинги, зачастую выступающие в качестве отраслеобразующих элементов.

Детальное изучение имеющихся публикаций и методических подходов показало, что в процессе стратегического развития, на разных этапах его планирования и реализации, холдинги используют многочисленные инструменты, обобщение которых требуется на данном этапе диссертационного исследования. Использование методов стратегического развития направлено на определение тех проблем или перспектив, которые складываются в различных уровнях и подразделениях холдинга с целью определения стратегии развития.

Во-первых, существуют разнообразные методы, предлагающие рассчитывать один показатель как свидетельствующий о динамике развития холдинга и отдельных его предприятий. Это, в частности, показатель конкурентного статуса фирмы, предложенный И. Ансоффом, определяет конкурентную позицию субъекта бизнеса или холдинга [1].

Во-вторых, нашли широкое применение в практике стратегического планирования методы портфельного анализа, которые внутри таких интегрированных структур, как холдинги обретают свой первоначальный смысл. Использование данных методик в практике российских

фирм часто сводится к анализу ассортимента, вместе с тем, в них заложен гораздо больший потенциал принятия стратегических решений, связанный с инвестированием в развитие и движением денежной наличности. Матрица Бостонской консультационной группы (БКГ) разработана для сравнительной оценки преимуществ отдельных бизнес-единиц диверсифицированных компаний с целью выбора для них наиболее обоснованных стратегий развития. В данной модели имеется связь с теорией жизненного цикла, которая проявляется через один из параметров модели – рост рынка, а также связь с кривой опыта через показатель относительной доли рынка, отражающей, в том числе, затраты на единицу выпуска [5, с. 55]. Стратегия развития холдинга направлена на поддержание равновесия между бизнес-единицами, приносящими доход, и бизнес-единицами, требующими дополнительных инвестиций. Как инструмент стратегического анализа, данный метод привлекателен в силу того, что позволяет проводить анализ, как в статике, так и в динамике. В соответствии с данной моделью стратегия холдинга состоит в максимизации долей рынка на как можно большем числе ускоренно растущих рынков, а также в том, чтобы вести анализ развития не только по отдельным бизнес-единицам, но и совместно по группе компаний. Также данный инструмент позволяет делать вывод относительно направлений инвестирования и дезинвестирования средств холдинга. Дополняющей матрицу БКГ является модель МакКинси, которая также используется для анализа эволюции всех бизнес-единиц холдинга и для разработки стратегий дальнейшего поведения на рынке. В ней показатель относительная доля рынка преобразуется в синтетический параметр стабильности бизнеса, составными частями которого являются сравнительные преимущества, доля рынка, возможности компании в кадровой, маркетинговой, инновационной, сбытовой политике, в уровне менеджмента. Аналогом темпов роста рынка в данной модели выступает параметр привлека-

тельности рынка, на который влияют фактическая и потенциальная емкость рынка, темпы его роста, существующие барьеры выхода и входа на рынок, степень конкуренции и пр. Также графическим отличием данной матрицы от модели БКГ является отображение бизнесов в виде кругов, размер которых пропорционален стоимостной емкости рынка соответствующего бизнеса, а его доля на нем отражается в виде сектора на круге. В зависимости от позиции в матрице в качестве рекомендации по стратегическому развитию бизнес-единицы могут служить инвестирование для удержания, инвестирование для проникновения, инвестирование для перестройки, выборочное инвестирование, незначительное инвестирование, дезинвестирование, контролируемый уход. Таким образом, модель МакКинси также как и матрица БКГ используется для оценки стратегического потенциала развития бизнес-единиц холдинга и для распределения остаточных ресурсов от успешных бизнес-единиц к перспективным, но «слабым» в текущий момент видам деятельности. Заметим, что данная матрица является более совершенной в силу более подробного анализа и более разнообразных рекомендаций, однако четких и универсальных подходов по определению параметров на осях данной матрицы не выработано.

Если в матрице БКГ косвенно учитывается этап жизненного цикла каждой функциональной организации, входящей в состав холдинга, то в матрице Артура Д. Литтла (ADL) жизненный цикл является одним из двух основных параметров (рис.). Основное теоретическое положение модели состоит в том, что не только продукты, но и отдельный взятый вид бизнеса холдинга может находиться на одной из стадий жизненного цикла: рождение, развитие, зрелость, старение, а, следовательно, его нужно анализировать в соответствии с ней [2, с. 123].

После обзора матричных методов анализа стратегического развития, применимых к промышленным холдингам, сделан вывод, что они не учитывают полного спектра параметров, которые определяют стратегию развития, поэтому на практике требуют дополнительного использования других методов.

В работах современных экономистов можно отметить еще методы, связанные с оценкой факторов внешнего окружения холдинг или с комплексным анализом внешней и внутренней среды организаций. Один из наиболее известных методов такого типа – это SWOT-анализ, который имеет множество интерпретаций. В частности, помимо часто встречающегося сопоставления сильных и слабых сторон организации с возможностями и угрозами ее внешней среды, существует мнение, в соответствии с которым необходимо сравнивать сильные и слабые стороны организации с ценностями ее чле-

нов, а возможности и угрозы окружающей среды – с желаниями посредников [5]. С точки зрения возможности обработки значительного объема информации, затрат и качества выводов SWOT-анализ представляет собой ценный инструмент для анализа стратегического развития холдинга и его составных бизнес-единиц.

Предложенный М. Портером отраслевой анализ выявляет силы (текущую конкуренцию, товары-заменители, рыночную власть поставщиков, рыночную власть покупателей, потенциальная конкуренция), которые влияют на рыночную позицию холдинга и на возможности к росту прибыльности отрасли. В процессе анализа предполагается не только оценить давление данных отраслевых сил, но и выбрать стратегию реакции [4].

Учитывая характер взаимодействия внутри холдинга с точки зрения анализа стратегического развития интерес вызывает анализ стоимостных цепочек, который может быть использован для определения потенциальных источников экономического преимущества. Источник преимущества выявляется на основе объединения внутренних компетенций холдинга с внешней рыночной средой для управления оптимальным распределением ресурсов. Одним из стимулов создания холдинга, как отмечалось выше, является получение экономических преимуществ на основе снижения издержек по всей вертикальной цепи их создания. Анализ всех существующих внутри холдинга стоимостных цепочек позволяет оценить центры затрат и прибыли, а также распределение фонда прибыли холдинга. В соответствии с данной моделью наиболее интенсивные конкурентные преимущества холдинг может получить, обеспечив высокоупорядоченные связи в стоимостных цепочках.

Широкое распространение получил такой метод анализа окружающей среды, как STEP-анализ, предполагающий оценку факторов внешней среды (социальные, технологические, экологические, политические). Данный вид анализа не является достаточным, но зачастую необходим из-за избыточности информации о внешней макро-среде фирмы. Заметит, вместе с тем, что его можно рассматривать как составную часть SWOT-анализа и не рассматривать как отдельный инструмент стратегического анализа.

С точки зрения стратегического анализа холдингов интерес вызывает предложенный И. Ансоффом подход, ориентированный на оценку соответствия менеджмента организаций условиям внешней среды, которую он описал с помощью понятия «турбулентность», каждый уровень которой описан четырьмя показателями: сложность, новизна, быстрота изменений, видение будущего [6]. Уровни турбулентности представляют собой пятиступенчатую шкалу для

описания возможных типов внешней среды (рис.1). Уровень стратегической агрессивности определяется степенью изменчивости стратегических шагов холдинга во внешней среде. В условиях стабильной стратегической агрессивности менеджмент холдинга движим стабильностью и пытается подавить изменения. В ситуации реактивной стратегической агрессивности он движим эффективностью и адаптирует организационные системы к изменениям. В условиях преждевременной стратегической агрессивности менеджмент движим рыночной ситуацией и ориентирован на поиск сигналов знакомых изменений. Предпринимательская стратегическая агрессивность подталкивает менеджмент, движимый внешней средой, реагировать на прямые и косвенные изменения, тогда как в случае творческой стратегической агрессивности менеджмент ориентирован на создание внешней среды и ищет возможности новых изменений. Если холдинг использует тип стратегической агрессивности, не соответствующий уровню турбулентности внешней среды, то появляется «стратегический разрыв» в развитии. Чем выше разрыв, тем менее эффективна работа холдинга. Подобный инструмент анализа несет в себе рациональное зерно, но, вместе с тем, требует конкретизации методического инструментария для количественной оценки уровня турбулентности и степени стратегической агрессивности менеджмента холдинга.

Значимость исследования и оценки внешней среды подчеркивают и другие авторы. Е.В. Богомолова видит основные факторы развития интегрированных структур в системе синергетических резервов, включающей бенчмаркинг, резервы, резервы защиты прав потребителей, резервы структуризации форм собственности, маркетинговые резервы, резервы системы управления корпоративной организации, информационные резервы [3, с. 9]. Формируя и совершенствуя данную систему стратегических резервов, холдинг получает импульсы к подержанию равновесного состояния и к саморазвитию. Более того, через данные резервы происходит воздействие на экономику страны.

Рассмотренные выше группы методов основаны на анализе отдельных аспектов стратегического развития. Первая группа использует ограниченное число оцениваемых параметров, отражающих развитие холдинга. Однако такой подход нельзя назвать полным, поскольку в изменяющейся среде нужно иметь множество надежных индикаторов, позволяющих вовремя вносить коррективы в стратегические решения. Методы матричного анализа также ограничены в выборе числа параметров, определяющих стратегические позиции и их изменение, а также требуют качественной и количественной отраслевой адаптации в каждой конкретной ситуации.

Подход, связанный с оценкой среды функционирования холдинга, может быть использован, как отмечено выше, только на отдельных участках работы по управлению развитием.

Иными словами, рассматриваемые методические аспекты нуждаются в существенной доработке в соответствии со спецификой холдинга для упрощения управленческого анализа и планирования.

В связи с этим предлагается такой инструмент стратегического анализа, как оценка рейтинга стратегического развития, который, учитывая множество конкретных и значимых параметров внешней и внутренней среды предприятий холдинга, а также синтетических параметров, позволяет дать сравнительную оценку позиций бизнес-единиц.

*Методика построения рейтинга для анализа стратегического развития холдинга* разбивается на несколько этапов:

1. Определение наиболее значимых для сравнительной оценки бизнес-единиц холдинга параметров внутренней среды. На наш взгляд, наиболее полно характеризуют развитие:

- выручка (нетто) от продажи товаров, продукции, работ, услуг (за минусом налога на добавленную стоимость, акцизов и аналогичных обязательных платежей);
- валовая прибыль;
- прибыль (убыток) от продаж;
- чистая прибыль (убыток) отчетного периода;

- рентабельность продаж;
- рентабельность чистых активов;
- коэффициент текущей ликвидности (общий коэффициент покрытия долгов);
- коэффициент финансовой зависимости;
- коэффициент текучести кадров;
- коэффициент обновления основных производственных фондов;
- размер инвестиций в развитие.

2. Определение наиболее значимых для сравнительной оценки бизнес-единиц холдинга параметров внешней среды. На наш взгляд, наиболее полно характеризуют развитие:

- доля рынка предприятия;
- темпы роста рынка;
- индекс сезонности спроса;
- средний рост цен на рынке сбыта предприятия;
- средний рост цен на закупаемое за пределами холдинга сырье и материалы;
- доля новых покупателей в портфеле предприятий холдинга;
- движение покупателя, которое можно определить как частное от суммы новых и ушедших за текущий год и среднего числа покупателей за последние два года.

3. Определение наиболее значимых для сравнительной оценки бизнес-единиц холдинга синтетических параметров, образованных на стыке внешней и внутренней среды. На наш взгляд, наиболее полно характеризуют развитие:

3. Определение наиболее значимых для сравнительной оценки бизнес-единиц холдинга синтетических параметров, образованных на стыке внешней и внутренней среды. На наш взгляд, наиболее полно характеризуют развитие:

- отношение темпа роста продаж предприятия к темпу роста рынка;
- количество новых клиентов на рубль затрат на продвижение за период;

- выручка предприятия, соотношенная с выручкой конкурента;
- доля целевого сегмента покупателей в портфеле заказов предприятия, деленная на долю данного целевого сегмента на рынке;
- дисперсия среднемесячных продаж предприятия, деленная на дисперсию среднерыночных продаж;



Рисунок 1. Уровни турбулентности внешней среды и соответствующие им виды стратегической агрессивности холдинга

▪ размер инвестиций на рубль продаж по предприятию, деленный на размер инвестиций на рубль продаж по отрасли.

4. Оценка и нормирование показателей для всех предприятий холдинга по технологии бенчмаркинга.

5. Определение рейтинга предприятий в статике и сравнение с рейтингами, рассчитанными в предыдущие периоды.

Таким образом, предложенный методический подход отличается универсальностью, а его гибкость обеспечивается возможностью замены параметров на более значимые в конкретный период времени. Кроме того, он позволяет получить представление об относительных позициях предприятий холдинга не только в статике, но и в динамике.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ансофф, И. Новая корпоративная стратегия [Текст] / пер. с англ. под ред. Ю.Н. Каптуревского. – СПб: Издательство «Питер», 1999. – 412 с.
2. Базарова, Л.А. Менеджмент устойчиво-

го развития компании: монография [Текст] / Л.А. Базарова. – М.: Изд-во АСВ, 2007. – 200 с. – ISBN 978-5-93093-504-2

3. Богомолова, Е.В. Синергизм системы менеджмента качества интегрированных компаний [Текст] / Е.В. Богомолова // ИнВестРегион. – 2011. – №1. – С. 6-10.

4. Портер, М. Конкурентная стратегия. Методика анализа отраслей и конкурентов [Текст] / М. Портер. – М.: Издательство: «Альпина Бизнес Букс», 2007.

5. Фляйшнер, К. Стратегический и конкурентный анализ. Методы и средства конкурентного анализа в бизнесе [Текст] / Фляйшнер К., Бенсуссан Б. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2005. – 541с.

6. Ansoff, I.H. & Sullivan, P.A. Optimizing Profitability in Turbulent Environments: A Formula for Strategic Success. Long Range Planning. 1993. V.26, No.5, pp. 11-23.

Селиверстов Ю. И., канд. техн. наук, проф.  
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

## РАЗВИТИЕ ИНСТИТУТА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ В РАМКАХ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИННОВАЦИОННОЙ ПОЛИТИКИ

ROGOVA@intbel.ru

Одним из ключевых направлений государственной инновационной политики является совершенствование института интеллектуальной собственности. В статье показано взаимное влияние динамики развития национальной инновационной системы и института интеллектуальной собственности. Проанализированы актуальные проблемы оборота интеллектуальной собственности в России. Рассмотрены различные аспекты участия государства в его функционировании.

**Ключевые слова:** интеллектуальная собственность, национальная инновационная система, государственное регулирование, социально-экономическое развитие.

Совокупность и взаимосвязь институтов, обеспечивающих создание, распространение и использование новых знаний, называют национальной инновационной системой (НИС). Одним из ключевых тезисов современной инноватики является ведущая роль НИС в функционировании постиндустриальной экономики и общества в целом. Парадигма постиндустриального общества предполагает, что главным критерием социально-экономического развития является качество жизни, а технико-технологическое развитие и экономический рост рассматриваются как факторы, обеспечивающие качество жизни. Состояние НИС напрямую зависит от эффективности государственного регулирования инновационной сферы. Государство разрабатывает политику развития и законодательную основу функционирования НИС, обеспечивает контроль за соблюдением «правил игры» и, таким образом, определяет деловую активность участников НИС и инвестиционный климат в инновационной сфере.

Проблемы перехода на инновационный путь развития составляют предмет многочисленных публикаций отечественных ученых, начиная с середины 1990-х гг. А с начала XXI века инновационный экономический рост является одним из активно декларируемых направлений государственной политики, что можно проследить по соответствующим стратегическим документам. В 2002 г. были утверждены Основы политики Российской Федерации в области развития науки и технологий на период до 2010 года и дальнейшую перспективу. Именно в этом документе была поставлена задача формирования НИС. В 2005 году были приняты «Основные направления политики Российской Федерации в области развития инновационной системы на период до 2010 года», в 2006 году – Стратегия развития науки и инноваций в Российской Федерации до 2015 года». Межпарла-

ментской ассамблеей государств – участников СНГ принят ряд модельных законов, в числе которых следует отметить модельный закон «Об инновационно-инвестиционной инфраструктуре» (1997 г.) и «Об инновационной деятельности» (2006 г.). В 2006 году введена в действие Часть 4 Гражданского кодекса, регулирующая хозяйственный оборот объектов интеллектуальной собственности. На протяжении рассматриваемого периода вносились изменения в Налоговый кодекс РФ, направленные на стимулирование инвестиционной и инновационной активности. В настоящее время идут дискуссии вокруг проекта стратегии инновационного развития РФ на период до 2020 года [1]. В посланиях Президента РФ Федеральному собранию на протяжении нескольких последних лет подчеркивается взаимозависимость двух задач государственной важности: модернизации промышленного производства на основе внедрения технологических инноваций и повышения качества жизни населения России.

К числу проблем формирования российской НИС, анализируемых экспертами, в том числе в работах [2-5], относятся:

- несистемность решений государственной инновационной политики, несогласованность положений стратегических документов и отсутствие преемственности при их разработке, неконкретность сценариев инновационного развития;

- постоянные изменения в системе государственного управления наукой, приводящие к недостаточному участию научного сообщества в разработке научно-технической политики РФ: ликвидация таких институтов, как специальная комиссия по научно-технической политике под руководством премьер-министра, подразделения в структуре федеральных министерств, отвечающие за исследования и разработки; сокращение представительства РАН в составе Коллегии

Министерства образования и науки РФ и др. Проект стратегии инновационного развития [1] не предусматривает развитие научного потенциала в части РАН;

- проблемы государственного финансирования инновационной деятельности, в частности, недостаточная ориентация государственных расходов на конечный результат в виде инновационной продукции или технологии; отстраненность бизнеса от формирования и реализации государственных программ НИОКР; коррупция при распределении средств государственного финансирования научных исследований;

- низкий уровень частных инвестиций в НИОКР (в России около ¼ расходов на НИОКР финансируется за счет бюджетных средств) и неустойчивость результатов НИОКР в реальном секторе экономики;

- отсутствие реальных оценок эффективности работы созданных институтов развития: институтов посевного финансирования, бизнес-инкубаторов, ОАО «Российская венчурная компания», Банка развития и внешнеэкономической деятельности (Внешэкономбанка), Государственной корпорации «Роснано». Бюджетные средства, выделенные на цели венчурного финансирования, вкладываются в инновационные проекты крайне медленно. На создание инфраструктуры за последние годы истрчено из бюджета более 1 трлн. руб., но многочисленные бизнес-инкубаторы, центры трансфера, центры инноваций, и т.п. в основном ориентированы на сдачу площадей в аренду [2];

- проблемы статистики науки и инноваций, в частности, доступность статистических данных с лагом в несколько лет, использование для анализа инновационной активности экономических субъектов формальных количественных показателей, неадекватные оценки, фигурирующие в государственных стратегических документах, заполитизированность статистических исследований;

- низкий уровень взаимодействия вузовской науки и производства, реальный сектор экономики не является основным заказчиком прикладных исследований;

- снижение качества профессионального образования, дефицит инженерных и управленческих кадров в наукоемких производствах;

- ориентация государственной инновационной политики, главным образом, на развитие территорий с высокой концентрацией научно-технического потенциала. По оценкам В.В. Иванова [2], к таковым относится 100-150 малых и средних городских поселений с суммарной численностью около 3 млн. чел. Получается, что

остальные территории оказываются за чертой инновационного развития;

- чрезмерная увлеченность обсуждением терминологии при разработке документов, отражающих государственную инновационную политику и др.

Состав подсистем НИС несколько различается в публикациях разных авторов, но в целом может быть описан следующим набором подсистем: генерация и распространение знаний, образование, наукоемкое производство, инфраструктура, рынок. Особое место в НИС занимает институт интеллектуальной собственности (ИС). С одной стороны, ИС возникает только в результате интеллектуально-инновационной деятельности. С другой стороны, отношения по поводу ИС являются связующим звеном между инновационно-технологической и экономической подсистемами общества, способствуют коммерциализации новшеств, обеспечивают баланс интересов участников инновационного процесса.

Взаимное влияние динамики развития НИС и института ИС детально исследовано Н.В. Бекетовым [4]. Он называет законодательно закрепленный комплекс охраны прав ИС системообразующим каркасом НИС, показывает, что рынок ИС во многом детерминирует структуру НИС. В частности, к возможным направлениям анализа роли ИС в формировании НИС, отнесены:

- использование доходов от использования ИС в качестве источников финансирования инновационной деятельности;

- сделки с ИС как средство обеспечения традиционного экономического оборота;

- ИС как стартовая форма отношений между субъектами инновационного процесса и как стимул к расширению масштабов и спектра таких отношений;

- нормы законодательства в области спецификации и защиты прав на ИС как институционально-правовая основа инновационного процесса.

Анализ экспертных мнений позволил систематизировать наиболее актуальные и значимые проблемы в сфере:

- 1) нечеткость законодательных норм;
- 2) нескоординированность государственной политики в сфере ИС, обусловленная чрезмерно большим кругом реализующих ее государственных структур;

- 3) отсутствие заинтересованности научно-исследовательских институтов и предприятий, выполняющих НИОКР, в получении патентов;

4) распределение бюджетных средств на государственные контракты без выявления государственных нужд, в следствие чего результаты НИОКР не применяются на практике. Происходит освоение бюджетных денег, а не получение конкурентоспособного инновационного результата;

5) отсутствие подразделений, занимающихся комплексным решением вопросов ИС, в структуре создаваемых институтов инновационной инфраструктуры, в частности, технопарков;

6) низкая эффективность системы учета полученных результатов НИОКР;

7) проблемы распределения и закрепления прав, возникающие при выполнении государственных заказов на НИОКР: коррупция, неполучение охраноспособных результатов, передача разработчиками результатов, полученных в рамках госконтрактов, частным лицам, отсутствие баланса интересов заказчика, исполнителя государственного заказа и автора;

8) незаинтересованность бизнеса в получении «голой» технологии, без команды, которая может внедрить эту технологию в производство. Закон «О передаче прав на единые технологии» предполагает проведение конкурса при передаче соответствующих авторских прав и оценку стоимости технологии независимым оценщиком до ее внедрения в производство. По мнению некоторых экспертов, неопределенность результатов использования технологии это не позволяет оценить ее реальную цену и приводит к ее занижению. В этом случае однозначно проигрывают ее разработчики. Но и частная компания-приобретатель не отражает у себя на балансе реальную стоимость интеллектуальной собственности, что отрицательно сказывается на ее капитализации в случаях проведения IPO или продажи доли в уставном капитале стратегическому инвестору;

9) неэффективность защиты прав на ИС.

Перечисленные и другие проблемы требуют активизации усилий по их разрешению, поскольку в постиндустриальном обществе ИС становится важнейшим фактором конкуренции и элементом национального богатства. Поэтому регистрация, хозяйственный оборот ИС и эффективность ее использования обязательно являются объектом государственного регулирования. Институт ИС становится неотъемлемым элементом государственной инновационной политики. Интенсификация хозяйственного оборота объектов ИС, которая наблюдается в промышленно развитых странах, приводит к расширению роли государства в регулировании отношений ИС. Основные аспекты участия госу-

дарства в его функционировании заключаются в следующем.

- *Формирование законодательной базы хозяйственного оборота ИС.* Основным документом в этой области с 2008 г. является Часть 4 ГК РФ, каждая из глав которой заменила ранее существовавшие специальные законы в сфере ИС. Кроме того, правовой новацией стала глава 77 «Право использования результатов интеллектуальной деятельности (РИД) в составе единой технологии», которая закрепила нормы распределения и закрепления прав на результаты научно-технической деятельности, полученные за счет средств бюджета. В развитие части 4 ГК РФ были приняты Федеральный закон «О передаче прав на единые технологии» от 25.12.2008 № 284-ФЗ и Федеральный закон «О патентных поверенных» от 30.12.2008 № 316-ФЗ.

Нужно отметить, что отдельные нормы указанных законодательных акты подвергаются критике со стороны экспертов-практиков. В частности, отмечаются нечеткость некоторых определений, критичная для специалистов в области патентования; увеличение срока действия патента на полезную модель до 10 лет; административный характер норм, связанных с подачей и рассмотрением заявок, делающий целесообразным выделение их в специальное законодательство; императивные регуляции в части вопроса о правообладателе результатов инновационной деятельности.

- *Государственная регистрация прав на объекты ИС и сделок с ними.* Следует указать, что в условиях развитых НИС спектр сделок с объектами ИС выходит за пределы лицензионной торговли. Они используются в качестве вкладов в уставные капиталы, в качестве залога при получении кредитов и т.д. Прозрачность порядка регистрации, уровень автоматизации этапов подачи и рассмотрения заявок и взаимодействия с заявителем, и стоимость процедур регистрации (транзакционные издержки) становятся значимыми факторами закрепления прав на РИД. К сожалению, в России хозяйственный оборот объектов ИС нельзя назвать интенсивным. По данным Роспатента, бюджетными научными и образовательными учреждениями создается более 30% охраноспособных РИД. Однако на протяжении многих лет доля договоров о распоряжении соответствующими исключительными правами, где в указанные организации выступают в качестве передающей стороны, составляет менее 9%. Одним из последствий мирового финансового кризиса стала тенденция к сокращению числа сделок с объектами ИС. Число зарегистрированных в Роспатенте договоров об отчуждении исключительного права на

объекты промышленной собственности и предоставлении права их использования в 2009 году сократилось на 23,1% по сравнению с уровнем 2008 года [5]. В рамках данного направления государственного регулирования ИС следует отметить важность сотрудничества с зарубежными патентными ведомствами, которое позволяет сократить сроки проведения экспертизы патентных заявок и повысить ее качество.

- *Защита прав правообладателей ИС.* Даже самый хороший закон не будет работать, если нет действенных механизмов контроля за его соблюдением и восстановления нарушенных прав хозяйствующих субъектов. Крайне усложняет проблему защиты прав ИС развитие инновационных и коммуникационных технологий. Усложнение НИС неизбежно сопровождается увеличением количества судебных исков, связанных с восстановлением нарушенных прав и получением соответствующей компенсации. Специфика подобных судебных дел затрудняет их рассмотрение в судах общей юрисдикции. В международной практике эта проблема решается путем создания специальных органов, таких как патентные суды. Еще один вопрос, связанный с надлежащей спецификацией и защитой прав на ИС касается вычленения их из комплекса других имущественных и неимущественных прав в ходе «сложных» сделок, приватизации, налогообложения и т.д.

- *Формирование правил бухгалтерского и статистического учета для целей регулярного мониторинга оборота ИС.* Основная проблема здесь заключается в том, что у российских компаний зачастую отсутствуют стимулы регистрировать исключительные права на интеллектуальную собственность, что является обязательным условием для признания нематериального актива и отражения его в учете. В результате интеллектуальная деятельность не выполняет своих функций в рамках инновационного процесса: не может рассматриваться как инвестиционный ресурс и не способствует росту капитализации компаний.

- *Информационная деятельность государственных органов в сфере оборота ИС.* Государство призвано решить задачу оперативного предоставления патентной информации заинтересованным пользователям, сформировав для этого масштабный банк данных, обеспечив циркуляцию этой информации в специализированных электронно-коммуникационных сетях и предоставляя сопутствующие услуги поведению заказных патентных исследований.

- *Профессиональная подготовка специалистов в области ИС* также является прерогативой государства. С развитием НИС растут и тре-

бования к кадровому обеспечению института ИС. Речь идет не только об узкоспециальных знаниях и навыках, но и о понимании системных взаимосвязей элементов НИС, места и роли ИС в процессе коммерциализации новшеств, а также о стратегическом мышлении в отношении развития данного института.

Резюмируя, отметим, что уровень зрелости института ИС является важнейшим фактором инновационной активности хозяйствующих субъектов. Рынок ИС интегрирует отдельные функциональные и территориальные элементы НИС. Трансфер технологий обеспечивает динамику инновационных процессов. Все это обуславливает значимость совершенствования государственной инновационной политики сфере управления ИС.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Стратегия инновационного развития Российской Федерации до 2020 года (проект) // [http://www.economy.gov.ru/minec/activity/sections/innovations/doc20101231\\_016](http://www.economy.gov.ru/minec/activity/sections/innovations/doc20101231_016).
2. Иванов, В.В. Инновационная политика России: варианты и перспективы / В.В. Иванов // Инновации 2011.- № 2.
3. Лопатин, В.Н. Проблемы и условия обеспечения качества жизни через инновационное развитие в СНГ (или как умному стать богатым) / В.Н. Лопатин // Международный Форум «Инновационное развитие через рынок интеллектуальной собственности»: сборник документов и материалов; под ред. Лопатина В.Н. – М., Электронное издание, 2010. – 279 С.
4. Бекетов, Н.В. Проблемы формирования национальной инновационной системы и развитие института интеллектуальной собственности / Н.В. Бекетов // <http://www.nanonewsnet.ru/articles/2011/problemy-formirovaniya-natsionalnoi-innovatsionnoi-sistemy-razvitiya-instituta-intellek>
5. Симонов, Б.П. Инновационное развитие через рынок интеллектуальной собственности / Б.П. Симонов // Международный Форум «Инновационное развитие через рынок интеллектуальной собственности»: сборник документов и материалов; под ред. Лопатина В.Н. – М., Электронное издание, 2010. – 279 С.

Шевелев А. А., соискатель

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

## РОЛЬ ЧАСТНОГО КАПИТАЛА В ФИНАНСИРОВАНИИ ИНВЕСТИЦИЙ

ROGOVA@intbel.ru

Сформулированы методологические подходы к исследованию инвестиции как экономической категории. Проанализированы этапы инвестиционного процесса. Уточнены классификационные критерии инвестиции. Определено содержание категории «частный капитал». Предложен новый классификационный критерий инвестиции – «собственность на капитал». Обоснована необходимость увеличения удельного веса частного капитала в финансировании инвестиций. Описаны направления совершенствования управления инвестициями с точки зрения собственности на капитал.

**Ключевые слова:** инвестиция, классификация инвестиций, инвестиционный процесс, капитал, частный капитал, собственность на капитал, качество инвестиций, управление инвестициями на основе частного капитала.

Развитие рыночных реформ в России в 21-м веке убедительно доказало преимущество частного капитала в обеспечении инвестиционного роста народного хозяйства. По итогам 2008-2010 годов многие исследователи сделали выводы о том, что уровень активности в инвестиционно-инновационной деятельности крупнейших государственных компаний не отвечает в должной степени поставленным целям технологического развития, а доля компаний, внедрявших новые продукты, среди частных компаний была в 4 раза выше, чем в компаниях с государственным участием и в полностью государственных компаниях [5, с. 33]. При этом в научной литературе это положение еще не получило достаточного осмысления. Поэтому необходимо более четко показать роль частного капитала в финансировании инвестиций.

Вообще инвестиционная проблематика достаточно широко освещена в современной российской экономической литературе. В учебниках, монографиях, текущих периодических изданиях приводятся различные определения инвестиций и соответствующие их классификации. Так, в учебнике В.В. Бочарова инвестиции рассматриваются в виде имущественных и интеллектуальных ценностей, которые вкладывают в объекты предпринимательской деятельности с целью получения дохода (прибыли) или достижения иного полезного эффекта [1, с. 19]. Известно, что с точки зрения современного инвестиционного и финансового менеджмента имущественные и интеллектуальные ценности это не что иное, как основные средства и нематериальные активы, следовательно, приведенное определение инвестиций предполагает вложение названных внеоборотных активов в бизнес с известной целью.

В другой работе, написанной группой авторов под руководством Н.Д. Гуськовой, инвестиции показаны как все виды ресурсов (ценностей), вкладываемые в объекты предпринимательской и других видов деятельности в целях получения

прибыли (дохода) и иного положительного эффекта, предполагается, что это денежные средства, движимое и недвижимое имущество, объекты авторского права и иные права пользования [2, с. 27]. Опять таки дословное прочтение данного определения показывает, что в данном случае инвестиции трактуются как активы - внеоборотные и частично оборотные (денежные средства), направляемые в предпринимательскую деятельность.

Известное учебное пособие Г.П. Подшиваленко содержит характеристику инвестиций, под которыми понимается совокупность затрат, реализуемых в форме целенаправленного вложения капитала на определенный срок в различные отрасли и сферы экономики, в объекты предпринимательской и других видов деятельности для получения прибыли (дохода) и достижения как индивидуальных целей инвесторов, так и положительного социального эффекта [3, с. 12]. Недостатки приведенной характеристики – нет указания на то, о каких затратах, инвестиционных или текущих идет речь, не конкретизирован срок вложения капитала, не уточнено, какие другие, кроме предпринимательской, виды деятельности могут генерировать прибыль (доход).

Еще одно определение инвестиций, принадлежащее Л.Н. Чуевой, перекликается с уже рассмотренными определениями, здесь инвестиции это денежные средства, целевые банковские вклады, паи, акции и другие ценные бумаги, технологии, машины и оборудование, лицензии, любое другое имущество, вкладываемые в объекты предпринимательской деятельности в целях получения прибыли и достижения положительного социального эффекта [4, с. 88].

Рассмотренные определения инвестиций характерны для российской экономической литературы, их объединяет общее описание инвестиций как различных активов инвесторов, как внеоборотных, так и оборотных, направляемых в предпринимательскую деятельность хозяйствующих

субъектов для получения определенных положительных экономических результатов. Несмотря на то, что с точки зрения внешних условий эти определения в целом описывают элементы инвестиционного процесса, существенные, содержательные характеристики инвестиций в них не раскрыты в полной мере. По нашему мнению, отправной точкой исследования инвестиции как экономической категории выступает концепция, сформулированная известным нобелевским лауреатом У. Шарпом, согласно которой инвестировать означает расстаться с деньгами сегодня, чтобы получить большую их сумму в будущем, и тогда инвестиция (investment) - это отказ от определенной ценности в настоящий момент за возможно неопределенную ценность в будущем [6, с. 1, 979]. Из этой концепции однозначно следует, что инве-

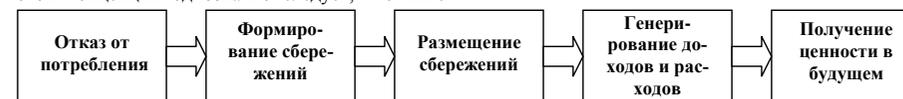


Рисунок 1. Основные этапы инвестиции как процесса

Принимая во внимание то, что в русле исследований западных школ инвестиционного менеджмента субъектами сбережений выступают фирмы, домохозяйства (граждане), финансовые организации и государство, конкретизация указанных этапов инвестиции как процесса выглядит следующим образом. Отказ от потребления всех субъектов сбережений ведет к тому, что неизрасходованные доходы размещаются домохозяй-

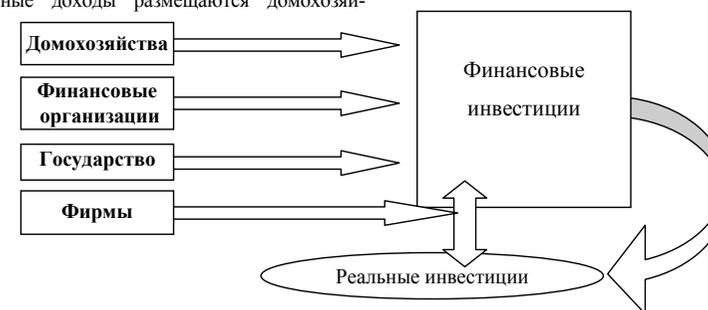


Рисунок 2. Особенности размещения сбережений различных категорий инвесторов

Как видно, различие между инвестиционной деятельностью домохозяйств, финансовых организаций и государства, с одной стороны, и фирм, с другой стороны, состоит в том, что первые могут размещать сбережения лишь в финансовые инвестиции, которые являются опосредующим звеном при переходе в реальные инвестиции, вторые же, по своему усмотрению, как в финансовые, так и в реальные инвестиции, что расширяет спектр их возможностей инвестирования.

В свою очередь реальные инвестиции фирм в полном объеме не могут быть обеспечены без фи-

стиция это процесс, на первом этапе которого создаются сбережения различных категорий участников процесса, а на последнем этапе возникает ценность в виде не дисконтированного, но подлежащего дисконтированию дохода, прибыли, положительного финансового результата и т.д.

С позиции концепции У. Шарпа становится понятной ограниченность таких определений инвестиционного процесса, как открытой системы, в которой наряду с заказчиком (застройщиком) принимают участие и другие контрагенты (проектировщики, подрядчики, банки и т.д.) [1, с. 20] и им подобных. Одновременно, инвестиция как процесс раскрывает свои основные этапы, элементы и контуры, представленные на рис. 1.

ствами, финансовыми организациями, государством в финансовые инвестиции (ценные бумаги, кредиты, депозиты), а фирмами – либо в финансовые инвестиции, либо непосредственно в реальные инвестиции. На рис. 2 показаны особенности размещения сбережений различных категорий инвесторов.

Достаточно распространенным является выделение инвестиций реальных и финансовых, валовых (весь объем инвестируемых средств) и чистых (исключается амортизация), прямых и кос-

венных, краткосрочных (сроком до одного года) и долгосрочных (соответственно свыше одного года), внутренних (инвестор - само предприятие) и внешних (вложения сторонних организаций), по формам собственности (частные, государственные, совместные и иностранные), по региональному признаку (внутри страны и за рубежом), по степени взаимосвязанности, по степени риска и т.д. [1, с.26-29]. Многие из приведенных признаков актуальны. Например, реальные и финансовые инвестиции разграничены еще У. Шарпом, валовые и чистые, прямые и косвенные, взаимосвязанные и не взаимосвязанные, рисковые и безрисковые инвестиции активно рассматриваются в рамках инвестиционной науки. Возражение может вызывать включение в состав инвестиций краткосрочных вложений, поскольку известно, что ключевым признаком инвестиций как раз и является срок свыше одного года.

В целях нашего исследования наибольший интерес представляет такой классификационный критерий, как форма собственности. Интересно, что в данной классификации к частным инвестициям относятся вложения средств в объекты предпринимательской деятельности юридических лиц негосударственной формы собственности и граждан, а к государственным инвестициям – вложение капитала государственных унитарных предприятий и средств федерального и регионального бюджетов. Однако при детализации данного критерия не раскрыт вопрос о собственности на капитал. Так, вложения средств в объекты предпринимательской деятельности юридических лиц негосударственной формы собственности и граждан может осуществляться на основе государственного капитала (целевое финансирование инвестиционного проекта). Одновременно, вложение капитала государственных унитарных предприятий возможно в активы частного предприятия.

Для выяснения сущности частного капитала нами были предприняты исследования, которые показали следующее. Капитал как таковой представляет собой категорию, соответствующую понятиям фонды, ресурсы, источники финансирования и т. д., независимо от того, кто выступает собственником капитала. При этом формирование уставного капитала в рамках, например, акционерных обществ может происходить и за счет государственных ресурсов, поэтому указанные обществу не тождественны частному капиталу. Лишь в случае оплаты уставного капитала физическими лицами, их группой или принадлежащим им предприятием можно вести речь о частном капитале и предпринимательстве в его истинном смысле. Заемные средства предприятия являются частным капиталом, конкретно заемным частным

капиталом, если они предоставлены физическими лицами, их группой или принадлежащим им предприятием, кредитной организацией, финансовой компанией и т. д.

Проведенные исследования позволяют определить частный капитал как совокупность собственных и привлеченных финансовых ресурсов, сформированных на основе денежных средств и имущества физических лиц, их групп, принадлежащих им организаций, направляемых приобретению внеоборотных и оборотных активов предприятия и финансирование его инвестиционной и текущей финансово-хозяйственной деятельности. Роль частного капитала в финансировании инвестиций определяется его долей в составе источников их финансирования. Чем выше эта доля, тем больше значение частного капитала в финансировании инвестиций.

Интересно, что в некоторых работах авторы пытаются решить проблему выявления роли частного капитала в финансировании инвестиций посредством введения дополнительных классификационных критериев. Например, наряду с критерием «форма собственности», который позволяет отнести к частным инвестициям вложения средств, осуществляемые гражданами, предприятиями и организациями негосударственных форм собственности, предлагается критерий «источники финансирования», где выделены государственные источники (вложения, осуществляемые центральными и местными органами власти и управления за счет средств бюджетов, внебюджетных фондов), собственные средства предприятий (прибыль, амортизационные отчисления), заемные источники (средства, полученные в виде ссуды на определенный срок) [2, с. 30-31]. Как отмечалось, критерий «форма собственности» и здесь не дает представления о принадлежности капитала к частному либо государственному, а критерий «источники финансирования» по-прежнему до конца не раскрывает, какой капитал, частный или государственный, обеспечивает инвестиции. Если вложения, осуществляемые центральными и местными органами власти и управления за счет средств бюджетов, внебюджетных фондов, это действительно государственный капитал, то прибыль, амортизационные отчисления и т. д. предприятия не несут однозначных характеристик частного капитала, так как уже отмечалось за фасадом акционерного общества может скрываться государственная собственность. То же можно сказать и о заемных источниках, кредиты предприятию могут быть предоставлены государственным или частично государственным банком. Наоборот, кредитная организация, функционирующая на основе частного капитала, может предоставить инвестиционные кредиты государственным

ному предприятию, в этой связи мнение некоторых специалистов о том, что к государственным инвестициям относят вложение капитала, осуществляемые государственными предприятиями за счет заемных средств [3, с. 15], не обосновано.

Таким образом, в существующих классификациях инвестиций явно не хватает классификационного признака, который бы отражал роль частного капитала в финансировании инвестиций. Мы предлагаем ввести в научный оборот признак, который мог бы быть назван «собственность на капитал». Характеристиками этого признака являются следующие параметры инвестиций: инвестиции, осуществляемые на основе частного капитала, инвестиции, осуществляемые на основе государственного капитала, инвестиции, осуществляемые на основе смешанного (частно-государственного) капитала (рис. 3). В зависимости от участия частного капитала в финансировании инвестиций формируется различное их качество. Далее может быть проведено ранжирование, в рамках которого рассчитывается доля участия частного капитала в конкретных инвестициях, интегральный ранг качества конкретизирует обеспеченность инвестиционной деятельности предприятия частным капиталом.



Рисунок 3. Возможные параметры инвестиций с позиции собственности на капитал

В хозяйственной практике финансирование инвестиций, как правило, осуществляется на основе смешанного (частно-государственного) капитала и является результатом взаимодействия этих видов собственности на капитал. Поскольку, как было отмечено, больший удельный вес частного капитала в финансировании инвестиций обеспечивает более высокое их качество, управление инвестициями с точки зрения собственности на капитал предполагает увеличение доли частного капитала. Для этого необходимо реализовать следующие направления – приватизация государственных предприятий, снижение степени участия государства в корпоративных структурах, формирование как государственным, так и частными предприятиями структуры заемных средств с преобладанием частного капитала.

Осуществление первых двух направлений позволит увеличить долю финансирования инвестиций на основе частного капитала в части собственных средств предприятий, реализация третьего направления – соответственно в части заем-

ных средств. Каждое из направлений требует детализированной проработки комплекса мероприятий и технологий со стороны того или иного субъекта. Например, приватизация государственных предприятий – функция органов управления государством и обеспечивается путем принятия и проведения программы приватизации. Снижение степени участия государства в корпоративных структурах достигается путем открытой продажи государственным органами пакетов акций корпоративных структур. Формирование структуры заемных средств с преобладанием частного капитала возможно либо посредством получения кредитов у частных банков, либо на основе эмиссии долговых обязательств (облигаций, векселей), размещаемых среди обладателей частного капитала – фирм, домохозяйств, финансовых организаций.

Таким образом, иницирование и реализация инвестиционных процессов, повышение качества инвестиций в современных экономических условиях требует усиления роли частного капитала, его большего участия в инвестиционной деятельности предприятий. Хозяйствующим субъектам следует разрабатывать и внедрять новые методические подходы, которые позволят обеспечить увеличение доли частного капитала в финансировании инвестиций, что в свою очередь позволит гарантировать динамичный инвестиционный рост экономики страны.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бочаров В.В. Инвестиции: Учебник для вузов. 2-е изд. / В.В. Бочаров – СПб.: Питер, 2009. – 384 с.
2. Гуськова Н.Д. Инвестиционный менеджмент: учебник / Н.Д. Гуськова, И.Н. Красовкая, Ю.Ю. Слушкина, В.И. Маколов. – М.: КНОРУС, 2010. – 456 с.
3. Инвестиции: учебник/ кол. авторов; под ред. Г.П. Подшиваленко. – М.: КНОРУС, 2008. – 496 с.
4. Чуева Л.Н. Экономика фирмы: Учебник для студентов вузов / Л.Н. Чуева. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и Ко», 2007. – 416 с.
5. Шамхалов Ф.И. Инвестиционно-инновационная деятельность крупнейших государственных компаний в посткризисный период / Ф.И. Шамхалов // Финансы и кредит. - 2011. - № 12 (444). – С. 32 - 36.
6. Шарп У. Инвестиции / У. Шарп, Г. Александер, Дж. Бэйли. - Пер. с англ. – М.: ИНФРА-М, 2007. – XII, 1028 с.

Ткаченко Г. А., аспирант,  
Доможирова О. В., канд. экон. наук, доц.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

### ОСОБЕННОСТИ БЮДЖЕТИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА МНОГОПЕРЕДЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

TkachenkoGrisha@mail.ru

Рассмотрена методика разработки и принятия бюджета предприятия на базе процессно-ориентированного управления с применением уравнения межотраслевого баланса. Приведен перечень задач, которые решаются при использовании данной модели.

**Ключевые слова:** бюджетирование, бизнес-процесс, многопередельное производство, уравнение межотраслевого баланса.

Совокупность бюджетов предприятия есть отражение его производственной структуры бизнес-процессов.

Бюджетирование производственного предприятия целесообразно формировать на основании производственных бизнес-процессов.

Бюджетирование выполняется поэтапно, причем основой консолидированного бюджета предприятия выступают бюджеты производственных бизнес-процессов, а математическая модель консолидированного бюджета многопередельного производства строится на основании межотраслевого баланса.

Любое производственное предприятие можно представить как взаимосвязь аппарата

управления, основного производства и обслуживающего блока предприятия (рис. 1).

По нашей схеме к аппарату управления относятся службы и отделы, не участвующие непосредственно в процессе производства, но выполняющие контролирующие, координирующие, учетные функции, функции анализа, учета и планирования. К основному производству относят службы и отделы непосредственно занятые в процессе производства продукции. К обслуживаемому блоку относят службы, обеспечивающие функционирование процесса производства, но не занятое непосредственно в процессе.

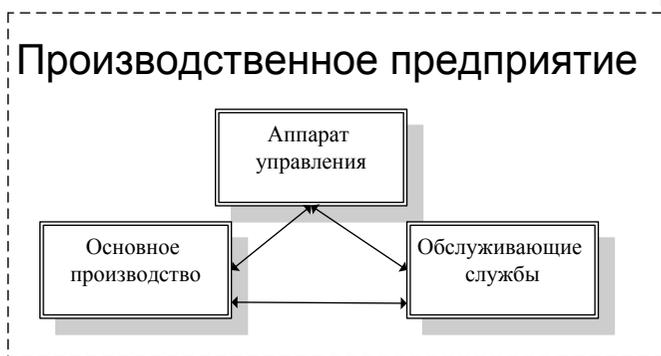


Рисунок 1. Схема взаимосвязи блоков предприятия

Реализуя процессно-ориентированное управление предприятием, следует выделить основные производственные процессы. В ходе изготовления продукции в процессе производства участвуют все подразделения и отделы предприятия.

Схематично отношения отделов предприятия и производственных процессов с помощью схемы на рис. 2.

Бизнес-процессы предприятия являются единичными объектами в системе бюджетирования. По каждому бизнес-процессу производства центром финансовой ответственности формируются бюджеты - Бюджет Доходов, Бюджет Расходов, Бюджет Движения Денежных Средств. На основании объединения бюджетов составляется Консолидированный бюджет предприятия и Балансовый бюджет. Объединенную схему представим на рис. 3.

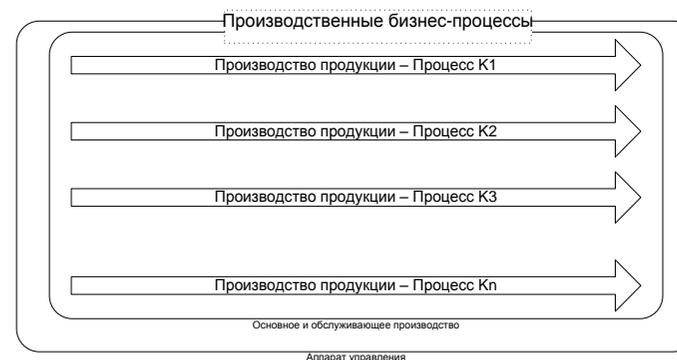


Рисунок 2. Схема взаимодействия отделов предприятия

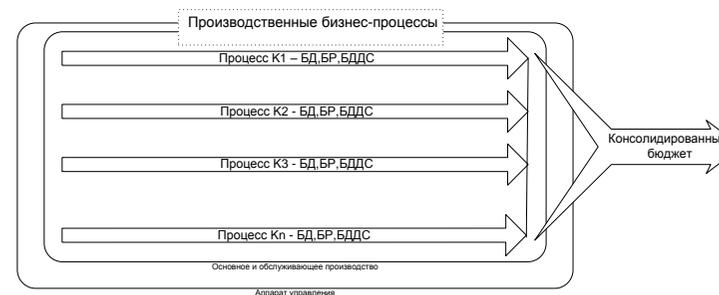


Рисунок 3. Схема соотношения бюджетов предприятия

Консолидированный Бюджет предприятия является совокупностью объединенных бюджетов: Бюджетов Доходов, Бюджетов Расходов и Бюджета Движения Денежных Средств.

Балансовый Бюджет составляется на основании Консолидированного бюджета и содержит итоговые данные по активу и пассиву бюджета предприятия.

Однако, при составлении бюджета предприятия сферы производства строительных материалов необходимо учитывать специфику отрасли - ей присущ характер многопередельного производства.

Многопередельность - это специфичная особенность производства, при котором часть готовой продукции одного производственного процесса предприятия является или сырьем для другого, или конечным продуктом.

Продукция каждого производственного процесса частично идет на внешнее потребление (конечный продукт), а частично используется в качестве сырья, полуфабрикатов или других средств производства в других производственных процессах. Эту часть продукции называют производственным потреблением. Схему движения сырья и готовой продукции представим на рис. 4.

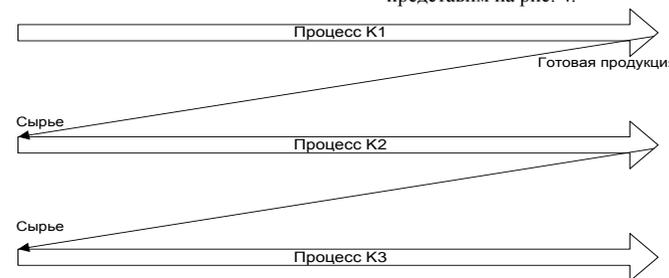


Рисунок 4. Схема соотношения продукции и материалов

Для составления консолидированного бюджета предприятия целесообразно использовать модель межотраслевого баланса, применительно к производственным процессам предпри-

ятия, где в качестве отраслевых показателей берутся показатели производственных бизнес-процессов.

Таблица 1

Модель консолидированного бюджета предприятия на основании межотраслевого баланса

Производящие процессы	1 квадрант	Потребляющие процессы					Конечная продукция		Всего продукция
		1	2	3	*	n	Потребление	Накопление	
1	x <sub>11</sub>	x <sub>12</sub>	x <sub>13</sub>	*	x <sub>1n</sub>	Y <sub>11</sub>	Y <sub>12</sub>	x <sub>1</sub>	
2	x <sub>21</sub>	x <sub>22</sub>	x <sub>23</sub>	*	x <sub>2n</sub>	Y <sub>21</sub>	Y <sub>22</sub>	x <sub>2</sub>	
3	x <sub>31</sub>	x <sub>32</sub>	x <sub>33</sub>	*	x <sub>3n</sub>	Y <sub>31</sub>	Y <sub>32</sub>	x <sub>3</sub>	
*	*	*	*	*	*			*	
n	x <sub>n1</sub>	x <sub>n2</sub>	x <sub>n3</sub>	*	x <sub>nn</sub>	Y <sub>n1</sub>	Y <sub>n2</sub>	x <sub>n</sub>	
продукция	Оплата труда	v <sub>1</sub>	v <sub>2</sub>	v <sub>3</sub>	*	v <sub>n</sub>	V <sub>1</sub> конечн	V <sub>2</sub> конечн	
	Чистый доход	m <sub>1</sub>	m <sub>2</sub>	m <sub>3</sub>	*	m <sub>n</sub>	M <sub>1</sub> конечн	M <sub>2</sub> конечн	
Всего продукция	x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	x <sub>3</sub>	*	x <sub>n</sub>	Перераспределение		4 квадрант	

Уравнение линейного межотраслевого баланса выглядит следующим образом:

$$\bar{x} = A\bar{x} + \bar{y},$$

где

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{pmatrix}, \bar{x} = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \dots \\ x_n \end{pmatrix}, \bar{y} = \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \dots \\ y_n \end{pmatrix}$$

$\bar{x}$  – называется вектором валового выпуска, вектор;

$\bar{y}$  – вектор конечного потребления;

A – матрица прямых затрат.

В представленной таблице 1 обозначения и значения показателей аналогичны показателям межотраслевого баланса, применительно к производственным бизнес-процессам.

X<sub>i</sub> – выпуск продукции i-м производственным бизнес-процессом.

Y<sub>i</sub> – конечный продукт, идущий на внешнее потребление (продажу).

Математическая модель межпроизводственного баланса аналогична, и используется для решения следующих задач:

- определение объема конечной продукции производственных процессов,

- определение коэффициентов полных затрат по заданным коэффициентам прямых затрат,

- определение объемов конечной продукции производства.

Таким образом, при формировании консолидированного бюджета предприятия с многопередельным производством целесообразно использовать математическую модель, основанную на матрице межотраслевого баланса.

Это позволит оптимизировать показатели прямых, косвенных и полных затрат, определять объемы конечного производства для внешнего потребления (продажи) и внутреннего потребления, оптимизировать их соотношение.

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Партыка Т.Л., Попов И.И., Математические методы: учебник. – 2-е изд., испр. и доп. / Т.Л. Партыка, И.И. Попов. – М.: ФОРУМ: ИНФРА – М, 2009. 464 с.: с ил. 525 с.

Ряпухина В. Н., аспирант  
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г.Шухова

**НАУЧНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ И ИЗМЕРЕНИЯ ИННОВАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА РЕГИОНА**

viktorer\_r@mail.ru

Рассмотрены генезис понятия инновация и инновационный потенциал, приведены структура элементов инновационного потенциала региона. Выделены основные подходы к проведению оценки инновационного потенциала региона: интегральный или синтетический метод, частный метод, смешанный метод. Рассмотрены наиболее часто применяемые подходы к проведению экономической оценки инновационного потенциала региона, отмечены их достоинства и недостатки. На основе анализа подходов и методов, присутствующих в современной научной литературе, сделаны выводы, касающиеся специфики и методов оценки инновационного потенциала региона.

**Ключевые слова:** инновация, инновационный потенциал региона, оценка инновационного потенциала региона, синтетический (интегральный) метод, частный метод, результатный метод, затратный метод, сравнительный метод.

Формирование новой экономики – экономики знаний и высоких технологий на основе превращения инноваций в ведущий фактор экономического роста во всех секторах экономики, является основой эффективного развития региона. Необходимость планового подхода к инновационному развитию региона определяет целесообразность экономического анализа его инновационного потенциала, а также взаимного соответствия и согласованности его элементов, что в свою очередь свидетельствует о необходимости определения структуры инновационного потенциала и разработки методологических подходов к оценке отдельных его составляющих и комплексной оценке в целом. При этом важно дать определение объекту исследования и представить его как системное образование, структура которого обуславливает его функционирование и взаимосвязи с внутренней и внешней средой.

Принято считать, что английский термин «innovation» является аналогом русскому слову «новшество», но более точное понятие соответствует скорее не первоначальному объекту, характеризующемуся наличием новизны, а результату длительного процесса материализации, распространения и коммерциализации этого объекта – инновационной деятельности. К.э.н. Читая Г.О. в своей статье [1, с. 51] говорит, что «инновационная деятельность характеризуется следующими ключевыми свойствами: а) имеет место трансформация идей в технологически и организационно новые или усовершенствованные продукты и услуги; б) новые и усовершенствованные продукты и услуги доводятся до потребителя для их практического использования, т.е. внедряются на рынке; в) осуществляется на коммерческой основе в рамках комплекса научных и организационно-финансовых мероприятий». Данное определение отражает комплексный характер инновационной деятельности, как и то, что инновационная деятельность осуществляется на нескольких этапах, которые также известны как стадии реализа-

ции инновационных проектов (по нашему мнению, инновационная деятельность осуществляется в форме инновационных проектов и программ, конечным результатом которых является создание инновационного продукта, доля инноваций в котором превышает пороговое значение для этого показателя) – начальную или новационную, инвестиционную и производственную.

В повседневной практике понятия новшество, нововведение, новация и инновация отождествляют, но при более глубоком терминологическом анализе становится очевидным, что это не одно и то же. Новшество представляет собой открытие, изобретение, патент, ноу-хау и т.д., нововведение или новация – результат использования новшества, а инновация – результат коммерциализации и внедрения в реальный сектор производства. Определение, данное Б. Санто [2, с. 134], по нашему мнению, наиболее комплексно отражает суть понятия и звучит следующим образом: «инновация – это такой общественно-технический экономический процесс, который через практическое использование идей и изобретений приводит к созданию лучших по своим свойствам изделий, технологий, и, в случае, если она ориентирована на экономическую выгоду, на прибыль, ее появление на рынке может принести добавочный доход». Т.о., можно сказать, что инновационная деятельность – это поиск новшества, создание новаций (нововведений), придание им уникальности и распространение их в экономической сфере.

Функциональная направленность инновационного потенциала заключается в создании условий наиболее полной реализации его элементов за счет мобилизации в единую систему ресурсов региона, региональных механизмов эффективного управления (менеджмент региона), институционального механизма обеспечения инновационного развития (институциональная система региона), а также маркетинговых мероприятий региона как способ приведения в соответствие внутренних и внешних возможностей (маркетинг региона).

Таким образом, инновационный потенциал можно представить как совокупность аккумулированных функциональных факторов инновационного развития региона.

Ресурсы территории в данном случае - это природные ресурсы территории, преобразованные в региональный социальный потенциал, их главное свойство - потенциальная возможность участия в производстве, использования в народном хозяйстве. Менеджмент региона предоставляет собой совокупность комплексных мероприятий по управлению ресурсными, финансовыми, интеллектуальными, трудовыми и другими потоками хозяйственной среды территории направленных на повышение эффективности использования экономического потенциала региона в целом, а также его воспроизводства и качественного улучшения. Под институциональной системой региона понимается система институциональных единиц региона обеспечивающих эффективное, целенаправленное и комплексное ведение хозяйственной деятельности, социальной, культурной жизни общества. Причем, применительно к категории инновационного потенциала региона можно выделить научно-технические и внедренческие общественные институты, которые являются базой научно-технического прогресса и «инкубатором» новаций.

Но, как уже говорилось, эти новации так и могут остаться сугубо научными продуктами, неадаптированными к требованиям и условиям рынка, если не обеспечить их адекватность потребностям потребителей и актуальность запросам времени. Комплекс действий по достижению данных целей можно условно обозначить как маркетинг региона. Причем, объединение в систему маркетинговых усилий по выявлению и формированию потребностей рынка, а также по выведению нового или усовершенствованию какого-либо отдельного товара может обеспечить синергетический эффект т.е. эффект повышения продуктивности и полезности совокупности мероприятий при едином походе к ним. Можно предположить, что данное явление лежит в основе механизма формирования рыночного имиджа региона.

Румянцев А.А. в своем исследовании [3] рассматривает инновационный потенциал как способность и готовность хозяйствующего субъекта осуществлять инновационную деятельность. При этом под способностью у автора понимается наличие сбалансированной структуры потенциала, т.е. необходимых для инновационной деятельности ресурсов, а под готовностью - наличие инфраструктуры использования имеющихся ресурсов для осуществления инновационной деятельности. С практической стороны инновационный потенциал характеризуют две важнейшие составляющие:

- способность к реализации возможностей развития на основе инноваций; в этом случае, оцениваемыми параметрами являются образованные, наука и управление, а важнейшими критериями развития - информационный и интеллектуальный потенциал, рыночный и производственно-сбытовой;

- сумма накопленных ресурсов субъектов хозяйственной деятельности, достаточных для разработки и внедрения инноваций, включая материальные, финансовые, интеллектуальные, информационные, научно-технические и иные ресурсы, необходимые для осуществления инновационной деятельности; важным критерием оценки инновационного потенциала является состояние гибкости и адаптивности системы к нововведениям.

Методология оценки в общем случае включает формирование категорий, разработку показателей, установление критерия сравнения, выбор способа оценки, получение результата оценки. Очень важным является адекватность целям исследования выбор методики оценки инновационного потенциала региона. В настоящее время в научной литературе можно встретить различные методологические подходы к оценке инновационного потенциала региона с точки зрения его достаточности для формирования инновационно активной экономики. Оценивать потенциал можно с использованием ряда или системы показателей, характеризующих его составные элементы - в этом случае мы можем говорить о синтетическом или интегральном и частном методе. Первый подразумевает существование некоего общего универсального показателя, который должен вобрать в себя оценки более частных показателей, существование которых не отрицается. Частный метод подразумевает разработку системы показателей. Синтетический метод имеет ряд недостатков - в частности не позволяет сделать адекватный вывод о совокупности разнообразных механизмов функционирования системы, а также может привести к противоречию выводов из-за несовместимости результатов. В современных исследованиях имеет место также использование смешенного - комплексного метода, включающего элементы синтетического и частного методов. На основе применения комплексного метода оценки возможно создание функциональной модели оценки, с возможностью выведения коэффициента значимости отдельных показателей или взвешивания показателей относительно друг друга, разработка рейтинговой системы оценки, системы экспертной оценки и т.д. Данные методы оценки могут характеризоваться как простотой, так и сложностью расчетов и различной степенью использования показателей статистической системы.

Например, при подходе, который был предложен авторским коллективом под руководством

Балацкого О.Ф. [4] и который можно назвать стоимостным синтетическим, применяются три основные категории оценки: результаты, расходы, совокупность результатов и расходов, и три соответствующие группы методов оценки: результатный, затратный, сравнительный. В зависимости от целей, оценка элементов инновационного потенциала проводится либо исходя из стоимости затрат на создание, либо исходя из ожидаемых денежных потоков от их использования, так как стоимость можно рассматривать с позиции прошлых, настоящих и будущих результатов. Действительно, определяющую роль здесь играет фактор времени, которое берется во внимание во время оценки. Если в целях исследования мы принимаем во внимание 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 (рыночный, 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.

Техническая компонента инновационного потенциала (материальные ресурсы и активы) в результатном подходе оценивается методом дисконтированного дохода, прямой капитализации дохода и так далее. Таким образом, определяется совокупный будущий доход от его использования с учетом того, что этот доход зависит от работы всей коммерческой или производственной системы предприятия в целом. Компонента нематериальных активов в системе инновационного потенциала не имеет материальной основы, и лишь иногда может быть материализована в конкретных результатах, поэтому при её оценке нельзя использовать традиционные способы определения стоимости. Обобщая вышесказанное, можно выделить определенные критерии для оценки, которые включают в себя: цели, стратегию, инновационную политику региона, маркетинг, научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы, финансы, производство. Оценка целей, стратегии, инновационной политики региона, предполагает выявление степени соответствия данных факторов общей стратегии развития региона. Критерий маркетинга при экономической оценке инновационного потенциала региона включает исследование рынка, выявляющее необходимость и востребованность инновационного продукта, а также выявление действительных, а также возможных конкурентов.

Анализ инновационного потенциала по его составляющим предоставляет возможность разработки процедур его оценки для создания и продвижения на рынок конкурентных инноваций с целью оптимизации их выбора потребителем. Результаты исследования должны стать основанием разработки системы целенаправленного поиска, анализа, оценки и отбора инноваций, приемлемых для конкретных предприятий в определенных рыночных ситуациях, учитывая перспективы их развития. Метод оценки будет зависеть от конкретных целей проведения оценки, и в каждом случае потребует идентификации оцениваемого объекта и его формы собственности, которая обычно учитывается при оценке по классическим принципам ценообразования, применяющих такие критерии, как расходы, полезность для потребителя, влияние конкуренции, учет только релевантных расходов, принципа восприимчивости покупателя к цене интеллектуальной собственности, принципа адекватного выделения доли интеллектуальной собственности в общей стоимости или прибыли. Оценка может быть проведена по фактической себестоимости (первоначальная стоимость в момент приобретения), по текущей обновленной стоимости (на основе имеющихся рыночных цен при замене), по текущей рыночной стоимости при реализации, по чистой стоимости рыночной реализации (за минусом всех расходов на продажу). Результативный подход базируется на принципе соотношения между функциональными свойствами объекта и будущими доходами от его использования. Сложность при оценке нематериальных активов таким методом заключается в невозможности абстрагирования от других факторов системы влияющих на конечную прибыль. При данном подходе инновационный потенциал рассматривается с точки зрения совокупности ресурсов - стоимости оборудования, нематериальных активов и трудовых ресурсов. Недостаток данного подхода заключается в невозможности учета ресурсных компонентов потенциала и синергетического эффекта.

Универсальный подход предложил Алексеев А.А. при оценке инновационного потенциала регионов Сибирского федерального округа [5] с применением интегрального метода на основе ряда показателей, объединенных в следующие группы: показатели научного потенциала, показатели кадрового потенциала, показатели технического потенциала, показатели финансово-экономического потенциала и показатели информационно-коммуникационной составляющей. Для повышения объективности оценки наилучшему показателю каждого года среди регионов присваивалось максимальное значение - 1, затем по нему взвешивались остальные показатели. После того, как были рассчитаны количественные значения по группам показателей путем суммирования их составляющих для комплексной оценки инноваци-

онного потенциала региона, был рассчитан синтетический показатель как корень  $n$ -ой степени из произведения  $n$ -ого количества показателей по группам. Достоинством данного метода является простота расчетов, возможность использования доступной статистической информации, учет взаимосвязи элементов инновационного потенциала региона, а также возможность проведения сравнения интегрального показателя оценки региона с показателями оценки о отдельных группам элементов.

В работе, выполненной при поддержке российского гуманитарного научного фонда Москвиной О.С. [6], было выдвинуто положение о том, что фактическое состояние инновационного потенциала региона характеризуют два компонента: ресурсная (возможности для осуществления инновационной деятельности) и результативная (результат реализации ресурсных возможностей). Далее была сформирована система частных показателей, отражающих обе компоненты, и разработана нормативная модель для определения пограничных параметров удовлетворительного и неудовлетворительного состояния (на основе интегральных показателей) для сопоставления фактических и нормативных показателей в целях выделения сильных и слабых сторон инновационного потенциала региона. Система обобщающих показателей охватывала научные, кадровые, технико-технологические, финансовые ресурсы и результативную компоненту, а пороговые значения были выбраны с учетом агрегированных оценочных характеристик, разработанных в публикациях ведущих ученых в этой сфере. В итоге автором был проведен анализ рассогласования нормативных и фактических параметров потенциала, что позволило графически отобразить полученные результаты в виде инновационного профиля региона (в данном случае Вологодской области). Достоинством данного подхода, прежде всего, является комплексность характеристика основных стадий инновационных процессов: образование – наука – инновации – коммерциализация (производство и распространение), а также гибкость совокупности показателей, что позволяет при анализе отразить все изменения в инновационной системе региона, как и то, что данную систему показателей можно адаптировать к особенностям региональной статистики.

Методология оценки включает формирование категорий, разработку показателей, установление критериев сравнения, выбор способа оценки, получение результата оценки. Оценку инновационного потенциала можно представить как сумму фактических значений сопоставляемых по одному показателю-эквиваленту. При определении критериев оценки инновационного потенциала ориентироваться на пожелания и требования конечных пользователей данной информации и

основных групп хозяйствующих субъектов, заинтересованных в проведении такой оценки.

Специфика оценки потенциала региона заключается в необходимости учета результатов комплексного анализа экономико-социального состояния региона, который бы затрагивал аспекты деятельности региона и базировался на принципах системности. Основными элементами оценки потенциала региона являются – объект оценки, субъект оценки, критерий, система показателей, единицы измерения, оценочная шкала. Процесс оценки необходимо проводить на основе принципов четкой организации в определенной последовательности. Такой анализ, в первую очередь, позволит прогнозировать потенциал и планировать развитие региона. Оценка инновационного потенциала региона в совокупности позволит определить перспективы дальнейшего развития и возможности формирования стратегии развития, а также поможет:

- представить суммарную стоимостную величину потенциала,
- установить его количественный состав и качественную структуру,
- определить удельный вес отдельных элементов,
- выявить степень использования потенциала.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Читая, Г.О. Инновационный детерминант промышленного развития макрорегионов России / Г.О. Читая // Федеративные отношения и региональная социально-экономическая политика. – 2006. - № 3/ 2006. – С. 51 – 64.
2. Санто, Б. Инновация как средство экономического развития: пер. с венг. / Общ. ред. и вступ. ст. Б.В. Сазонов / Б.Санто. – М.: Прогресс. – 1990. – С.134
3. Румянцев, А.А. Научно-инновационная сфера в регионе: проблемы и перспективы развития / Под ред. А.А. Румянцева. – СПб: Наука, 1996.
4. Балацкий, О.Ф. Экономический потенциал административных и производственных систем: Монография / Под общей ред. О.Ф. Балацкого. – Сумы: ИТД «Университетская книга», 2006. – 973 с. ISBN 966-680-291-0 – С. 452 – 481.
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. Москвина, О.С. Инновационный потенциал как фактор устойчивого развития региона / О.С. Москвина // Экономические и социальные перемены в региона: факты, тенденции, прогноз. – 2005. - № 30

Давлетбаева А. Ф., асс.  
Баширский государственный университет

## МОДЕЛИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ И УПРАВЛЕНИЯ ЭКОНОМИКОЙ РЕГИОНА С УЧЕТОМ РИСКА

[super.alfik@mail.ru](mailto:super.alfik@mail.ru)

*Выявлена высокая дифференциация регионов Приволжского федерального округа относительно риска. Установлено, что преобладание в регионе позитивных факторов характеризует рискоустойчивое направление развития и способствует снижению риска, повышает потенциал социально-экономической системы региона посредством усиления устойчивости и сбалансированности социальных и экономических процессов. В свою очередь преобладание в регионе негативных факторов отображает рискогенный вектор развития субъекта и способствует повышению общего уровня риска, снижению потенциала социально-экономической системы региона на фоне снижения устойчивости экономики. На основе дифференцированного подхода построена модель развития и управления экономикой региона на основе выявления рискоустойчивого и рискогенного векторов развития хозяйствующей системы.*

**Ключевые слова:** развитие региона, факторы развития региона, рискоустойчивость, рискогенность, риск регионального развития, региональный риск.

Развитие региона – многомерный многоаспектный процесс, который обычно рассматривается с точки зрения совокупности различных социальных и экономических целей. Под ним понимается такой режим функционирования национальной системы, который ориентирован на позитивную динамику параметров уровня и качества жизни населения, обеспеченную устойчивым, сбалансированным воспроизводством потенциалов территории.

Неопределенность будущего является причиной высокого уровня риска функционирования регионов, а изменчивость внешних и внутренних факторов, влиянию которых подвержена их деятельность, актуализирует необходимость повышения уровня социально-экономического потенциала с целью обеспечения конкурентоспособного, устойчивого, безопасного развития региональных хозяйственных комплексов. Принципиальное значение имеют исследования, ориентированные на получение методик оценки рисков; повышается значимость и актуальность разработки стратегии и механизмов моделирования развития и управления экономикой региона посредством учета и регулирования рисков; одной из основных задач, решаемых органами государственного управления, становится выявление, оценка и регулирование рисков социально-экономического развития на уровне субъектов РФ. Это позволяет прогнозировать вероятность возникновения рисков ситуаций, производить их объективную оценку и разрабатывать комплекс мер, предотвращающих возможные потери и обеспечивающих наиболее эффективное использование потенциала региона. Следовательно, разработка механизма выявления и регулирования региональных рисков в совре-

менных интеграционных условиях является важной и перспективной.

Среди ряда публикаций, посвященных исследованию проблем регионального риска, можно выделить работы М.Э. Буяновой, Е.М. Улановой, Г.А. Унтуры, А.Г. Сергеева, Е.М. Хитровой, А.В. Янгирова и др. [1-6]. Современные экономические словари трактуют риск как элемент неопределенности, которая может отразиться на деятельности того или иного хозяйствующего субъекта или на проведении им какой-либо экономической операции; возможность наступления событий с отрицательными последствиями в результате определенных решений или действий; ситуативную характеристику деятельности любого производителя, отображающую неопределенность ее исхода и возможные неблагоприятные последствия в случае неуспеха [7].

В качестве подхода для выявления и расчета интегрального риска регионального развития в ходе исследования выделены три емких блока, анализ показателей которых позволяет наиболее полно отразить характер социально-экономического развития и функционирования регионов с целью определения рисков: наличие ресурсной составляющей (ресурсов), факторов (условий) развития и результатов функционирования экономики региона. С целью приведения исследуемых параметров к сопоставимому виду, производится расчет уровня риска регионально-го развития с помощью их относительной оценки (в коэффициентах).

Целесообразным выступает включение в блок ресурсов следующих индикаторов: среднегодовая численность населения, стоимость основных фондов, а также количество предприятий и организаций осуществляющих свою дея-

тельность на территории региона.

Вследствие отсутствия достаточной статистической информации, характеризующей природно-ресурсную составляющую в разрезе регионов, не представилось возможным учесть ресурсы полезных ископаемых субъектов в стоимостном выражении. Следует учесть, что ряд стабильных регионов может быть представлен лишь небольшим числом наиболее крупных предприятий. Однако в условиях рыночной экономики функционирование большого числа экономических объектов вероятнее всего будет способствовать обеспечению стабильного и устойчивого развития экономической системы региона.

В группу риска факторов (условий) развития включены показатели, емко характеризующие условия и предпосылки эффективного использования ресурсов для устойчивого функционирования и развития региона: инвестиции в основной капитал и среднегодовая численность занятых в экономике.

В качестве подхода для расчета интегрального показателя риска результатов функционирования региона считается целесообразным использовать индикатор ВРП, аккумулирующий и наиболее полно отражающий конъюнктуру региона, а также характеризующий эффективность, характер развития и функционирования экономики субъектов хозяйствования. Для приведения к интегральному показателю применяется формула соотношения региональных показателей со среднероссийскими значениями.

Для наиболее эффективного сравнительного и сопоставительного анализа риска регионального развития представлены расчеты трех блоков графически - риска ресурсов, риска факторов (условий) развития, риска результатов функционирования региона - отмерив полученные значения на стандартной оси координат (X, Y). Величины риска ресурсов региона расположены в отрицательной плоскости оси OX, показатели риска факторов (условий) развития региона - на оси OY, а значения риска результатов функционирования региона - в положительной плоскости OX. Таким образом, предоставляется возможность построить прямоугольник, который может принимать различные конфигурации в зависимости от значения и степени развития того или иного элемента анализируемого показателя. То есть, недостаточные объемы ресурсов региона будут проявляться в высоких показателях риска ресурсов региона, таким образом, смещая прямоугольник влево (а). И наоборот, наличие обширной ресурсной базы в регионе будет способствовать снижению уровня регионального риска ресурсов и графически смещать прямоугольник вправо (а'). Так же, за счет нега-

тивных и неблагоприятных факторов (условий) развития региона произойдет повышение риска. В этом случае прямоугольник будет вытянут вверх (b), либо вниз - за счет благоприятных и позитивных факторов развития (b'). Нестабильные и низкие показатели достигнутых результатов функционирования региона будут проявляться в повышении риска этого элемента, что приведет к сдвигу прямоугольника вправо (с). В свою очередь, высокие и устойчивые показатели величины достигнутых результатов функционирования экономики региона будут характеризоваться низким уровнем соответствующего риска и сдвигать прямоугольник влево (с').

В итоге предлагается метод для расчета значения интегрального совокупного риска регионального развития, который может быть получен на основе нахождения площади построенного прямоугольника (рис.1).

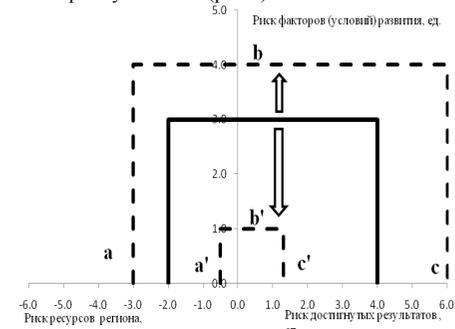


Рисунок 1. Модель совокупного риска регионального развития

Причем следует отметить, что прямоугольнику, образованному ребрами abc, характерен более высокий уровень риска регионального развития, а прямоугольнику с ребрами a'b'c' свойственен пониженный риск.

При комплексном анализе такой категории, как риск регионального развития, существенное значение имеет формирование и анализ агрегированных индикаторов по группам показателей. Это производится с целью сопоставления различных сторон риска и проведения производных расчетов.

Согласно разработанной методике рассчитывается совокупный риск развития регионов ПФО на основе статистических данных за 2009г. [8]. Результаты расчетов показывают, что наименьший риск характерен таким субъектам ПФО, как Республике Татарстан, Самарской области, Республике Башкортостан, Пермскому краю. В свою очередь, следует отметить регионы с достаточно высоким уровнем риска: Республика Марий Эл, Республика Мордовия (табл.1).

Таблица 1

Расчет совокупного риска развития регионов Приволжского федерального округа за 2009 г.

Регион	Риск ресурсов, ед.	Риск факторов (условий) развития, ед.	Риск достигнутых результатов функционирования, ед.	Совокупный региональный риск, ед.
Республика Башкортостан	0.47	2.99	0.46	3.00
Республика Марий Эл	2.79	5.64	5.16	44.80
Республика Мордовия	2.18	5.25	3.61	30.74
Республика Татарстан	0.42	2.98	0.37	2.40
Удмуртская Республика	1.13	4.56	1.39	11.50
Чувашская Республика	1.51	5.09	2.19	18.87
Пермский край	0.57	2.69	0.56	3.24
Кировская область	1.21	4.34	2.24	14.62
Нижегородская область	0.51	3.25	0.58	3.52
Оренбургская область	0.89	4.23	0.79	7.14
Пензенская область	1.44	4.30	2.29	15.91
Самарская область	0.46	2.73	0.48	2.70
Саратовская область	0.71	4.74	1.05	8.46
Ульяновская область	1.49	4.49	2.25	17.10

Проведенные расчеты можно графически проиллюстрировать на рисунке 2. В итоге это дает возможность получить расчетные материалы по риску в разрезе 14 регионов РФ. В итоге подтверждается высокая дифференциация регионов относительно риска. Разрыв между максимальным и минимальным значением достигает 18,67 раз.

С целью исследования направлений и тенденций социально-экономического развития регионов, производится анализ позитивных и негативных факторов развития региона. Преобладание в регионе позитивных факторов харак-

теризует рискоустойчивое направление развития, что способствует снижению риска регионального развития и повышает потенциал социально-экономической системы региона посредством усиления устойчивости и сбалансированности социальных и экономических процессов. В свою очередь преобладание в регионе негативных факторов отображает рискогенный вектор развития субъекта и способствует повышению общего уровня риска, а также снижению потенциала социально-экономической системы региона на фоне снижения устойчивости экономики.

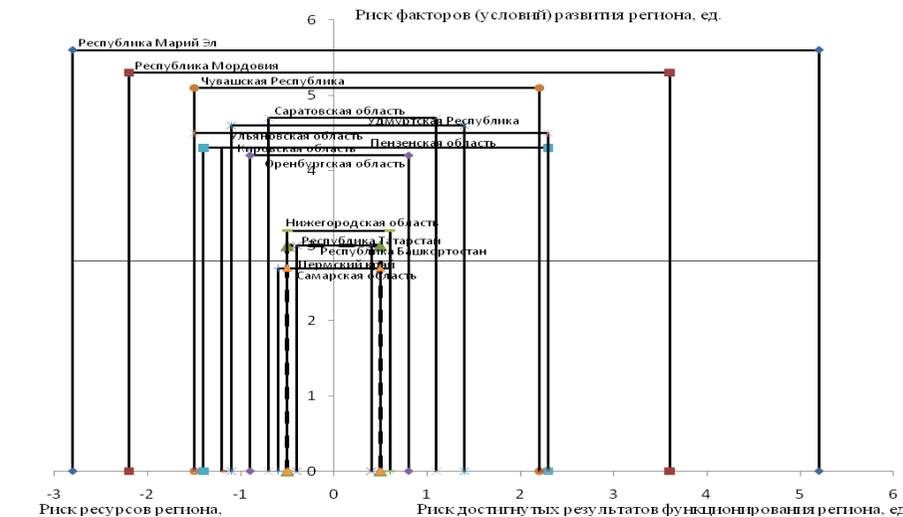


Рисунок 2. Оценка составных элементов регионального риска регионов Приволжского федерального округа за 2008 г.

С целью наиболее эффективного управления экономикой региона, производится исследование позитивных (рискоустойчивых) и негативных (рискогенных) факторов социально-экономического развития региона, на основе которых построена модель выявления рисков регионального развития во взаимосвязке с по-

тенциалом социально-экономического развития (рис.3).

Универсальность модели позволяет применить ее как на региональном, так и на федеральном уровнях.

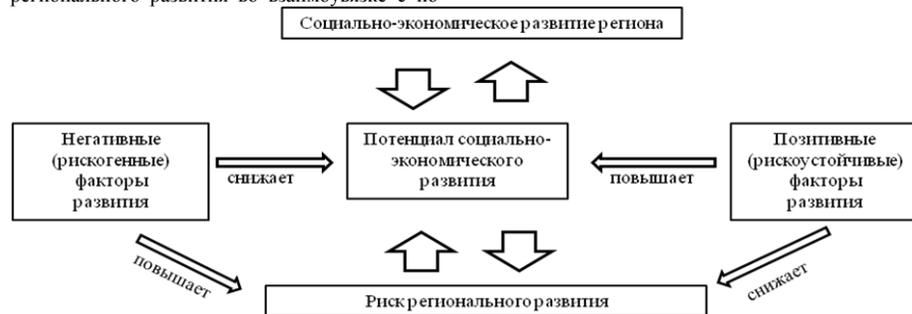


Рисунок 3. Модель развития и управления экономикой региона с выявлением рискоустойчивого и рискогенного вектора развития хозяйствующей системы

Исследование признаков - негативных и позитивных факторов развития региона способствуют проведению качественной и количественной оценки степени их влияния на результат – результат функционирования региона. При таком подходе изучаются относительные возможности регионов по использованию социально-экономического потенциала, выявляются регионы с факторами, обеспечивающими эффективную реализацию имеющегося потенциала (превалирование позитивных факторов) и, соответственно, с низким уровнем риска развития, а также регионы с факторами, не способствующими эффективной реализации потенциала социально-экономического развития (превалирование негативных факторов) с высоким уровнем риска. В свою очередь это предоставляет возможность производить более эффективное моделирование развития, формирование стратегии и управления экономикой в условиях риска.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Артеменков Ю. П. Оценка регионально-инвестиционного риска // Регион: экономика и социология. – 2001. - №2. - С. 146-164.
2. Буянова М. Э. Система показателей многофакторной оценки интегрального риска развития региона // Экономический анализ: теория и практика. – 2006. - №8. – С. 24-34.
3. Сергеев А. Г. Теория региональных рисков: основные принципы и направления анализа

// Экономический журнал. – 2002. – №2. - С.66-80.

4. Уланова Е. М. Совершенствование оценки регионального риска // Финансы. – 2004. - №11. – С. 15-18.

5. Хитрова Е.М. Методы оценки регионального риска и управления им // Известия Иркутской государственной экономической академии. – 2008. - №2. – С.56-59.

6. Юсупов К.Н., Янгиров А. В. Триада «Производственный потенциал региона – региональный продукт – региональный риск» в макроэкономическом анализе // Управление риском. – 2008. - №1. – С.12-17.

7. Большой энциклопедический словарь / Под ред. А.Н. Азрилияна. - 2-ое изд. доп. и перераб. - М.: Институт новой экономики, 1997. - 1083 с.

8. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2010: Р32 Стат. сб. / Росстат. – М., 2010. – 990 с.

Романович М. А., аспирант,  
Рудычев А. А., д-р экон. наук,  
Романович Л. Г., канд. экон. наук

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

## ВЕНЧУРНОЕ ИНВЕСТИРОВАНИЕ В ИННОВАЦИОННЫЕ ПРЕДПРИЯТИЯ ЗА РУБЕЖОМ И В РОССИИ

bel31rm@yandex.ru

Автором рассмотрена сущность венчурного инвестирования: специфические особенности венчурного инвестирования, преимущества венчурного бизнеса и организационные формы венчурного инвестирования.

Проанализирован положительный опыт венчурного инвестирования в инновационные компании за рубежом и в России.

**Ключевые слова:** инновационные предприятия, венчурное инвестирование, венчурный бизнес, рисковое финансирование, венчурные фонды, бизнес-ангелы.

Исключительную важность развития венчурной составляющей бизнеса доказывает тот факт, что большая часть открытий и изобретений в высокотехнологичных областях сделана за счет венчурного капитала и венчурных предприятий. Вследствие этого многие экономически развитые государства, осознавая важность инновационных разработок, идут по пути создания экономических механизмов, содействующих внедрению в производство новейших достижений научно-технического прогресса. Одним из таких механизмов является развитие венчурных предприятий. В этой связи, выбранная тема, несомненно, является актуальной.

Венчурный капитал является одним из эффективных источников финансирования инновационной деятельности, поэтому создание венчурных сетей на основе эффективного партнерства малых, крупных предприятий, финансовых институтов и государства – важная задача развития экономики страны. Именно развитие данного перспективного направления может помочь России обеспечить лидирующие позиции среди ведущих мировых держав.

Основываясь на положительном международном и отечественном опыте финансовой поддержки инновационного предпринимательства, считаем целесообразным активное внедрение в регионах России механизма венчурного инвестирования.

Особенность финансирования предприятий в сфере инноваций состоит в том, что инвестиции необходимы на всех этапах его развития. Даже на самом начальном этапе, когда у предприятия нет практически ничего, кроме самой идеи, собственных средств учредителей оказывается недостаточно, и возникает необходимость в инвесторах, поверивших в инновационную идею и готовых рискнуть. Инвестиции венчурного капитала сопряжены с длительными сроками вложений, относительно высоким коммерческим риском и,

соответственно, потенциально более высокими доходами.

Исходя из мировой практики, эти средства должны вкладываться в основном в уставный капитал вновь созданных малых и средних предприятий, ориентированных, как правило, на создание новых технологий или наукоемких продуктов. Так, например, за рубежом большинство ведущих компаний в области компьютерных техники и технологий, таких как Microsoft, Intel, Apple Computers, Sun Microsystems, на этапе их возникновения были профинансированы именно венчурными фондами [3, с.139].

Целесообразность венчурного инвестирования вытекает из положительных особенностей, отличающих венчурное инвестирование от банковского и инвестирования стратегического партнера, что определяет его преимущества:

1. Венчурное инвестирование строится по принципу «одобрения риска». Это означает, что вкладчики капитала заранее соглашаются с возможностью потери средств при неудаче финансируемого предприятия в обмен на высокую норму прибыли в случае ее успеха.

2. Этот вид инвестирования предполагает долгосрочное инвестирование капитала (исходя из международного опыта - от шести до десяти лет).

3. Рисковое финансирование размещается в виде паевого взноса в уставный капитал венчура. Вновь учреждаемые предприятия, как правило, пользуются юридическим статусом партнерства, а вкладчики капитала становятся в них партнерами.

4. При данном инвестировании может использоваться и кредитование.

5. Особенностью рискованной формы инвестирования является высокая степень личной заинтересованности инвесторов в успехе нового предприятия. Это вытекает как из высокой рискованности проекта, так и из статуса совладельца учреждаемого венчура, поэтому рискованные инвесторы часто не ограничиваются предоставлением

средств, а оказывают различные консультационные, управленческие и прочие услуги.

Венчурные предприятия - фирмы, занятые разработкой научных идей и превращением их в новые технологии, продукты и созданием с целью апробации, доработки и доведения до промышленной реализации «рисковых» инноваций.

По результатам анализа зарубежной и отечественной экономической литературы можно выделить преимущества венчурного бизнеса:

1. Венчурный капитал направляется в малые высокотехнологичные предприятия (венчурные предприятия), ориентированные на разработку и выпуск новой наукоемкой продукции.

2. Финансирование новых высокотехнологичных предприятий производится на длительный срок. Денежные средства не возвращаются венчурному вкладчику до завершения жизненного цикла компании.

3. Венчурный капитал направляется на поддержание нетрадиционных (новых, оригинальных) фирм, что, с одной стороны, повышает риск, а с другой - увеличивает вероятность получения сверхприбылей.

4. Венчурное инвестирование - это своеобразное предоставление предприятиям займа определенного объема средств, долгосрочного кредита без получения гарантий.

5. Взаимный интерес основателей компании и инвесторов в успешном и динамичном развитии нового бизнеса связан не только с вероятностью получения высоких доходов от венчурных фирм, но и с возможностью стать участником создания новой прогрессивной технологии.

Источники рискованного финансирования разнообразны. Согласно определению министерства торговли США к рынку венчурного капитала можно отнести любой источник средств, предлагающий деньги мелким фирмам, ориентирующимся на разработку новых технологий. Это могут быть банки, частные лица и инвестиционные компании малого бизнеса, страховые компании, пенсионные фонды. В формировании венчурных фондов принимают участие органы власти штатов и муниципалитетов, иностранные вкладчики, отдельные лица, филантропические фонды.

Капитал для инвестиций предоставляется корпоративными (коллективными) и индивидуальными венчурными инвесторами. Основную часть корпоративного сектора составляют независимые венчурные фонды (компании, фирмы), обычно представляющие собой партнерства. Участниками таких партнерств могут быть как юридические, так и физические лица. Часто венчурные фонды создаются как аффилированные (дочерние) структуры отдельных банками и страховыми компаниями. Такие фонды осуществляют инвестиции в интересах внешних инвесторов либо клиентов материнской компании.

Индивидуальный сектор венчурного бизнеса представляют частные инвесторы, "бизнес-ангелы". Наиболее важна роль "бизнес-ангелов" на самых ранних стадиях зарождения и формирования компаний - стадий "посева" и "старта", т.е. когда компания готовится к выводу своего продукта на рынок.

Все перечисленные выше источники инвестиций присутствуют в том или ином объеме в венчурном бизнесе любой страны.

Несомненный интерес представляет положительный опыт венчурного инвестирования инновационной деятельности зарубежных государств, который получил широкое распространение на Западе в 80-90-х годах XX в. В частности, в США всплеск активности с акциями венчурных предприятий произошел после снижения ставки налога на прирост капитала в результате операций с ценными бумагами с 49,1% (1969 год) до 20% (1980 год). В 1996 году объем инвестиций венчурного капитала в США составил \$6 млрд., в Европе - \$8 млрд. [4, с.236]. По данным Library House, исследовательского центра в Кембридже, в 2006 году инвестиции венчурного капитала в Китай составили \$2,9 млрд. Это позволило Китаю обойти Британию (\$2,8 млрд.) и занять второе место в мире. Лидером по-прежнему являются США - \$28,4 млрд. [1]

Главные рычаги воздействия правительства на венчурное предпринимательство - формирование законодательства и финансовое стимулирование венчурного предпринимательства. Финансовое стимулирование заключается в вырабатываемых правительством различных схем финансирования венчурных предприятий применительно к разным этапам их развития.

В Великобритании для финансирования стратегически важных наукоемких проектов применяется схема "универсальный вызов", в соответствии с которой, создается специальный фонд в сумме 20 млн. фунтов стерлингов, образуемый за счет средств бюджета и на такую же сумму за счет средств двух благотворительных организаций. Университеты подготавливают бизнес-планы реализации проектов, в которых обосновывают возможность получения из указанного фонда до 10 млн. фунтов стерлингов. Решение о распределении средств фонда принимает специальное жюри. На начальных этапах развития венчурных предприятий правительство может брать на себя часть затрат в форме предоставления различных грантов. Гранты могут выдаваться на операционные расходы, на оценку проекта, на прямую поддержку руководства венчурного предприятия.

В США регулированием инновационной деятельности занимаются государственные структуры как Американский научный фонд, НАСА, Национальное бюро стандартов и министерство обороны, пользующиеся для этой цели исключительно бюджетными средствами, а также Нацио-

нальный центр промышленных исследований, Национальная

академия наук, Национальная техническая академия и Американская ассоциация содействия развитию науки, привлекающие около 50% средств от частных фирм и организаций. [7]

Государство стимулирует создание венчурных фондов и исследовательских центров, наиболее эффективные из которых по представлению Национального научного фонда могут первые пять лет полностью или частично финансироваться из федерального бюджета.

Также в ряде западных стран действуют различные государственные программы, направленные на стимулирование венчурных инвестиций и развитие венчурного предпринимательства.

В Великобритании действующая с 1993 года программа "Предвидение" предусматривает совместное с частной промышленностью определение перспективных рынков и технологий на ближайшие 10-20 лет, а также мероприятий, необходимых для сохранения международной конкурентоспособности страны.

В Израиле катализатором для венчурной индустрии стала правительственная программа Yozma с общим объемом финансирования \$100 млн. Спустя семь лет после начала ее реализации в 1993 году в Израиле действовало свыше 100 венчурных фондов, в управлении у которых находилось около \$10 млрд. Созданная в рамках программы государственная инвестиционная компания Yozma выступала как "фонд фондов". Ее капитал был вложен в десять вновь созданных инвестиционных фондов. В результате реализации программы Yozma достигнут резкий рост инновационной активности и расширение экспорта высокотехнологичной продукции из Израиля. Общее число ежегодно создаваемых в Израиле новых компаний, использующих новые технологии, выросло с 300-350 в 1993-1994 годах до 1000-1500 в 1999-2000 годах. Объем высокотехнологичного экспорта увеличился с \$2,2 млрд. в 1991 году до \$11 млрд. в 2000 году. К 2004 году в экономику Израиля поступило около \$9 млрд. венчурных инвестиций, и страна стала третьей в мире по представительству на NASDAQ - внебиржевой рынок ценных бумаг в США. [2]

В Индии в результате инвестиций и поддержки венчурного бизнеса и области производства программных продуктов в начале 1990-х годов был получен огромный экономический эффект. Годовой объем мирового рынка программных услуг уже сейчас достиг примерно 140 млрд. долл.

Еще одним удачным примером создания государственной программы поддержки венчурного бизнеса стало принятие Конгрессом США в 1958 году решения о начале реализации программы "Инвестиционная компания малого бизнеса" (SBIC). [5]

Разработаны различные схемы сотрудничества между научно-исследовательскими организациями и частными компаниями: схема венчурного траста и схема бизнес-ангелов.

К трастовым венчурным компаниям относятся компании, располагающие незначительной недвижимостью, иногда предоставляемой государством или университетом, и инвестирующие в год не менее 10 млн. фунтов стерлингов. Для физического лица, вкладывающего свои капиталы в траст, снижается налоговая ставка на доходы. Если же это лицо вкладывает свои средства более чем на 5 лет, то оно вообще освобождается от налогов. Применительно к трастовой схеме, правительство определяет виды деятельности, не подпадающие под налоговые льготы. Сюда, к примеру, относится строительство гостиниц. Трастовые компании могут вкладывать в один проект до 1 млн. фунтов стерлингов. В среднем они вкладывают в проект 0,5 млн. фунтов стерлингов. Владельцы траста не должны обладать более 10 процентами акций компании. Траст образуется путем объединения физических лиц, затем он привлекает вкладчиков в свою организацию и рекламирует свои услуги. В настоящее время трасты привлекли 350 млн. фунтов стерлингов, вложили в венчурные предприятия около 50 млн.

Другая схема льгот разработана для инвестирования предприятий, не котирующихся на официальной фондовой бирже. Указанные предприятия должны обладать активами не более 20 млн. фунтов стерлингов. Их основная деятельность не должна быть связана с недвижимостью. Физическое лицо, бизнес-ангелы могут вкладывать в такие компании до 150 тыс. фунтов стерлингов в год. Если эти средства вкладываются на срок до 5 лет, они облагаются по процентной ставке до 20%, если сверх 5 лет, то, как отмечалось, полностью освобождаются от налога. Как правило, бизнес-ангелы вкладывают в компании от 50 до 80 тыс. фунтов стерлингов. Указанные выше налоговые льготы предусмотрены в разделе налогового кодекса о венчурном капитале, в законе о бюджете и в законе о финансовых услугах. Стоит отметить, что бизнес-ангелы играют весьма значительную роль в развитии венчурного предпринимательства. В 2005 году в США инвестиции около 300 тыс. бизнес-ангелов составили \$30 млрд. По данным Европейской ассоциации бизнес-ангелов (EBAN), в 2005 году в Европе насчитывалось более 220 сетей бизнес-ангелов, общее число членов которых превышает 125 тыс. Количество же потенциальных бизнес-ангелов в Европе, по данным EBAN, превышает число активных в 10 раз. [7]

Рассматривая особенности отечественной экономики, следует учитывать, что первые венчурные фонды в РФ были созданы в 1994 году по инициативе Европейского банка реконструкции и развития (ЕБРР), который выделил средства на

финансирование акционерного капитала, оформленного в виде 11 региональных фондов венчурного капитала (РФВК). Также средства в виде безвозмездных ссуд на техническую помощь управляющим компаниям выделены западные страны. Капитализация РФВК составила около \$50 млн. на фонд: 60% - на инвестиции, 40% - содержание управляющих компаний. На наш взгляд, данную структуру распределения инвестиций нельзя назвать эффективной.

В 1995 году десять управляющих компаний РФВК учредили Российскую ассоциацию венчурного инвестирования (РАВИ). Возникнув в период структурного экономического кризиса и практически отсутствия необходимых условий для венчурного финансирования, фонды оказались далекими от западных образцов.

По распоряжению Правительства РФ от 10.03.2000 № 362-р "Об учреждении Венчурного инновационного фонда" был создан первый "фонд фондов" - Венчурный инновационный фонд с капиталом в 100 млн. руб., задача которого - помочь создать региональные и отраслевые фонды с российским и западным капиталом. Основным результатом его деятельности стало участие в создании "Инновационного венчурного фонда аэрокосмической и оборонной промышленности" со стартовым капиталом в размере \$10 млн. [6]

В настоящее время общее количество венчурных фондов в России порядка 80-ти. Совокупная капитализация действующих фондов составляет более \$3 млрд. Помимо роста количества фондов и их совокупной капитализации можно наблюдать и изменение структуры инвестиций: по сравнению с докризисным периодом наблюдается рост инвестиций в сферу услуг и высокотехнологичные проекты. [8]

Сейчас в России венчурный бизнес начинает развиваться, но для обеспечения технологического прорыва требуются более высокие темпы развития. [6]

По мнению экономистов, сдерживающими факторами являются: мировой экономической кризис, высокие темпы инфляции, упор на краткосрочные инвестиции, слабая юридическая и судебная база, недостаточные налоговые стимулы. Но именно в России развитие данного направления является актуальным по следующим причинам:

1. Россия имеет значительный научно-технический и инновационный потенциал, позволяющий обеспечить научно-технологический прорыв в сфере новых знаний и технологий;

2. В России генерируется огромное количество инновационных идей;

3. Значителен объем частного капитала.

Признавая важным значение зарубежных инвестиций для подъема национальной экономики, считаем, что стратегически более важным

направлением является развитие собственной индустрии рискованного капитала.

Все больше российских предпринимателей, увлеченных перспективами отечественных технологий, выбирают в качестве инструмента для инвестиций высокотехнологичный сектор. Они готовы рисковать и с энтузиазмом осваивают новый бизнес. Правильное направление выдало и государство, поощряя программы по коммерциализации на базе университетов, ведущих исследовательских центров. В университетах на технических специальностях вводятся экономические и маркетинговые дисциплины, направленные на формирование предпринимательских навыков у студентов. Например, в Белгородском государственном технологическом университете им. В.Г. Шухова ведется подготовка инженеров по специализации «Инновации и трансфер технологий в строительном материаловедении», производится повышение квалификации руководителей и специалистов промышленных предприятий.

Представляется целесообразным изучение и использование положительного опыта государственной поддержки венчурного бизнеса в экономически развитых государствах и создания в России эффективного механизма венчурного инвестирования инновационной деятельности.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Венчурный капитал идет в Азию - <http://www.innovbusiness.ru/NewsAM/NewsAMShow.asp?ID=8425>
2. Как они стимулируют // Приложение к газете "Коммерсантъ" - 2005. - №215.
3. *Кирьяков, А.Г.* Основы инновационного предпринимательства - Ростов-на-Дону: Феникс, 2002.
4. *Лапыгин, Ю.Н.* Инвестиционная политика - М.: Кнорус, 2005.
5. Новые формы инвестирования инновационной деятельности : Межвузовский научный сборник / Саратовский государственный технический университет; Под ред. А. Н. Плотнокова. - Саратов: Изд-во Саратовского ГТУ, 2004. - 175 с.
6. *Романович, Л.Г.* Совершенствование организационно-экономического механизма стимулирования инновационной деятельности в системе малого предпринимательства: монография / Л.Г. Романович, А.А. Рудычев, В.В. Выборнова. - Белгород: БГТУ, 2009. - 104с.
7. РАВИ - Российская Ассоциация Прямого и Венчурного Инвестирования - <http://www.rvca.ru/rus/>.
8. Финансирование инновационной деятельности // В России растет количество венчурных фондов - [http://www.innovbusiness.ru/content/document\\_r\\_66C2E2DA-A0D1-4521-ABD7-11342019C6F9.html](http://www.innovbusiness.ru/content/document_r_66C2E2DA-A0D1-4521-ABD7-11342019C6F9.html).

## ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

*Рыбакова М. В., аспирант,  
Барбанырз В. Д., д-р техн. наук, проф.  
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова*

### ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА ГИДРАТАЦИИ ПРИ МОКРОМ ПОМОЛЕ КЛИНКЕРА

*marina-rybakova@yandex.ru*

*Исследована особенность процесса гидратации при мокром помоле клинкера. Установлено, что в цементной суспензии мокрого помола процесс гидратации протекает более интенсивно с образованием тонкодисперсной массы с четко очерченными границами раздела фаз и мелкокристаллического этрингита, равномерно распределенного по объему суспензии.*

**Ключевые слова:** клинкер, помол, суспензия, гидратация, структура цементного камня.

Процессы, протекающие на ранних стадиях гидратации портландцемента, исследуются практически со времени основания цементной промышленности [1–3]. Формирование фазового состава, плотной, однородной структуры гидратных новообразований происходит в процессе гидратации и является ключевым фактором, определяющим прочность цементного камня. При этом варьирование водоцементного отношения и pH жидкой фазы при гидратации цемента влияет на характер и величину пористости цементного камня, а также основность, морфологию и условия срастания гидратных фаз.

Для увеличения скорости химических реакций в ряде случаев необходимо повышать удельную поверхность материалов путем их тонкого измельчения [4]. Повышение тонкости помола при этом позволяет увеличить поверхностную энергию и площадь контакта между частицами. По данным З.Б. Энтина [5], незначительное увеличение содержания фракции менее 5 мкм обеспечивает высокое качество цемента, и как следствие, бетона. Применение такого метода позволяет создавать микрометричную структуру с направленным распределением частиц в цементном камне.

Одним из наиболее эффективных способов модифицирования цементных композитов является метод механохимической активации цемента. Этому вопросу посвящено множество работ [6–8].

В данной работе исследуются процессы, происходящие на ранних стадиях гидратации цементных систем при механоактивации клинкера в водной среде, и решается задача повыше-

ния качества продукции в результате мокрого помола клинкера.

Проводились исследования, протекающие при гидратации цементных суспензий различного способа помола. Для этого были приготовлены суспензии с одинаковым водоцементным отношением для изучения в проходящем свете на универсальном поляризационном микроскопе NU-2 фирмы «Karl Zeiss Jena».

На рис.1 представлены снимки, сделанные в начальный период гидратации цементных суспензий различного способа измельчения. Суспензия мокрого помола представляет собой уплотненную совокупность высокодисперсных, с четко выраженными границами раздела, зерен (рис. 1, а) – потенциальный источник множества центров кристаллизации гидратных фаз. Суспензия на основе цемента сухого помола (рис. 1, б) состоит из более крупных зерен, разных по размерам и форме и межзернового пространства, заполненного водным раствором и слабо выраженными скоплениями гидратов.

С течением времени в суспензии мокрого помола происходит коагуляция геля (рис. 2, а, б) и наблюдается рост хорошо оформленных кристаллов Са(ОН)<sub>2</sub>, имеющих правильную форму гексагональных пластин и вытянутых призм с четко очерченными гранями. Межзерновое пространство постепенно заполняется частицами гидратов, и пластичная масса начинает терять подвижность. При последующей гидратации цементной суспензии мокрого помола между отдельными кристаллами гидратов возникают кристаллизационные структуры и контакты, повышенное количество которых приводит к прорастанию кристаллами межзернового простран-

ства. При этом образующиеся гидратные фазы заполняют поры в затвердевшей структуре цементного камня. Объем кристаллогидратов, осо-

бенно гидросульфаломината кальция, непрерывно растет.

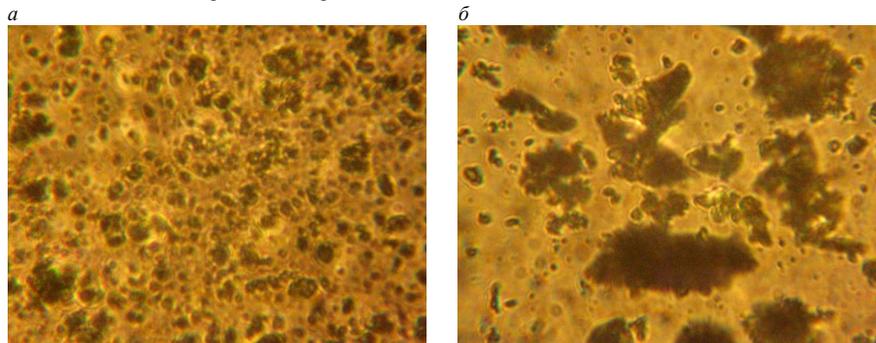


Рисунок 1. Гидратация цемента в суспензии через 40 мин. Проходящий свет, увеличение  $\times 800$ : *a* - мокрого помола; *b* - сухого помола

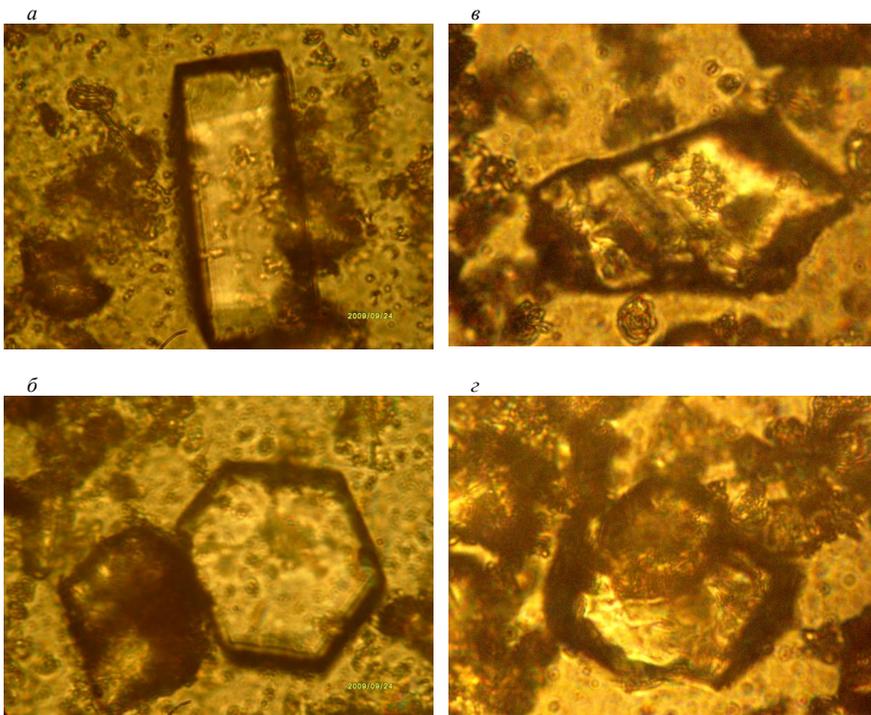


Рисунок 2. Гидратация цемента в суспензии через 3,5 ч. Проходящий свет, увеличение  $\times 1250$ : *a, б* - мокрого помола; *в, г* - сухого помола

Так в суспензии мокрого помола образуются игольчатые кристаллы этtringита, как из рас-

твора, так и вокруг исходных зерен (рис. 3, *a, б*). В суспензии на основе цемента сухого помола

(рис. 3, *в, г*) характерен более медленный рост призматических и игольчатых кристаллов.

Для оценки влияния суспензии мокрого помола на свойства и структуру получаемого модифицированного цементного камня на ее основе были приготовлены оптимальные составы цементов с равным водоцементным отношением.

Электронно-микроскопическими исследованиями установлено, что цементный камень на основе суспензии мокрого помола обладает более плотной, однородной мелкокристаллической структурой; в цементном камне сухого помола образуется более пористая неоднородная структура.

Таким образом, можно сделать вывод, что в цементном камне на основе цемента сухого помола процесс гидратации протекает медленнее и при меньших пересыщениях жидкой фазы. То-

гда как в цементной суспензии мокрого помола происходит активация частиц дисперсной фазы и повышается реакционная способность, а гидратация протекает более интенсивно с образованием мелкокристаллического этtringита. В последующем данный ряд факторов способствует уплотнению и упрочнению структуры цементного камня на ее основе.

Преимущества цементной суспензии мокрого помола очевидны: возможность варьировать гранулометрическим составом для формирования кристаллов этtringита различной морфологии и более плотной однородной структуры, которая определяет высокую прочность цементного камня во все сроки твердения. Суспензия мокрого помола может применяться для производства быстротвердеющих и высокопрочных изделий в условиях, близких к реальному производству.

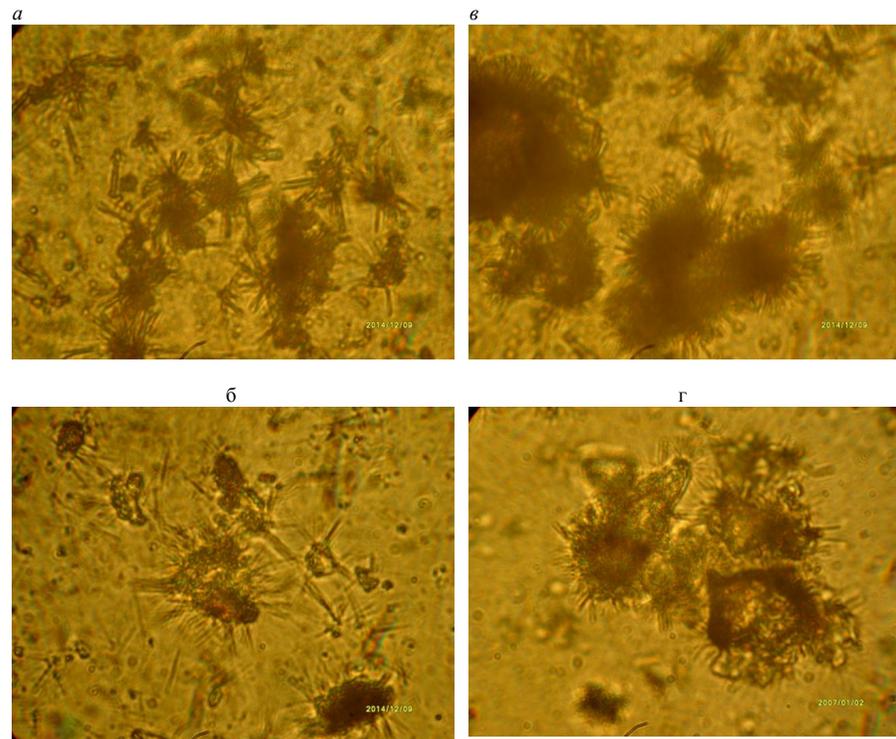


Рисунок 3. Гидратация цемента в суспензии через 48 ч. Проходящий свет, увеличение  $\times 1250$ : *a, б* - мокрого помола; *в, г* - сухого помола

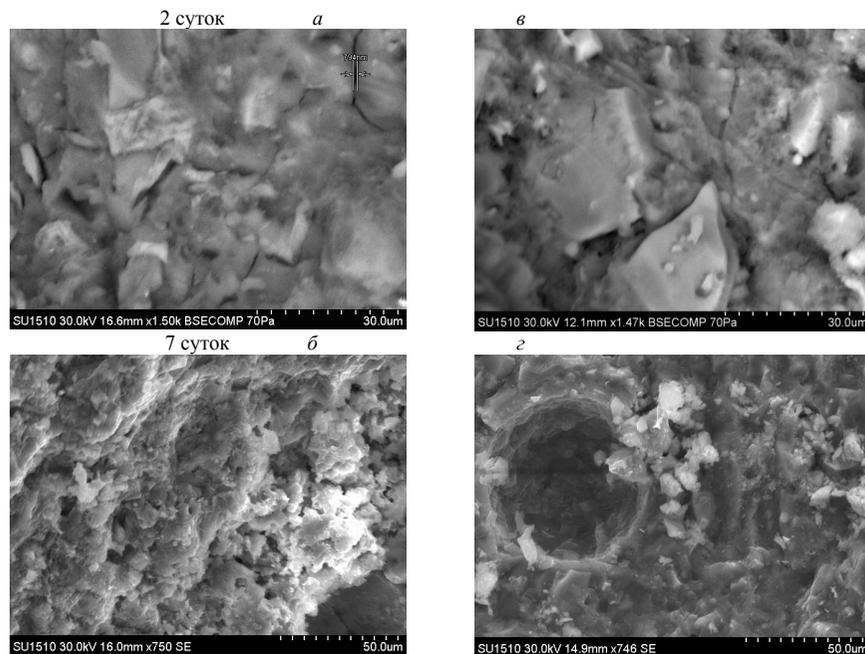


Рисунок 4. Структура цементного камня водного твердения на цементах мокрого (а, б) и сухого (в, г) помола

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Калоусек, Г.Л. Процессы гидратации на ранних стадиях твердения цемента // Четвёртый международный конгресс по химии цемента. Труды. – М.: Стройиздат, 1976. – Т.2. – Кн. 1. – С. 190–200.
2. Сычев, М.М. Некоторые вопросы механизма гидратации цемента // Цемент.–1981.– №8.–С. 8–10.
3. Лохер, Ф.Б. Исследование механизма гидратации / Ф.Б. Лохер, В. Рихартц // Шестой международный конгресс по химии цемента. Труды.– М.: Стройиздат, 1976. – Т.2.–Кн. 1. – С. 122–123.
4. Дешко, Ю.И. Измельчение материалов в цементной промышленности / Ю.И. Дешко, М.Б. Креймер, Г.С. Крыхтин. – Издание второе. М.: Изд-во лит-ры по строительству.– 1966. – 272с. – ISBN

5. Энтин, З.Б. О дисперсности и гранулометрии российских и зарубежных цементов / З.Б. Энтин, Л.С. Нефедова // Цемент. – 2008. – № 2. – С. 86–88.

6. Шестоперов, С. В. Опыт измельчения цементного клинкера в производственных условиях / С.В. Шестоперов, С.М. Рояк, Ф.М. Иванов, З.Л. Данюшевская. – М.: Промстройиздат, 1952. – 250 с.

7. Бердов, Г.И. Активирование цементной суспензии для получения высококачественного бетона // Г.И. Бердов, А.Н. Машкин / Известия вузов. Строительство.– №7(583).–2007.– С. 28 – 31.

8. Сулименко, Л.М. Механохимическая активация вяжущих композиций / Л.М. Сулименко, Н.И. Шалуненко, Л.А. Урханова // Известия вузов. Строительство.– 1995. – №11.– С. 63 – 68.

Игнатъева Е. О., аспирант,  
Гаркушин И. К., д-р хим. наук, проф.,  
Дворянова Е. М., канд. хим. наук, ст. преп.,  
Самарский государственный технический университет

### АНАЛИЗ МАССИВА ТРЕХКОМПОНЕНТНЫХ СИСТЕМ MF-MBr-M<sub>2</sub>ЭО<sub>4</sub> (M=Li, Na, K; Э=Cr, Mo, W) И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ NaF-NaBr-Na<sub>2</sub>WO<sub>4</sub>

windy22@mail.ru

Проведен анализ массива трехкомпонентных систем MF-MBr-M<sub>2</sub>ЭО<sub>4</sub> (M=Li, Na, K; Э=Cr, Mo, W) методом сравнения ликвидусов в рядах при замене элементов, образующих одну группу в Периодической системе. Выявлены закономерности изменения температур плавления низкоплавких эвтектик, составлены уравнения зависимости температур плавления трехкомпонентных эвтектик в рядах систем MF-MBr-M<sub>2</sub>ЭО<sub>4</sub> (M=Li, Na, K; Э=Cr, Mo, W) от ионного радиуса катиона.

Методом дифференциального термического анализа (ДТА) экспериментально исследована система NaF-NaBr-Na<sub>2</sub>WO<sub>4</sub>. Описаны фазовые равновесия в системе и разграничены поля кристаллизующихся фаз, определены характеристики (температура плавления, состав) трехкомпонентных эвтектики и перитектики.

**Ключевые слова:** Дифференциальный термический анализ (ДТА); фазовые равновесия; T-x диаграмма; эвтектика.

#### ВВЕДЕНИЕ

Составы на основе галогенидов и кислородсодержащих солей щелочных металлов используются в качестве расплаваемых электролитов химических источников тока и теплоаккумулирующих материалов. Они представляют интерес для разработки сред для электролитического выделения металлов из расплавов, создание перспективных флюсов для сварки и пайки металлов, сред для синтеза монокристаллов. Систематическое изучение многокомпонентных систем из галогенидов и кислородсодержащих солей щелочных металлов позволяет получить спектр электролитов, необходимых для практического применения и создания новых технологических процессов, основанных на применении ионных расплавов. [1, 2]

В настоящей работе представлены результаты анализа массива трехкомпонентных систем состоящих из галогенидов и кислородсодержащих солей щелочных металлов: MF-MBr-M<sub>2</sub>ЭО<sub>4</sub> (M=Li, Na, K; Э=Cr, Mo, W). Выбранные для анализа системы можно представить в виде массива систем, последовательность изменения катионов или анионов которого определяется последовательностью их расположения в таблице Менделеева. Рассматриваемый массив систем представлен в виде горизонтальных и вертикальных рядов, образованных заменой катиона и аниона солей в последовательности расположения их элементов в таблице Менделеева. Эффективность использования в качестве параметра – величины ионного радиуса показана в ранней работе [3].

Построение рядов систем позволяет провести качественный прогноз ликвидуса неисследованной системы на основании данных по изученным ранее системам, принадлежащим этому же ряду. Также принцип построения рядов однотипных систем можно использовать для получения графических зависимостей характеристик эвтектических точек от параметров, подчиняющихся Периодическому закону (порядковый номер элемента, ионный радиус элемента и т.д.). Данные зависимости позволяют провести количественный прогноз температуры плавления эвтектик.

#### АНАЛИЗ ОБЪЕКТА ИССЛЕДОВАНИЯ

На рис. 1 представлен массив трехкомпонентных систем MF-MBr-M<sub>2</sub>ЭО<sub>4</sub> (M=Li, Na, K; Э=Cr, Mo, W). Горизонтальные ряды систем образованы заменой кислородсодержащего аниона (CrO<sub>4</sub><sup>2-</sup> → MoO<sub>4</sub><sup>2-</sup> → WO<sub>4</sub><sup>2-</sup>). Вертикальные ряды образованы заменой катиона щелочного элемента (Li<sup>+</sup> → Na<sup>+</sup> → K<sup>+</sup>). Большинство систем изучены ранее [4–7], а системы ряда MF-MBr-M<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> (M=Li, Na, K) изучены автором. T-x диаграмма неисследованной ранее системы NaF-NaBr-Na<sub>2</sub>WO<sub>4</sub> нанесена пунктиром. По виду ликвидуса систем, изображенных на рис. 1, можно сделать вывод о закономерном изменении характера ликвидуса в рядах. Замена катиона в вертикальных рядах MF-MBr-M<sub>2</sub>ЭО<sub>4</sub> приводит к значительным изменениям типа ликвидуса. Во всех вертикальных рядах происходит переход от простых систем эвтектического типа к системам с

наличием соединений конгруэнтного и инконгруэнтного плавления на бинарной стороне (см. рис. 1).

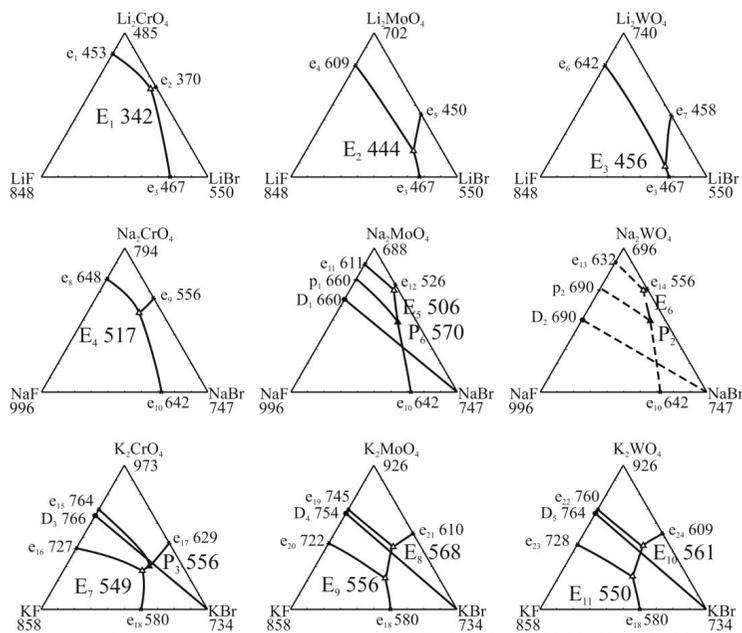


Рисунок 1. Ряды трехкомпонентных систем MF-MBr-M<sub>2</sub>EO<sub>4</sub> (M=Li, Na, K; E=Cr, Mo, W)

В рассматриваемых рядах трехкомпонентных систем MF-MBr-M<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>, MF-MBr-M<sub>2</sub>MoO<sub>4</sub>, MF-MBr-M<sub>2</sub>WO<sub>4</sub> от Li<sup>+</sup> до K<sup>+</sup> наблюдается повышение температуры плавления тройной эвтектики. Таким образом, на основании последовательной оценки типа Т-х диаграмм рассматриваемых систем сделан качественный прогноз характера ликвидуса неисследованной ранее системы NaF-NaBr-Na<sub>2</sub>WO<sub>4</sub>. В системе NaF-NaBr-Na<sub>2</sub>WO<sub>4</sub> предполагается образование тройных эвтектической и перитектической точки (прогноз на рис. 1 нанесен пунктиром).

**РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ**

С целью подтверждения результатов прогноза и нахождения характеристик точек невариантного равновесия экспериментально исследована система NaF-NaBr-Na<sub>2</sub>WO<sub>4</sub>, треугольник составов которой представлен на рис. 2.

Элементами ограничения тройной системы являются три двухкомпонентные системы (рис. 2). Проведенный обзор литературы показал, что в системах NaF-NaBr и NaBr-Na<sub>2</sub>WO<sub>4</sub> образуются эвтектики [8, 9]. В системе NaF-

Na<sub>2</sub>WO<sub>4</sub> присутствует двойное соединение NaF-Na<sub>2</sub>WO<sub>4</sub> (D<sub>2</sub>) инконгруэнтного плавления [10].

Экспериментальное исследование проводили методом дифференциального термического анализа (ДТА) на установке в стандартном исполнении [11]. Исходные реактивы квалификации «хч» (NaBr) и «чда» (NaF, Na<sub>2</sub>WO<sub>4</sub>), были предварительно обезвожены. Температуры плавления веществ соответствовали справочным данным [12]. Исследования проводили в стандартных платиновых микроглиях. Составы выражены в эквив. %.

Для нахождения точек невариантных равновесий в трехкомпонентной системе NaF-NaBr-Na<sub>2</sub>WO<sub>4</sub> в соответствии с правилами проекционно-термографического метода (ПТГМ) [13] выбран политермический разрез М [75% NaBr; 25% NaF] - N [75% NaBr; 25% Na<sub>2</sub>WO<sub>4</sub>], проходящий через оба симплекса системы.

Экспериментальное исследование разреза MN позволило определить направления на две трехкомпонентные невариантные точки P<sub>2</sub> 586 и E<sub>6</sub> 546 (рис. 3).

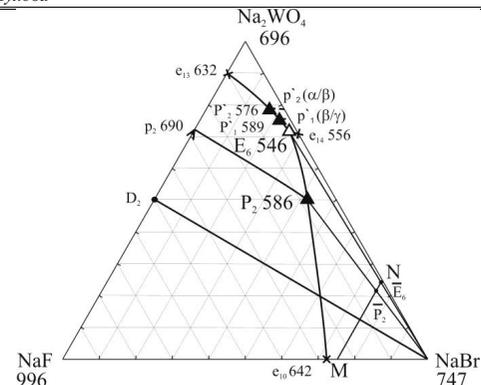


Рисунок 2. Треугольник составов системы NaF-NaBr-Na<sub>2</sub>WO<sub>4</sub> и расположение политермического разреза MN

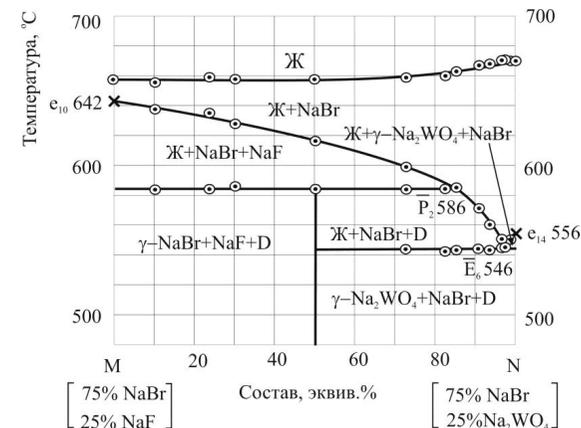


Рисунок 3. Т-х диаграмма политермического разреза MN системы NaF-NaBr-Na<sub>2</sub>WO<sub>4</sub>

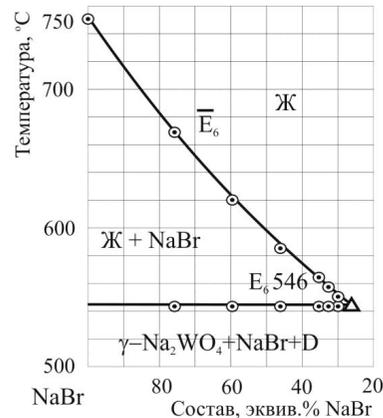


Рис. 4. Т-х диаграмма политермического разреза NaBr → P<sub>6</sub> → E<sub>6</sub> системы NaF-NaBr-Na<sub>2</sub>WO<sub>4</sub>

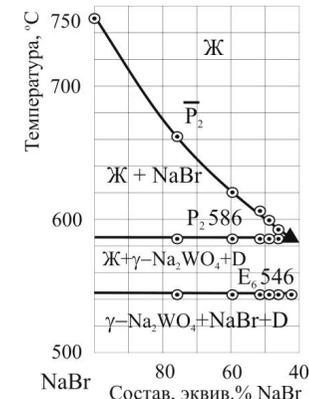


Рис. 5. Т-х диаграмма политермического разреза NaBr → P<sub>2</sub> → P<sub>2</sub> системы NaF-NaBr-Na<sub>2</sub>WO<sub>4</sub>

Фазовые равновесия в системе  $\text{Na}_2\text{WO}_4\text{-NaF-NaBr}$ 

Элемент диаграммы	Фазовое равновесие	Характер равновесного состояния
Эвтектика $E_6$	$\text{Ж} \rightleftharpoons \gamma\text{-Na}_2\text{WO}_4 + \text{D}_2 + \text{NaBr}$	инвариантное
Перитектика $P_2$	$\text{Ж} + \text{NaF} \rightleftharpoons \text{NaBr} + \text{D}_2$	инвариантное
Перитектика $P'_2$	$\text{Ж} + \alpha\text{-Na}_2\text{WO}_4 \rightleftharpoons \beta\text{-Na}_2\text{WO}_4 + \text{D}_2$	моновариантное
Перитектика $P'_1$	$\text{Ж} + \beta\text{-Na}_2\text{WO}_4 \rightleftharpoons \gamma\text{-Na}_2\text{WO}_4 + \text{D}_2$	моновариантное
Кривая $e_{13}P'_1$	$\text{Ж} \rightleftharpoons \alpha\text{-Na}_2\text{WO}_4 + \text{D}_2$	моновариантное
Кривая $P'_1P'_2$	$\text{Ж} \rightleftharpoons \beta\text{-Na}_2\text{WO}_4 + \text{D}_2$	моновариантное
Кривая $P'_1E_6$	$\text{Ж} \rightleftharpoons \gamma\text{-Na}_2\text{WO}_4 + \text{D}_2$	моновариантное
Кривая $e_{14}E_6$	$\text{Ж} \rightleftharpoons \gamma\text{-Na}_2\text{WO}_4 + \text{NaBr}$	моновариантное
Кривая $p_2P_2$	$\text{Ж} \rightleftharpoons \text{NaF} + \text{D}_2$	моновариантное
Кривая $e_{10}P_2$	$\text{Ж} \rightleftharpoons \text{NaF} + \text{NaBr}$	моновариантное
Поле $p_2P_2e_{10}NaFp_2$	$\text{Ж} \rightleftharpoons \text{NaF}$	дивариантное
Поле $p_2P_2E_6e_{13}p_2$	$\text{Ж} \rightleftharpoons \text{D}_2$	дивариантное
Поле $e_{13}P'_2P'_1Na_2WO_4e_{13}$	$\text{Ж} \rightleftharpoons \alpha\text{-Na}_2\text{WO}_4$	дивариантное
Поле $p'_2P'_2P'_1p'_1p'_2$	$\text{Ж} \rightleftharpoons \beta\text{-Na}_2\text{WO}_4$	дивариантное
Поле $e_{14}EP'_2p'_2e_{14}$	$\text{Ж} \rightleftharpoons \gamma\text{-Na}_2\text{WO}_4$	дивариантное
Поле $e_{14}E_6P_2e_{10}NaBrE_{14}$	$\text{Ж} \rightleftharpoons \text{NaBr}$	дивариантное

Изучением разрезов, выходящих из вершины  $\text{NaBr}$  и проходящих через точки пересечения ветвей вторичной кристаллизации  $P_2$  и  $E_6$  на разрезе  $\text{MN}$ , определены характеристики неинвариантных точек (рис. 4, 5):  $E_6$  546 °С при содержании компонентов 2%  $\text{NaF}$ , 42%  $\text{NaBr}$ , 56%  $\text{Na}_2\text{WO}_4$ ; температура плавления эвтектики  $P_2$  составила 586 °С при содержании компонентов 10,5%  $\text{NaF}$ , 57%  $\text{NaBr}$ , 32,5%  $\text{Na}_2\text{WO}_4$ . Для каждого элемента ликвидуса системы  $\text{Na}_2\text{WO}_4\text{-NaF-NaBr}$  выявлены фазовые реакции (табл. 1). Составы точек  $P'_1$  и  $P'_2$  соответствующие переходам  $\alpha/\beta$  и  $\beta/\gamma$  –  $\text{Na}_2\text{WO}_4$  не определялись и нрнесены приближенно.

### ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

В работе проведено прогнозирование характера ликвидуса ранее неизученной трехкомпонентной системы  $\text{NaF-NaBr-Na}_2\text{WO}_4$ . Проведен анализ рядов однотипных систем  $\text{MF-MBr-M}_2\text{EO}_4$  ( $M=\text{Li, Na, K; E}=\text{Cr, Mo, W}$ ), и на его основании сделано предположение об образовании в системе тройных эвтектики и перитектики, что в дальнейшем было подтверждено экспериментальными исследованиями. Отмечено, что замена катиона в последовательности от  $\text{Li}^+$  до  $\text{K}^+$  существенно меняет качественную картину ликвидуса в системах, в вертикальных рядах рис. 1. Анализ рядов трехкомпонентных систем  $\text{MF-MBr-M}_2\text{CrO}_4$ ,  $\text{MF-MBr-M}_2\text{MoO}_4$ ,  $\text{MF-MBr-M}_2\text{WO}_4$

позволяет выявить общую тенденцию перехода от простых эвтектических систем к системам с образованием конгруэнтно- и инконгруэнтноплавляющихся соединений. При этом температура плавления эвтектик повышается (вертикальные ряды рис. 1).

Также была построена зависимость температуры плавления трехкомпонентной эвтектики от ионного радиуса катиона [14] (рис. 6) и составлено уравнение данной зависимости (табл. 2). Зависимость, представленная в работе, показывает закономерное увеличение температуры плавления наиболее низкоплавкой эвтектики в рядах трехкомпонентных систем.

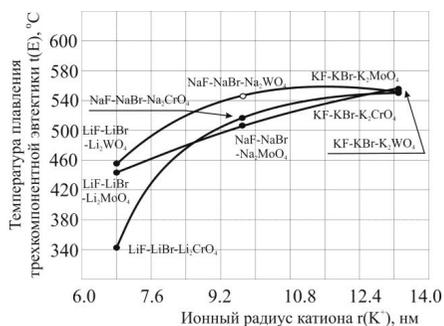


Рисунок 6. Зависимость «температура плавления трехкомпонентной эвтектики – ионный радиус катиона»

Зависимости температур плавления трехкомпонентных эвтектик в рядах систем  $\text{MF-MBr-M}_2\text{EO}_4$  ( $M=\text{Li, Na, K; E}=\text{Cr, Mo, W}$ ) от ионного радиуса катиона

Трехкомпонентные системы	Уравнения для расчета температур плавления эвтектик (°С)		
	$t(E) = -a[r(K^+)]^2 + b[r(K^+)] - c$		
	Значения коэффициентов уравнения		
	a	b	c
$\text{MF-MBr-M}_2\text{CrO}_4$	7,8328	189,59	584,99
$\text{MF-MBr-M}_2\text{MoO}_4$	1,1918	41,044	220,01
$\text{MF-MBr-M}_2\text{WO}_4$	4,5384	105,92	54,387

Подход к анализу объекта исследования, заключающийся в последовательном сравнении характера ликвидуса в рядах трехкомпонентных систем является рациональным при выборе систем, перспективных для получения ценных в прикладном значении составов из большого массива систем.

В работе изучен фазовый комплекс трехкомпонентной системы  $\text{Na}_2\text{WO}_4\text{-NaF-NaBr}$ . На основании данных Т-х диаграмм политермических разрезов показано наличие кристаллизующихся фаз  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  модификации  $\text{Na}_2\text{WO}_4$ , протекающие соответственно при температурах:  $\alpha \rightleftharpoons \beta$  589 °С,  $\beta \rightleftharpoons \gamma$  576 °С. Ликвидус системы представлен пятью полями кристаллизующихся фаз:  $\text{NaF}$ ,  $\text{NaBr}$ ,  $\text{D}_2$ ,  $\alpha\text{-Na}_2\text{WO}_4$ ,  $\beta\text{-Na}_2\text{WO}_4$  и  $\gamma\text{-Na}_2\text{WO}_4$  которые пересекаются по пяти моновариантным кривым, сходящимся в двух неинвариантных точках  $E_6$  546 °С и  $P_2$  586 °С. Максимальное поле кристаллизации соответствует наиболее тугоплавкому компоненту – фториду натрия.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Н.В. Коровин. Электрохимическая энергетика // М.: Энергоатомиздат, 1991. – 264 с.
2. Н.Н. Варыпаев. Химические источники тока: учебное пособие для химико-технологических специальностей вузов // М.: Высшая школа, 1990. – 240 с.
3. И.К. Гаркушин, И.М. Кондратиук, Е.М. Дворянова, Е.Г. Данилушкина. Анализ, прогнозирование и экспериментальное исследование рядов систем из галогенидов щелочных и щелочноземельных элементов / Екатеринбург: УрО РАН, 2006. – 148 с. – ISBN – 5-7691-1775-3.
4. Егорцев Г.Е., Гаркушин И.К., Истомова М.А. Фазовые равновесия и химическое взаимодействие в системах с участием фторидов

и бромидов щелочных металлов. Екатеринбург: УрО РАН, 2008. 132 с. ISBN 5-7691-2020-7.

5. Кошаров Ж.А., Луцый В.И., Мохосоев М.В., Гаркушин И.К., Трунин А.С. Ликвидус системы  $\text{K}_2\text{WO}_4\text{-KF-KI(KBr)}$  // Журн. неорганической химии – 1987. Т. 32, Вып. 10. – С. 2541–2545.

6. Н.Н. Вердиев, Э.Г. Арбуханова, Э.Г. Искандеров, М.Ш. Зейналов. Трехкомпонентная система  $\text{KF-KBr-K}_2\text{MoO}_4$  // Изв. вузов. Химия и химическая технология. – 2007. Т. 50. Вып. 12. – С. 15-18.

7. И.К. Гаркушин, Т.В. Губанова, Е.И. Фролов. Фазовые равновесия в системах с участием солей лития. Екатеринбург: УрО РАН, 2010. 121 с. ISBN 978-5-7691-2059-6.

8. Н.К. Воскресенская, Н.Н. Евсеева, С.И. Беруль, И.П. Верещатина. Справочник по плавкости систем из безводных неорганических солей // М.: Изд-во АН СССР, 1961. Т.1. 845с.

9. Э.Г. Искандеров, Н.Н. Вердиев, С. И. Вайнштейн. Фазовые равновесия в системе  $\text{NaCl-NaBr-Na}_2\text{MoO}_4$  // Журн. неорганической химии – 2007. Т. 52. Вып. 3. – С. 427–430.

10. В.И. Посыпайко, Е.А. Алексеева. Диаграммы плавкости солевых систем. Ч. III. Двойные системы с общим катионом // М.: «Металлургия», 1979. – 204 с.

11. В.П. Егунов. Введение в термический анализ // Самара: ПО «СамВен», 1996. 270 с.

12. Термические константы веществ: Справочник // Под ред. Глушко В.П., М.: ВИНТИ. Вып. X, Ч. 1, 1981. 440 с.

13. А.С. Трунин, А.С. Космынин. Проекционно-термографический метод исследования гетерогенных равновесий в конденсированных многокомпонентных системах // Куйбышев, 1977. 68с. – Деп. в ВИНТИ 12.04.77, № 1372 – 77.

14. М.Х. Карапетянц, С.И. Дракин. Строение вещества. Учебное пособие для вузов // М.: Высшая школа, 1978. 84 с.

Казин В. Н., д-р хим. наук, проф.,  
Сибриков С. Г., канд. хим. наук, доц.,  
Кужин М. Б., аспирант

Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова

## НЕТРАДИЦИОННЫЙ ПУТЬ СИНТЕЗА НИТРОЗАМЕЩЕННЫХ БЕНЗОФЕНОНОВ

kaz@bio.uniya.ac.ru

Показано, что при взаимодействии 1,1,1-трихлор-2,2-бис(4-нитрофенил)этана, 1,1,1-трихлор-2,2-бис(3-нитрофенил)этана, 1,1,1-трихлор-2,2-бис(3-нитро-4-хлорфенил)этана и 1,1,1-трихлор-2,2-бис(3-нитро-4-гидроксифенил)этана с нитритом натрия в ДМФА происходит превращение трихлорэтановой группы в исходных соединениях в карбонильную.

**Ключевые слова:** нитрозамещенные 1,1,1-трихлор-2,2-диарилэтаны, нитрит натрия, ДМФА, нитробензофеноны, трихлорэтановая группа.

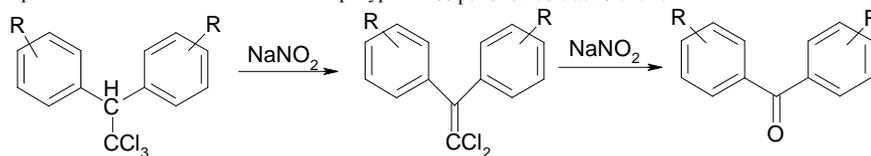
Несмотря на многообразие превращений трихлорэтановой группировки в замещенных 1,1,1-трихлор-2,2-дифенилэтанах и преобразований функций в ароматическом кольце, в литературе крайне мало сведений о реакционной способности данных соединений при взаимодействии с нитритами щелочных металлов.

В работах [1,2] изучена реакция замещенных 1,1,1-трихлор-2,2-дифенилэтанов с нитритами щелочных металлов ( $\text{NaNO}_2$  или  $\text{KNO}_2$ ) в различных растворителях. Процесс проводили при мольном соотношении субстрат : реагент : растворитель = 1 : 1-15 : 20-40 и температуре

100-130 °С. Показано, что в алифатических спиртах природа заместителя в бензольном кольце не влияет на результат реакции: процесс заканчивается на стадии дегидрохлорирования с образованием соответствующих 1,1-дихлор-2,2-дифенилэтенов.

Установлено, что в апротонных диполярных растворителях - ДМФА, ДМСО и др. - в зависимости от строения субстрата образуются замещенные 1,1-дихлор-2,2-диарилэтены или бензофеноны.

Нами разработан путь синтеза динитробензофенонов согласно схеме 1:



R = 3-NO<sub>2</sub>, 4-NO<sub>2</sub>

Схема 1

Активирующее влияние нитрогрупп в 1,1,1-трихлор-2,2-бис(4-нитрофенил)этана и 1,1,1-трихлор-2,2-бис(3-нитрофенил)этана приводит к тому, что трихлорэтановая мостиковая группа преобразуется в карбонильную. Процесс протекает через стадию дегидрохлорирования. Известно, что нитрит-ион в апротонных диполярных растворителях проявляет свойства жесткого основания и, соответственно, дегидрохлорирующего агента, а также является сильным нуклеофилом, реагирующим преимущественно атомом кислорода. Неочевидным моментом при взаимодействии динитрозамещенных 1,1,1-трихлор-2,2-дифенилэтано в среде ДМФА с нитритами металлов является последующее

преобразование дихлорэтиленовой группы в карбонильную.

Таким образом, из 1,1,1-трихлор-2,2-бис(4-нитрофенил)этана получен 4,4'-динитробензофенон с выходом 90%, на основе 1,1,1-трихлор-2,2-бис(3-нитрофенил)этана синтезирован 3,3'-динитробензофенон с выходом 95%. Реакцию проводили при соотношении субстрат :  $\text{NaNO}_2$  = 1 : 3 моль. Снижение количества реагента до 1 моль на 1 моль исходного соединения не обеспечивает количественного протекания реакции, а повышение до 10 моль не влияет на выход динитробензофенонов. Синтезированные 3,3'- и 4,4'-динитробензофеноны

являются полупродуктами в синтезе соответствующих диаминобензофенонов - мономеров для термостойких полиамидов и полиимидов.

Проведенные исследования показали, что отсутствие нитрогрупп в структуре субстрата делает невозможным протекание подобного превращения. Однако на результат реакции существенное влияние оказывает природа заместителя, находящегося в орто-положении к нитро-

группе. Присутствие в структуре исходного динитросоединения метильной или метоксигруппы делает невозможным образование соответствующих бензофенонов, процесс заканчивается на стадии дегидрохлорирования.

**Многообразие превращений наблюдается при взаимодействии 1,1,1-трихлор-2,2-бис(3-нитро-4-хлорфенил)этана с  $\text{NaNO}_2$ :**

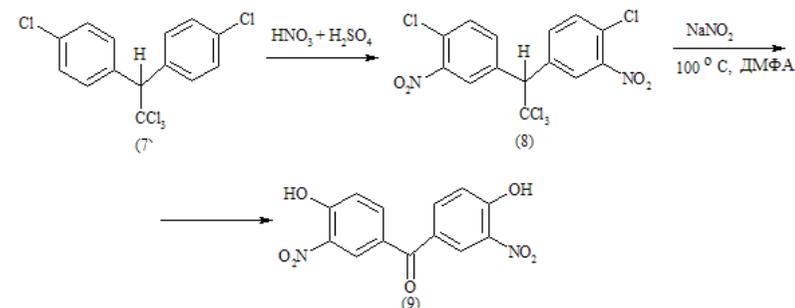


Схема 2

Нитрованием 1,1,1-трихлор-2,2-бис(4-хлорфенил)этана смесью 56%-ной  $\text{HNO}_3$  и концентрированной  $\text{H}_2\text{SO}_4$  при 95 °С получали соответствующее динитрозамещенное соединение. Наличие в молекуле 1,1,1-трихлор-2,2-бис(3-нитро-4-хлорфенил)этана нескольких реакционных центров, связанных с атомами хлора (β-углеродный атом трихлорэтиленовой группы, 4- и 4'-углеродные атомы бензольных колец), определяет возможные направления протекания реакции. В рассматриваемом процессе реализуются реакции дегидрохлорирования, последующее превращение дихлорэтиленовой группы в карбонильную, а также нуклеофильное замещение атомов хлора, связанных с бензольным кольцом, на гидроксигруппы.

При взаимодействии 1,1,1-трихлор-2,2-бис(3-нитро-4-хлорфенил)этана с нитритом натрия при температуре 100-130 °С и мольном соотношении субстрат :  $\text{NaNO}_2$  = 1 : 10-15 образуется 3,3'-динитро-4,4'-дигидроксибензофенон с выходом 93-96%. Таким образом, нами предложен новый способ получения 3,3'-динитро-4,4'-дигидроксибензофенона, позволяющий сократить количество стадий и повысить выход целевого продукта. Последующим восстановлением в ацетоне при давлении водорода 2 МПа и температуре 75-85 °С в присутствии 2%Pd/ $\text{Al}_2\text{O}_3$  получен 3,3'-диамино-4,4'-дигидроксибензофенон - мономер в синтезе полибензоксазолов.

Нами осуществлен синтез 3,3'-динитро-4,4'-дигидроксибензофенона по альтернативному пути:

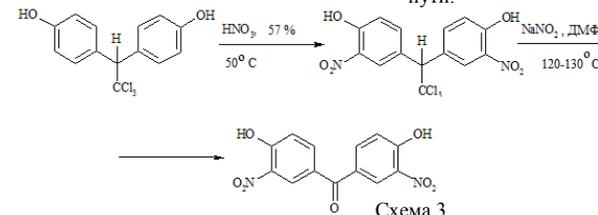


Схема 3

1,1,1-Трихлор-2,2-бис(3-нитро-4-гидроксифенил) этан получали из 1,1,1-трихлор-2,2-бис(4-

гидроксифенил) этана реакцией с 57% азотной кислотой при температуре 50 °С в течение 4 ч.

Выход 1,1,1-трихлор-2,2-бис(3-нитро-4-гидроксифенил)этана составил 99%. Последующее взаимодействие 1,1,1-трихлор-2,2-бис(3-нитро-4-гидроксифенил)этана с нитритом натрия в ДМФА при 120-130 °С, мольном соотношении субстрат : NaNO<sub>2</sub> = 1 : 10-15 приводит к образованию 3,3'-динитро-4,4'-дигидроксибензофенона с выходом 93-96 %.

Таким образом, использование нитритов щелочных металлов в среде апротонных дипольных растворителей позволяет на основе нитрозамещенных 1,1,1-трихлор-2,2-диарилэтанов с высоким выходом получать соответствующие динитробензофеноны.

#### Экспериментальная часть.

Контроль за протеканием реакции осуществляли методом тонкослойной хроматографии (ТСХ) на готовых пластинках. Спектры ЯМР <sup>1</sup>H записывались на приборе Bruker DRX500 SF=500 МГц в DMSO-d<sub>6</sub>, внутренний стандарт TMS. ИК спектры снимали на спектрофотометре Spectrum 65 в виде растворов в хлороформе. Спектральная ширина щели прибора 1,5 мм, время интегрирования 5 с, толщина кюветы 0,1 мм.

**4,4'-динитробензофенон.** В колбу, снабженную мешалкой, обратным холодильником и термометром, внесли 3,0 г (0,0027 моль) 1,1,1-трихлор-2,2-бис(4-нитрофенил)этана, 0,56 г (0,0081 моль) NaNO<sub>2</sub>, 20 мл ДМФА, нагревали при перемешивании при 120 °С в течение 3 ч. Охлаждали, реакционную массу выливали в воду, осадок отделяли фильтрацией, промывали водой, сушили. Получено 1,96 г (90%) продукта. Тпл. 187-188 °С. Найдено, %: С 57,40; Н 2,90; N 10,30. М 272,214. C<sub>13</sub>H<sub>8</sub>N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Вычислено, %: С 57,35; Н 2,96; N 10,29. ИК спектр, см<sup>-1</sup>: 1532 [ν<sub>ас</sub>(NO<sub>2</sub>)]; 1345 [ν<sub>ас</sub>(NO<sub>2</sub>)]; 1650 [ν<sub>ас</sub>(C=O)]. Спектр ЯМР <sup>1</sup>H, δ, м.д.: 8,20 (д.), 7,64 (д.), растворитель ДМСО. R<sub>f</sub> - 0,54 (бензол - уксусная кислота, 6:1).

**3,3'-динитробензофенон.** Получали по методике аналогичной 4,4'-динитробензофенону. Выход 95%, Тпл. 159-160 °С. Найдено, %: С 57,41; Н 2,92; N 10,28. М 272,214. C<sub>13</sub>H<sub>8</sub>N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Вычислено, %: С 57,35; Н 2,96; N 10,29. ИК спектр, см<sup>-1</sup>: 1532 [ν<sub>ас</sub>(NO<sub>2</sub>)]; 1345 [ν<sub>ас</sub>(NO<sub>2</sub>)]; 1650 [ν<sub>ас</sub>(C=O)]. Спектр ЯМР <sup>1</sup>H, δ, м.д.: 8,43 (м.); 8,43 (т.), 7,80 (т.) растворитель ДМСО. R<sub>f</sub> - 0,56 (бензол - уксусная кислота, 6:1).

**1,1,1-трихлор-2,2-бис(3-нитро-4-хлорфенил)этан.** В трехгорлую колбу, снабженную мешалкой, обратным холодильником и термометром, загрузили 3,12 г 56%-ной азотной кислоты и 13,24 г концентрированной серной кислоты. Смесь перемешивали при комнатной температуре, внося в колбу небольшими порциями 2,5 г (0,705 моль) 1,1,1-трихлор-2,2-бис(4-хлорфенил)этана. Реакцию вели в течение 2 ч при температуре 95-98 °С. Реакционную массу

охлаждали и выливали в воду. Осадок отделяли фильтрованием, промывали водой до нейтральной реакции среды, сушили. Получали 3,05 г (97%). Тпл. 145-146 °С. Найдено, %: С 37,83; Н 1,58; Cl 39,87; N 6,30. М 444,4. C<sub>14</sub>H<sub>7</sub>Cl<sub>3</sub>N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>. Вычислено, %: С 37,81; Н 1,59; Cl 39,87; N 6,28. R<sub>f</sub> 0,73 (бензол-уксусная кислота, 8:1).

#### 3,3'-динитро-4,4'-дигидроксибензофенон.

К раствору 3,0 г 1,1,1-трихлор-2,2-бис(3-нитро-4-хлорфенил)этана в 30 мл ДМАА добавляли 11,5 г KNO<sub>2</sub> и нагревали при перемешивании до 100 °С. Через 4 часа раствор охлаждали, выливали при перемешивании в воду, добавляли HCl до pH 6-7, осадок отделяли фильтрованием, промывали водой, сушили. Выход составил 1,94 г (95%), Тпл 196-198 °С. Найдено, %: С 51,30; Н 2,65; N 9,21. М 304,15. C<sub>12</sub>H<sub>8</sub>N<sub>2</sub>O<sub>7</sub>. Вычислено, %: С 51,31; Н 2,60; N 9,20. М 304,15. ИК спектр, см<sup>-1</sup>: 1350 [ν<sub>ас</sub>(NO<sub>2</sub>)], 1550 [ν<sub>ас</sub>(NO<sub>2</sub>)], 1650 [ν(CO)], 3280 [ν(OH)]. R<sub>f</sub> 0,34 (бензол - ацетон, 5:1). Спектр ЯМР <sup>1</sup>H, δ, м.д.: 8,23; 7,78; 7,13 (ароматические протоны), 4,72 (ОН), растворитель ДМСО.

**1,1,1-трихлор-2,2-бис(3-нитро-4-гидроксифенил)этан.** В колбу, снабженную мешалкой, обратным холодильником, и термометром, загрузили 15,5 мл 56%-ной азотной кислоты и 10,0 г (0,032 моль) 1,1,1-трихлор-2,2-бис(4-гидроксифенил)этана. Реакцию проводили при 50 °С в течение 4 ч. Осадок отфильтровывали, промывали водой, сушили. Выход 12,7 г (99%). Т. пл. 155-156 °С (бутанол-1) Найдено, %: С 41,29; Н 2,18; Cl 26,10; N 6,85. М 407,5. C<sub>14</sub>H<sub>8</sub>Cl<sub>3</sub>N<sub>2</sub>O<sub>6</sub>. Вычислено, %: С 41,23; Н 2,21; Cl 26,13; N 6,87. М 407,5. ИК спектр, см<sup>-1</sup>: 3225 [ν(OH)], 1535 [ν<sub>ас</sub>(NO<sub>2</sub>)], 1320 [ν<sub>ас</sub>(NO<sub>2</sub>)], 3280 [ν(OH)]. Спектр ЯМР <sup>1</sup>H, δ, м.д.: 8,35; 8,00; 7,26 (протоны бензольного кольца); 8,70 (протоны гидроксогруппы); 5,85 (протон трихлорэтановой мостиковой группы); растворитель ДМСО. R<sub>f</sub> 0,65 (бензол - ацетон, 6:1).

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. А.с. 1606507 СССР, МКИ<sup>5</sup> С 07 С 205 /45. Способ получения 3,3'-динитро-4,4'-дигидроксибензофенона / В.Н. Казин, С.Г. Сибриков, В.В. Копейкин, Г.С. Миронов, А.Л. Русанов, Г.В. Казакова - Оупбл. 15.11.90. // Бюл. изобр. 1990. №42.
2. Сибриков С.Г. Взаимодействие нитрозамещенных 1,1,1-трихлор-2,2-диарилэтанов с NaNO<sub>2</sub> в апротонных дипольных растворителях / С.Г. Сибриков, В.Н. Казин, В.В. Копейкин // Журн. органической химии. -1994. -Т. 30. - Вып. 7. -С. 1080.

Стадничук В. И., канд. техн. наук, доц.  
Бессмертный В. С., д-р техн. наук, проф.,  
Дикунова Л. М., канд. техн. наук, доц.,  
Бондаренко Н. И., соискатель

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г.Шухова

## ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ ФОРМИРОВАНИЯ ГИДРОФОБНЫХ ПЛЕНОК НА ВНУТРЕННЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ЛИТЕЙНЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ ФОРМ

vi.stadnichuk@yandex.ru

В статье показаны результаты экспериментов по исследованию свойств растворов, формирующих плотную гидрофобную пленку на поверхности керамической литейной формы, выбран вид гидрофобного лака и параметры раствора. Формирование защитной пленки позволяет исключить разрушение керамики в процессе растворения модели.

**Ключевые слова:** гидрофобная пленка, битумный лак, керамическая форма, растворитель, защитный состав.

Керамические формы, в которых получают точные отливки, изготавливают методом послойного нанесения огнеупорной суспензии на модель с последующей обсыпкой зернистым огнеупорным материалом [1]. В качестве связующего применяется гидролизированный раствор этилсиликата. После сушки и отверждения таким образом формируют очередной слой. Затем из восьмислойной формооболочки удаляют разовую модель. Если материал модели изготовлен из состава на основе мочевины (МПВС-2), то растворение модели проводят, помещая формооболочку на 0,5 ч поочередно в ванны с холодной, горячей (95°С) водой, а затем осуществляют промывку в горячей воде (60...80°С). В последней ванне воду подкисляют соляной кислотой для уменьшения влияния щелочных продуктов гидролиза мочевины, имеющей химическую формулу (NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>CO, на кислый золь связующего. В результате локального разрушения связующего происходит отделение тонкодисперсных частиц наполнителя от поверхности керамической формы как в воде, так и при заливке в такую форму металлического расплава. При этом поверхность литых деталей поражается неметаллическими включениями.

Исследовали изменение кислотности в ванне с температурой воды 60...80°С. Замеры производили с помощью потенциометрического титратора АТП 02. Вода в ванне имела pH=7,25, а после добавки в нее концентрированной соляной кислоты pH=1,24. В ванну поместили формооболочку для растворения модели из МПВС-2 и через каждые 0,5 ч брали пробы воды. Изменение pH происходило следующим образом: 1,24 → 1,76 → 2,09 → 2,09 → 2,17 → 2,34 → 2,64.

Представленные данные показали, что защитить связующее от разрушения можно лишь с внешней стороны, а внутренняя поверхность формооболочки тесно контактирует с растворяемой в горячей воде мочевиной. Образующийся щелочной раствор проникает в поры керамики. Снижение кислотности воды в ванне требует периодического доливания соляной кислоты, это увеличивает вероятность образования ионов хлористого аммония и насыщения им формы. Кроме того, это стимулирует образование других хлоридов, т.к. в промышленной воде присутствуют оксиды кальция, магния, железа. Насыщение керамической формы солями несколько увеличивает ее прочность после прокаливания. Однако после заливки в нее сложнотермостойкого сплава в вакууме произойдет возгонка солей с поверхности формы и загрязнение продуктами их распада поверхности отливки.

Для устранения негативного влияния выплавляющей среды на структуру керамической формы и особенно ее облицовочных слоев разработаны различные способы и защитные составы [2]. Предложенные способы зачастую не учитывают всех факторов процесса формообразования, например, одновременного влияния растворителя органического состава на материал модели, толщину и структуру защитной пленки, технологичность органического раствора. Изучение защитных составов и способов их формирования показало, что более простым и экономически недорогим является пропитка двух первых огнеупорных слоев формы гидрофобным составом. При этом формируется тонкий слой гидрофобного состава на внутренней поверхности керамики, который отделяет ее от материала модели. Для широкого применения этого способа необходимо разработать защитный состав, на

основе которого будет сформирована качественная водонепроницаемая пленка.

Свойства водонепроницаемых пленок должны отвечать следующим требованиям: не вступать в химическое взаимодействие с материалом модели; не растворяться в горячей и холодной воде, а также в компонентах гидролизованного раствора этилсиликата - спирте и соляной кислоте; после выгорания не образовывать веществ, способных взаимодействовать со сплавом с образованием дефектов на его литой поверхности; затвердевать при комнатной температуре; иметь небольшую стоимость и не выделять токсичных испарений.

По химическому составу лаковой основы лаки можно классифицировать как кремнийорганические, смоляные и маслосодержащие. Первые – это лаки печной сушки. Смоляные лаки представляют собой растворы природных или синтетических смол в различных растворителях. Большой недостаток этой группы лаков связан со значительным временем отверждения на воздухе (основа – эпоксианная смола), несмотря на введение отвердителей и растворимостью в спиртах (основа – фенолформальдегидная смола). Исключение составляют лаки на основе перхлорвинилового смолы ХВ- 784, ХВ- 5196. Остальные сорта этой группы лаков – терморезистивные. Маслосодержащие лаки могут быть классифицируются как масляные, масляно-канифольные, масляно-алкидные, масляно-битумные. Последние, например, БТ-5.100 (ГОСТ-312-79), БТ-99 (ГОСТ 8017-74), БТ-577 (ГОСТ 5081-79) затвердевают на воздухе [3].

Анализ классификации лаков позволил установить, что всем требованиям удовлетворяют битумные лаки. Высокая эластичность органических пленок (изгиб  $\sim 0,003$  м) позволяет получить довольно высокую прочность в горячей воде при растворении модели. Не реагируют битумные лаки с компонентами ГРЭ и мочевиной. После термодеструкции таких лаков коксовый остаток очень мал (0,1-0,2 %).

Качество защитной пленки зависит от типа растворителя. Растворители лаков должны обладать следующими свойствами: не взаимодействовать с материалом модели; обеспечивать отверждение пленки за короткие сроки при комнатной температуре; разбавлять лак до требуемой вязкости и не выделять большого количества испарений.

Определили степень взаимодействия растворителей с модельной массой на основе карбамида (МПВС-2). Предварительно взвешенные образцы из модельной массы выдерживали в растворителях, через равные промежутки времени сушили при остаточном давлении 13,3 Па

и повторно взвешивали. Установлено, что растворители из углеводородов (солювент, скипидар, уайт-спирит, «Нефрас») и смеси РС-2 не взаимодействуют с модельным материалом. Результаты взвешивания образцов после выдержки в гидролизном спирте, эфираальдегидной фракции (ЭАФ), ацетоне и растворителе Р-646 представлены на рис. 1. Установлено, что уменьшение массы модельных образцов после их выдержки в растворителе Р-646 незначительное – за 25-30 минут не превышает 1,5 %. Больше всего растворяют модельную массу МПВС-2 ЭАФ и гидролизный спирт, промежуточное значение занимает ацетон (уменьшение массы образцов 5...6 %).

Разбавляющую способность растворителей в интервале оптимальной вязкости защитного состава (13-16 с по вискозиметру ВЗ-4) определяли смешиванием их в различных пропорциях с лаком. Исходной плотность битумного лака составляла  $0,875 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>, перхлорвинилового –  $0,910 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>. Эксперименты показали (рис.2), что хуже всего разжижают лак сольвент и скипидар, обладающие более высокой плотностью по сравнению с другими. Повышение их концентрации в гидрофобном растворе не позволяет понизить его вязкость, однако при этом увеличивает подвижность раствора, что приводит к образованию потеков в процессе и в процессе отверждения раствора. Это вызовет затруднение пропитки керамики. Наиболее сильно понижают плотность раствора «Нефрас» и ацетон.

Кинетику формирования твердой пленки определяли на специальном приборе. Металлическую пластинку покрывали пленкой и через определенные промежутки времени продавливали металлическим электродом с площадью контактирующей поверхности  $7,85 \cdot 10^{-5}$  м<sup>2</sup> при скорости нагружения прибора  $10^{-2}$  м/с. При порыве пленки электрод касался пластинки и при этом регистрировали проводимость. Результаты эксперимента показали (рис.3), что интенсивное удаление растворителя из лака происходит в течение первых 0,3-0,8 ч после нанесения его на пластинку. Окончательно твердая пленка формируется на пластинке через 1,0-1,5 ч. Прочность пленки определяется не только природой лака, но и типом растворителя. В состав смеси растворителя Р-646 входит 70 % об. этилового и бутилового спиртов, которые являются осадителями для битумного лака. Это повышает межцепное взаимодействие внутри структурных элементов, наряду с этим увеличивается деформируемость их пограничных участков. При деформации таких пленок, хотя и образуется трещины в местах дефектов структуры, но тем самым снимают опасные напряжения в пленке.

Благодаря этому, пленки, сформированные из композиций, содержащих полимер и растворитель, часть компонентов которого являются осадителями для полимера, обладают лучшими физико-механическими свойствами, чем пленки, полученные при использовании растворителя, компоненты которого не являются осадителями полимера.

Замеры толщины пленки показали, что при вязкости раствора 13-16 с, когда используются более летучие растворители (ацетон, «Нефрас»), получаются более тонкие пленки. Кроме того, наиболее тонкая пленка образуется из перхлорвинилового лака. Например, при плотности лака  $0,910 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup> толщина пленки составляет всего 10 мкм, а при разбавлении лака ацетоном (20 % об.) до плотности раствора  $0,860 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup> образовалась пленка толщиной всего 4 мкм.

Таким образом, применение битумных и перхлорвиниловых лаков со смесевыми растворителями позволяет в течение 0,3...0,7 ч сформировать на облицовочных слоях керамической формы прочную гидрофобную пленку, которая не отделяется от нее в процессе растворения мо-

дели. Это предотвращает размывание керамики. В процессе обжига формы такая пленка выгорает практически не оставляя твердых продуктов сгорания [4].

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Литье по выплавляемым моделям /Под ред. Я.И. Шкленника и В.А.Озерова. –2-е изд., доп. и перераб.- М.: Металлургия, 1984. – 408 с.
2. Стадничук В.И., Бессмертный В.С. Формирование защитных гидрофобных пленок на рабочей поверхности литейных керамических форм //Огнеупоры и техническая керамика, 2011, №4-5.- С.8-10.
3. Электротехнические материалы. Справочник /В.Б.Березин, В.С.Прохоров и др. – 3-е изд., доп. и перераб. – М.: Энергоатомиздат, 1983.- 504 с.
4. Кулаков Б.А., Дубровин В.К., Стадничук В.И. Защитные составы для литейных керамических форм // Респ. научн.-техн. конф. «Прогрессивные технологии производства литых заготовок», Челябинск, ЧПИ, 1988. – С.42-43.

Чичварин А. В., канд. хим. наук, доц.  
 Старооскольский технологический институт  
 филиал Московского института стали и сплавов  
 Изуменова Т. И., канд. техн. наук, докторант, доц.  
 Воронежская государственная технологическая академия

## ЯВЛЕНИЕ СТАБИЛИЗАЦИИ ТЕПЛООВОГО СТАРЕНИЯ СВЯЗУЮЩИХ НА ОСНОВЕ ТОВАРНОГО ПОЛИБУТАДИЕНА СМЕСЬЮ ФУЛЛЕРЕНОВ ГРУППЫ C<sub>50</sub> – C<sub>92</sub>

ach82@mail.ru

Установлено, что использование смеси фуллеренов в качестве вторичных стабилизаторов приводит к снижению времени структурирования полибутадиенов и увеличению периода окисления.

**Ключевые слова:** каучук, фуллерен, инфракрасный спектр, окисление, стабилизатор.

Современными исследованиями в области влияния аллотропных форм углерода на свойства полимеров выявлено воздействие фуллера на C<sub>60</sub> на их эксплуатационные характеристики [1,2]. В условиях получения, переработки и эксплуатации готовых изделий, или в ходе изучения полимеров, могут происходить разнообразные химические превращения, изменяющие свойства макромолекул. Подобное ухудшение качества изделий может происходить из-за деструкции, структурирования, окисления и других химических превращений. Так многие каучуки в силу особенностей структуры обладают высокой склонностью к окислительному старению (деструкции, структурированию), исключая возможность их практического применения, особенно в качестве связующих различного назначения. В виду того, что термоокислительная стабильность является одним из важнейших свойств, характеризующих поведение материалов на основе полимеров в условиях переработки и эксплуатации, исследование влияния фуллеренов и их смесей представляет собой актуальную задачу.

В качестве объектов исследования рассматривали товарные полибутадиены СКД, синтезированные на неодимовом (СКД Nd) и титановом (СКД Ti) катализаторе. По химическому составу исследуемые каучуки соответствовали следующей структуре: СКД Nd, содержание цис 1,4 звеньев 98%, содержание транс 1,4 звеньев и 1,2 звеньев 2%, СКД Ti, содержание цис 1,4 звеньев 93%, содержание транс 1,4 звеньев 5%, 1,2 звеньев 2%. Модификация исследуемых полимеров проводилась смесью фуллеренов следующего состава C<sub>50</sub> – C<sub>58</sub> (14.69%), C<sub>60</sub> (63,12%), C<sub>62</sub> – C<sub>68</sub> (5.88%), C<sub>70</sub> (13.25%), C<sub>72</sub> – C<sub>92</sub> (3.06%), для чего был приготовлен их раствор в толуоле [3]. Из расчета внесения необходимой концентрации смеси фуллеренов на поверхность каучука было

нанесено расчетное количество раствора, после высыхания которого полибутадиен и фуллерены были дополнительно перемешаны на вальцах. Зазор между рабочими вальцами составил 2,5 мм, температура 318±5К.

Для определения структуры исследуемых каучуков использовали метод ИК-Фурье спектроскопии нарушенного полного внутреннего отражения (НПВО) в варианте с 10-кратным прохождением луча через пробу и кристалл НПВО. Исследование проводили на ИК-Фурье спектрометре NICOLET6700. Выбранный спектральный диапазон составил от 400 до 4000см<sup>-1</sup>. Для регистрации оптических характеристик использовали монокристаллические пленки каучуков, толщиной 20 мкм, полученные на алюминиевой подложке из 1 %-х толуольных растворов. Обработка спектров проводилась автофильтрацией сигнала бегущим спектральным окном, с автоматической коррекцией базовой линии и усложненной НПВО-коррекцией на глубину проникновения в материал пленки. Окисление пленок проводили в воздушном термостате при 373К. Начало окисления фиксировали по появлению и увеличению полос поглощения при 3450см<sup>-1</sup> и 1720см<sup>-1</sup>, что указывает на наличие кислородсодержащих гидроксильных (–O–H) и карбонильных (–C=O) групп, соответственно [4, 5]. Термическую обработку пленок каучуков проводили непрерывно при температуре 373 и 423К в низкотемпературной лабораторной электропечи SNOL 58/350 с электронным терморегулятором ВАРТА ТП403.

Полученные данные представлены на рисунках 1, 2.

Как видно из данных рисунка 1, спектры имеют подобную структуру, но для каучука в присутствии фуллера (рисунк 1 б) можно отметить общее снижение интенсивности полос поглощения, что может свидетельствовать о

взаимодействию макромолекул каучука с вводимым модификатором.

На рисунке 2 (а) видно, что об окислении исходного каучука свидетельствует формирование пиков в области следующих волновых чисел: 3450см<sup>-1</sup> и 1720см<sup>-1</sup>, что указывает на формирование гидроксильных и карбонильных групп. Кроме того, отмечено формирования

сложного пика в области 1025см<sup>-1</sup>, что указывает на формирование полиэфирных групп, вызванных интенсивным процессом окисления анализируемого каучука.

Напротив, данные рисунка 2 (б) говорят о том, что каучук, модифицированный смесью фуллеренов окислению не подвергается.

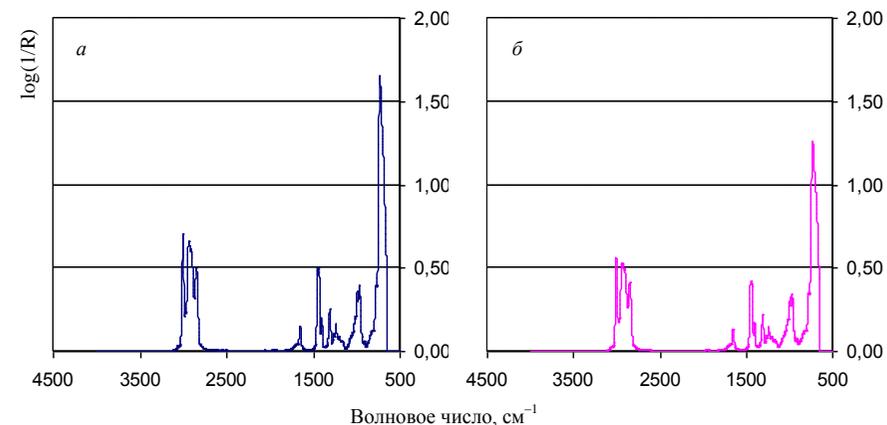


Рисунок 1. Инфракрасные спектры пленок товарного каучука СКД Ti в исходном состоянии (а) и заправленного смесью фуллеренов (б).

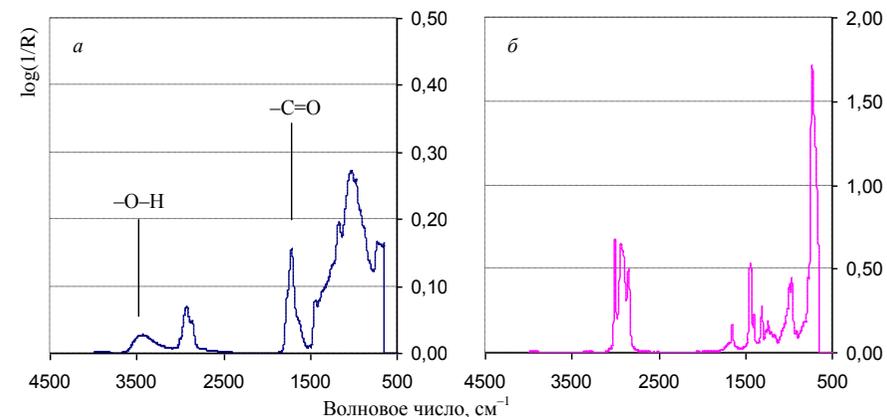


Рисунок 2. Инфракрасные спектры термически обработанных при температуре 373К пленок товарного каучука СКД Ti в исходном состоянии (а) и заправленного смесью фуллеренов (б).

Аналогичные данные были получены при исследовании пленок полибутадиена, синтезированного на неодимовом катализаторе. Отличие состоит в том, что для СКД Nd наблюдается, помимо формирования пика в области 910см<sup>-1</sup>,

указывающего на соотношение цис-транс звеньев, резкое снижение интенсивности полос поглощения, что также может указывать на взаимодействие исследуемого каучука с молекулами вводимого модификатора.

Следует также отметить, что время до полной потери растворимости в толуоле пленок исследуемых полибутадиенов, термически состаренных при 373К составляет для СКД синтезированного на титановом катализаторе 30 часов, а синтезированного на неодимовом катализаторе 50 часов. Термообработка при температуре 423К приводит к снижению времени структурирования соответственно до 22 и 24 часов. Одновременно с этим под действием смеси фуллеренов происходит значительное снижение времени до потери растворимости анализируемых каучуков окисленных при 373К до 34 и 21 часа, а окисленных при 423К до 20 и 18 часов соответственно для СКД Ti и СКД Nd.

Так, при анализе полученных данных показано, что после термической обработки товарного СКД Ti без добавки смеси фуллеренов происходит практически полное окисление каучука, тогда как добавка смеси фуллеренов стабилизирует окисление при температуре 373К. Об этом свидетельствует формирование полос  $3450\text{ см}^{-1}$  (-OH) и  $1717\text{ см}^{-1}$  (C=O), а также формирование сложного пика в области  $1025\text{ см}^{-1}$ . Время до полной потери растворимости при термообработке 373К для СКД Ti составляет 30 часов, для СКД Ti заправленного фуллереном составляет 34 часа. Термическая обработка при 423К приводит к аналогичным тенденциям: время до полной потери растворимости для СКД Ti составляет 22 часа, а для СКД Ti заправленного фуллереном – 20 часов. Аналогично СКД Ti для СКД Nd при добавлении фуллерена в спектрах наблюдается снижение интенсивности полос поглощения, а время до полной потери растворимости при термообработке 373К для СКД Nd составляет 50 часов, для СКД Nd заправленного фуллереном составляет 21 час. Аналогично термообработка при  $150^\circ\text{C}$  приводит к потере растворимости каучук СКД Nd через 24 часа, а наличие фуллерена снижает эту величину до 18 часов.

Так для всех товарных каучуков отмечено снижение времени до полной потери раствори-

мости с введением фуллерена, но окисление при этом не происходит, о чем свидетельствуют данные, полученные методом ИК-фурье спектроскопии. На инфракрасных спектрах каучуков при введении смеси фуллеренов происходит снижение полос поглощения для всех образцов, кроме окисленных. Следует также отметить, что введение смеси фуллеренов приводит к замедлению процесса окисления товарного каучука, но влечет за собой потерю растворимости. При этом термообработка пленок как при 373К, так и при 423К выявляет следующую последовательность в периоде потери растворимости: (СКД Nd + фуллерен) < (СКД Ti + фуллерен) < (СКД Ti) < (СКД Nd).

Таким образом, можно рекомендовать использование смеси фуллеренов в качестве вторичного стабилизатора полибутадиенов.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гунаев Г.М., Ильченко С.И., Комарова О.А., Алексашин В.М., Деев И.С., Пономарев А.Н., Никитин В.А.// Пластические массы. 2003. №10. С.15-16.
2. Игуменова Т.И., Попов Г.В., Герасимов В.И.// Сборник тезисов докладов Второго Международного форума по нанотехнологиям «Роснанотех-09». М. «Роснано». 2009. С.453-454.
3. Игуменова Т.И., Герасимов В.И., Попов Г.В., Жабин А.В. Комплексная оценка состава фуллереносодержащего нанотуглерода [Текст] Материалы XV Международной научно-практической конференции «Резиновая промышленность. Сырье. Материалы. Технологии», Москва.2009. С.113-115.
4. Наканиси К. Инфракрасные спектры и строение органических соединений. М.: Мир, 1974. – 220 с.
5. Сиггия С. Инструментальные методы анализа функциональных групп органических соединений. М.: Мир, 1974. – 232 с.

Алиматов Б. А., д-р техн. наук, проф.  
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова  
Садуллаев Х. М., доц.,  
Файзиматов У. Б., аспирант,  
Хаматов З., аспирант  
Ферганский политехнический институт

### ЭКОНОМИЯ ЭНЕРГИИ В ЭКСТРАКЦИОННОЙ УСТАНОВКЕ С ПНЕВМОПЕРЕМЕШИВАНИЕМ ЖИДКОСТЕЙ

aba02101949@rambler.ru

С целью экономии энергии в экстракционной установке с барботажным экстрактором, жидкости в аппарат предлагается подавать с помощью энергии сжатого газа

**Ключевые слова:** экстракция, пневмоперемешивание, экономия энергии, барботажный экстрактор

Принцип пневмоперемешивания реагирующих жидкостей при экстракции заключается в продувании инертного по отношению к жидкостям газа сквозь столб находящихся в аппарате жидкостей. При этом энергия сжатого с помощью компрессора или газодувки газа может быть ещё более эффективно использована для организации процессов жидкостной экстракции с применением экстракторов барботажного типа [1].

В этом случае часть энергии газа Э1 может быть использована непосредственно на пневмоперемешивание жидкостей в экстракторе, а вторая часть энергии газа Э2 может быть применена для подачи реагирующих лёгкой и тяжёлой жидкостей в экстракционный аппарат перед давлением (рис.1), т.е. ёмкости для тяжелой и легкой жидкостей будут играть роль монтажу.

В предыдущем сообщении [2] было установлено, что для перемешивания жидкостей в колонном экстракторе высотой 10 м и диамет-

ром 1 м при пневматическом перемешивании жидкостей затрачивается 4,23 кВт энергии, а при перемешивании многоярусной лопастной мешалкой затраты энергии составляют 12,55 кВт, что примерно в 3 раза больше. При этом нами не была учтена очень важная для барботажных экстракторов особенность, а именно, не учитывалось газосодержание ф в столбе жидкости. Как установлено многочисленными, в том числе и нашими, исследованиями, в случае пузырькового барботажа газа сквозь слой жидкости газосодержание ф обычно не превышает  $0,25 \div 0,3$  [1], поэтому фактически в аппарате высотой 10 м будет находиться столб жидкости высотой  $7 \div 7,5$  м. А это, естественно, снизит затраты энергии на величину ф, т.е. примерно на одну треть. Т.о., при стационарном режиме работы экстракционной установки, общие затраты энергии на пневмоперемешивание жидкостей в барботажном экстракторе составят  $4,23 \cdot (1-0,3) = 2,96$  кВт.

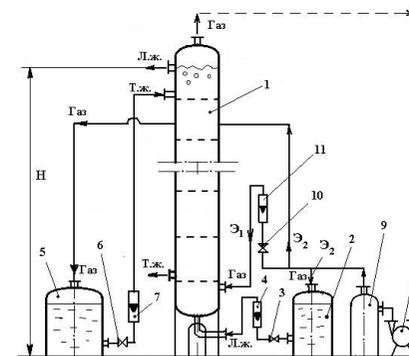


Рисунок 1. Схема экстракционной установки с барботажным экстрактором  
1-барботажный экстрактор; 2,5-ёмкости (монтажу) для лёгкой и тяжёлой жидкостей; 3,6,10-регулирующие вентили; 4,7- расходомеры для лёгкой и тяжёлой жидкостей; 8-компрессор (или газодувка); 9-ресивер; 11-расходомер инертного газа

С целью сравнительной оценки энергоёмкости экстракционных установок с пневмоперемешиванием и с использованием насосов, т.е. процесса перекачки жидкостей с помощью монтажу и с помощью насосов, нами были проведены соответствующие исследования.

На рис.2 представлена типовая классическая схема организации процесса жидкостной экстракции с использованием насосов для перекачивания жидкостей в экстракционный аппарат колонного типа и лопастных мешалок для перемешивания реагирующих лёгкой и тяжелой жидкостей внутри экстрактора. Используемые в данной экстракционной установке насосы 5 и 9 должны наряду с обеспечением необходимой производительности по жидкостям обеспечить и необходимый напор, достаточный для преодо-

ления гидравлического сопротивления столба жидкости в экстракционном аппарате 1 высотой  $H$ . Указанные расходы жидкостей регулируются при помощи вентилей 7,11 и контролируются расходомерами 6,10. Перемешивание реагирующих лёгкой и тяжёлой жидкостей в экстракторе осуществляется при помощи лопастной мешалки 3, приводимой во вращение электродвигателем 2, который потребляет более 12,55 кВт электроэнергии [2].

Дополнительные затраты энергии для обеспечения работы экстракционной установки, представленной на рис.2, складываются из энергии, потребляемой насосами 5 и 9 для подачи в экстрактор лёгкой и тяжёлой жидкостей соответственно.

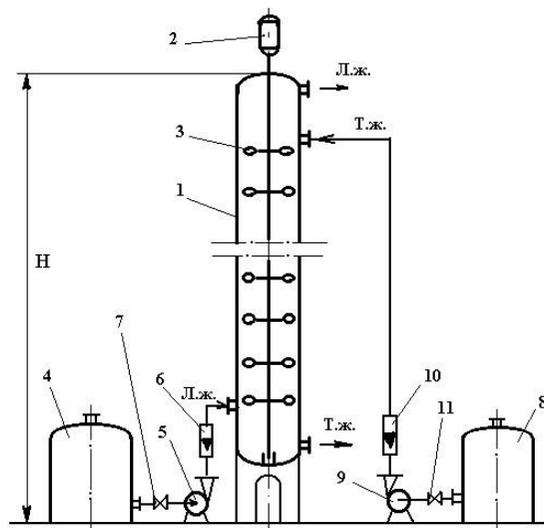


Рисунок 2. Схема экстракционной установки с применением насосов для подачи реагирующих жидкостей в экстрактор

1-колонный экстрактор; 2-электродвигатель мешалки; 3-многоярусная лопастная мешалка; 4,8-ёмкости для лёгкой и тяжёлой жидкостей; 5,9-насосы для подачи лёгкой и тяжёлой жидкостей; 6,10-расходомеры лёгкой и тяжёлой жидкостей; 7,11-регулирующие вентили

Для определения количества энергии, потребляемой насосами 5 и 9, осуществляющих подачу в колонный экстрактор лёгкой и тяжёлой жидкостей, воспользуемся данными сообщения [2], а именно, примем диаметр аппарата  $D=1$  м, высоту аппарата  $H=10$  м, диаметр мешалки  $d_m=0,3$  м. При этих условиях насосы 5 и 9 должны преодолевать сопротивление столба жидкости в аппарате высотой  $H=10$  м. Согласно [3], мощность, потребляемая центробежным насосом определяется как:

$$N = Q \cdot \rho \cdot g \cdot H / 1000 \cdot \eta \quad (1)$$

где  $Q$ -объемная производительность насоса,  $\text{м}^3/\text{с}$ ;  $\rho$  – плотность перекачиваемой жидкости;  $g=9,81 \text{ м}/\text{с}^2$  – ускорение свободного падения;  $H$  – напор, создаваемый насосом, м;  $\eta=0,4-0,5$  – к.п.д. насоса.

Объемную производительность насоса можно определить исходя из условия осаждения капель дисперсной фазы, а именно, скорость осаждения капель дисперсной фазы должна

быть больше скорости сплошной среды в аппарате.

Для колонн с мешалками диаметр капель можно определить по зависимости [4]:

$$d_k = d_m [ 0,06 (1 + 9\phi_d) ] \cdot [ n^2 \cdot d_m^3 \cdot (0,6 \rho_d + 0,4 \rho_c) \cdot (1/\sigma) ]^{0,6} \quad (2)$$

где  $\phi_d = 0,1-0,3$  –объемная доля дисперсной фазы;

$n = 3,2$  об/с -число оборотов мешалки;

$\rho_d$  –плотность дисперсной фазы,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;

$\rho_c$  – плотность сплошной фазы,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;

$\sigma$  –межфазное натяжение жидкостей, Н/м.

Для большинства промышленных жидкостных систем:

$$\rho_d = 1000 \div 1400 \text{ кг}/\text{м}^3, \quad \rho_c = 800 \div 1000 \text{ кг}/\text{м}^3, \\ \sigma = 12 \div 40 \text{ Н}/\text{м}.$$

По подстановке численных значений, получаем:

$$d_k = 0,3 [ 0,06 (1 + 9 \cdot 0,2) ] \cdot [ 3,2^2 \cdot 0,3^3 \cdot (0,6 \cdot 1150 + 0,4 \cdot 900) \cdot (1/30) ]^{0,6} = 3,3 \cdot 10^{-4} \text{ м}.$$

Скорость сплошной фазы в аппарате можно установить по скорости осаждения капель дисперсной фазы, используя подход, предложенный нами в работе [5], и найти указанную скорость по зависимости:

$$v_c = v_{oc} = [ 0,8 (\rho_d - \rho_c) \cdot g \cdot d_k^2 \cdot (\mu_c + \mu_d) ] / [ 6 \mu_c \cdot (2 \mu_c + 3 \mu_d) ] \quad (3)$$

где  $\mu_c = 0,8 \div 15 \text{ мПа} \cdot \text{с}$  – вязкость сплошной среды;

$\mu_d = 0,8 \div 15 \text{ мПа} \cdot \text{с}$  – вязкость дисперсной фазы.

По подстановке численных значений, получаем:

$$\dot{\omega}_c = [ 0,8 (1150 - 900) \cdot 9,8 \cdot (3,3 \cdot 10^{-4})^2 \cdot (10 \cdot 10^6 + 10 \cdot 10^6) ] / [ 6 \cdot 10 \cdot 10^6 \cdot (2 \cdot 10 \cdot 10^6 + 3 \cdot 10 \cdot 10^6) ] = 7683 \cdot 10^{-8} \text{ м}/\text{с}.$$

Необходимое количество сплошной фазы, или объемную производительность насоса  $Q$  можно определить по равенству:

$$Q = F \cdot \dot{\omega}_c \quad (4)$$

где  $F$  – площадь поперечного сечения экстрактора,  $\text{м}^2$ .

По подстановке численных значений, имеем:  $Q = 0,785 \cdot 12 \cdot 7683 \cdot 10^{-8} = 6 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{с}$ .

Наконец, по подстановке полученных значений в равенство (1), получаем искомую мощность насоса для подачи жидкости в экстрактор:  $N = 6 \cdot 10^{-5} \cdot 900 \cdot 9,8 \cdot 10 / 1000 \cdot 0,4 = 1,32 \text{ кВт}$

Таким образом, при эксплуатации экстракционной установки с применением колонного экстрактора, снабженного мешалками, когда подача жидкостей в аппарат осуществляется двумя центробежными насосами, общий расход энергии составляет  $1,32 \cdot 2 + 12,55 = 15,1 \text{ кВт}$ , тогда как при использовании барботажного экстрактора этот показатель равен всего 2,96 кВт.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1.Алимов Б.А. Развитие научных основ конструирования жидкостных экстракторов с пневмоперемешиванием. Автореф. дисс...д.т.н. Ташкент, ТГТУ, 2003. – 45 с.

2.Алимов Б.А., Конев А.А., Файзиматов У.Б. Затраты энергии при пневматическом и механическом перемешивании несмешивающихся жидкостей // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова 2011, № 3. С. 111-112

3. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии: учебное пособие [Текст] / К.Ф.Павлов, П.Г.Романков, А.А.Носков. - Л.: Химия, 1987. -576 с.

4. Берестовой А.М., Белоглазов И.Н. Жидкостные экстракторы [Текст] / А.М.Берестовой, И.Н.Белоглазов. – Л.: Химия, 1982. - 208 с.

5. Алимов Б.А. Расчет величины отстойной зоны барботажного экстрактора // Науч.-техн. журн. Ферганск. политехн. ин-та. 1998, №1. С.86-89.

Бедина В. И., м.н.с.,  
Евтушенко Е. И., д-р техн. наук, проф.,  
Морева И. Ю., канд. техн. наук, доц.,  
Скиба А. А., аспирант

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

## ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ МАЛОУСАДОЧНЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ КОМПОЗИТОВ\*

tdko@intbel.ru

Данная работа посвящена получению и исследованию керамических композиционных материалов с низкой усадкой. В качестве матрицы использованы искусственные керамические вяжущие фарфорового состава. Разработана технология получения наполнителя из пластичных масс методом микрогранулирования, определен оптимальный гранулометрический состав наполнителя. Полученный керамический композит обладает повышенными физико-механическими характеристиками.

**Ключевые слова:** керамический композит, матрица, искусственные керамические вяжущие, наполнитель, шамот, гранулометрический состав, усадка, прочность.

Традиционно для производства керамических изделий методом шликерного литья применяют многокомпонентные массы на основе глинистых композиций. Эта технология позволяет получать изделия достаточно сложной формы. Однако фарфоро-фаянсовые массы характеризуются весьма высокими усадочными характеристиками, достигающими 10-15% [1]. В результате, в материале происходит накопление излишних напряжений, которые ведут к деформации изделий в процессе их термической обработки, образованию трещин. Поэтому получение малоусадочных материалов особенно при изготовлении крупногабаритных изделий и изделий технической керамики является актуальной задачей, для решения которой необходимо выявление основных закономерностей формирования плотных малопористых структур.

Данная работа посвящена получению и исследованию керамических композиционных материалов. В качестве матрицы предлагается использовать искусственные керамические вяжущие (ИКВ). Данная технология предусматривает использование термической активации сырья (получение керамического прекурсора) с последующим мокрым помолом до получения литевой суспензии высокой плотности [2, 3]. При этом фазовые и структурные изменения, происходящие в материале при термоактивации, позволяют нивелировать колебания химического и минералогического состава компонентов массы, снизить требования к сырьевым материалам. Установлена возможность получения ИКВ на основе двухкомпонентных сырьевых масс [4]. Получаемые вяжущие суспензии обладают качественно лучшими характеристиками, например, по сравнению с традиционно используемым шликером (ООО «ОСМиБТ», г. Старый Оскол): более высокой плотностью, низкой влажностью

при сохранении текучести (табл. 1). В получаемой суспензии формируется оптимальное количество нанодисперсного модифицирующего компонента (до 4 мас.%), который не только определяет вяжущие свойства суспензии, но и обеспечивает снижение температуры спекания и начала синтеза основных кристаллических фаз керамических композитов, достижение необходимых физико-механических и функциональных характеристик готовых изделий. Материал матрицы после обжига характеризуется улучшенными физико-механическими показателями (см. табл. 2). В частности, общая усадка снижается более чем в 2 раза.

Еще более снизить усадочные явления можно путем введения в матрицу дисперсного наполнителя. Для производства фарфоро-фаянсовых изделий методом литья наиболее целесообразно применение специально приготовленного шамота.

Разработана технология получения шамотного наполнителя из пластичных масс [5], включающая приготовление сырьевой смеси, микрогранулирование и обжиг при температурах 1150-1200°C. Гранулометрический состав полученного наполнителя: содержание фракции 200-250 мкм составляет 15-20%, 60-200 мкм – 65%, менее 60 мкм – не более 15%. Водопоглощение шамотных гранул, обожженных при температуре 1150°C, составило 3,9%, при 1200°C – 3,7%. Исследования структуры и формы зерен показали, что полученный шамотный наполнитель представлен плотными окатанными гранулами (рис. 1).

По данным рентгенофазового анализа (рис. 2.), после термообработки в полученном материале присутствует значительное количество стеклофазы, о чем свидетельствует наличие интенсивного гало. Кристаллическая фаза полу-

ченного шамотного наполнителя представлена кварцем ( $d/n, \text{Å} - 4,301; 3,363; 1,705$ ) и муллитом ( $d/n, \text{Å} - 5,438; 3,408; 2,549; 2,214$ ), с ростом

температуры обжига содержание последнего растет, а кварца снижается.

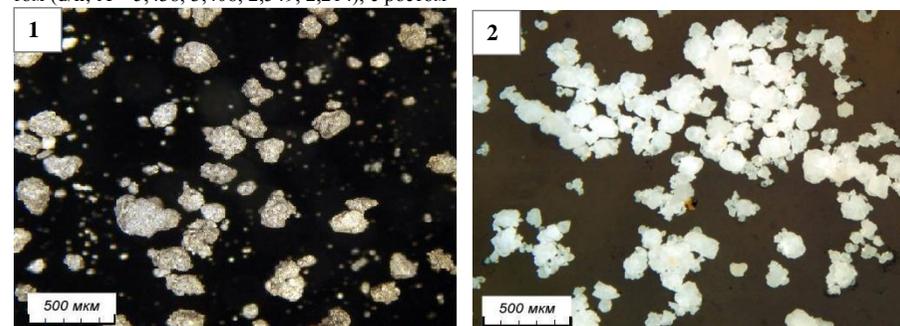


Рисунок 1. Гранулы шамотного наполнителя: 1 – после формирования; 2 – обожженные при температуре 1150 °С

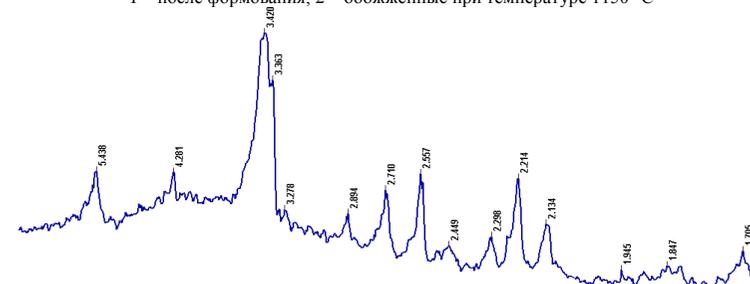


Рисунок 2. Рентгенограмма шамотного наполнителя, обожженного при 1150 °С

Наполнитель вводили в ИКВ в количестве 30 и 40%. Введение наполнителя в ИКВ существенно не изменяет реологические свойства литевой системы: снижается эффективная вязкость, характер течения остается тиксотропным.

Установлено, что направленное регулирование дисперсного состава литевой суспензии

путем введения наполнителя обеспечивает снижение влажности шликера, увеличение скорости набора массы в 1,5 раза (рис. 3). Равномерное распределение частиц наполнителя по всему объему матрицы способствует повышению прочности отливок.

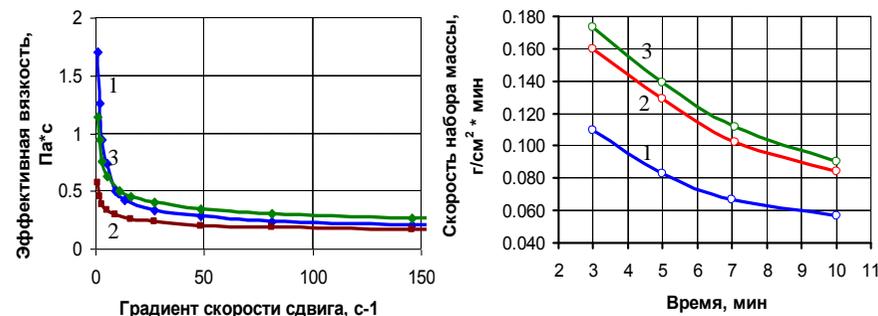


Рисунок 3. Реологические характеристики (а) и скорость набора массы (б) исследуемых суспензий: 1 – ИКВ; 2 – ИКВ с 30% наполнителя; 3 – ИКВ с 40% наполнителя

Таблица 1

## Характеристики литьевых суспензий

Материал	Теку- мость через 30 с., сек.	Влаж- ность шлике- ра, %	Плотность шликера, кг/м <sup>3</sup>
Традиционный шликер	9	40,2	1740
ИКВ	33	19,4	2020
ИКВ с 30% наполнителя, полученного при 1150°C	185	14,5	2110
ИКВ с 40% наполнителя, полученного при 1150°C	–	12,3	2170
ИКВ с 30% наполнителя, полученного при 1200°C	175	14,3	2140
ИКВ с 40% наполнителя, полученного при 1200°C	–	12,8	2180

Установлено, что введение наполнителя в массу позволяет получить материал с улучшенными физико-механическими характеристиками (табл. 2). При температуре 1200°C образцы имеют низкие значения водопоглощения (не более 1%), характерные для фарфоровых изделий. Отмечено, что с увеличением температуры об-

жига вводимого наполнителя водопоглощение изделий увеличивается. Оптимальной температурой предварительного обжига для шамота является 1150°C. Вероятно, это связано с тем, что после термообработки при этой температуре (1150°C) в материале наполнителя еще сохраняется способность к структурным преобразованиям при конечной термообработке композита (1200°C). Это в свою очередь обеспечивает релаксацию напряжений на границе «наполнитель – керамическая матрица».

Модифицирование литьевой массы шамотным наполнителем позволяет снизить линейную усадку изделий на 30%. При этом с увеличением содержания наполнителя в массе наблюдается рост прочности при сжатии.

Наилучшие результаты достигаются (см. табл. 2) при использовании искусственных вяжущих с добавлением 30-40% шамотного наполнителя, синтезированного при температуре 1150°C. Полученный композиционный материал характеризуется водопоглощением – 0,6-0,7%, общей усадкой – около 5% и прочностью при сжатии более 140 МПа. В результате полученный композит по физико-механическим характеристикам в 1,5–2 раза опережает не только материалы на основе ИКВ без наполнителя, но и показатели прочности фарфоро-фаянсовых изделий, получаемых по традиционным технологиям.

Таблица 2

## Физико-механические характеристики образцов, обожженных при температуре 1200 °С

Материал	Усадка, %		Водопогло- щение, %	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Прочность при сжатии, МПа
	воздушная	огневая			
Традиционный шликер	4,0	11,8	0,3	2300	97
ИКВ	0,5	6,5	0,7	2370	110
ИКВ с 30% наполнителя (1150°C)	0,4	4,5	0,7	2340	140
ИКВ с 40% наполнителя (1150°C)	0,2	5,2	0,6	2390	160
ИКВ с 30% наполнителя (1200°C)	0,4	4,4	1,0	2330	130
ИКВ с 40% наполнителя (1200°C)	0,2	4,6	0,8	2350	150

По данным рентгенофазового анализа (рис. 4), кристаллическая фаза матрицы на основе ИКВ представлена кварцем (d/n, Å – 4,291; 3,363; 2,290; 2,134; 1,822), муллитом (d/n, Å – 5,438; 2,508; 2,243) и кристобалитом (d/n, Å – 4,095; 2,880). Введение шамотного наполнителя

сокращает интенсивность кристаллизации кристобалита и кварца. Наблюдается более интенсивное образование муллита, что, вероятно, и обеспечивает более высокую прочность получаемых композиционных материалов.

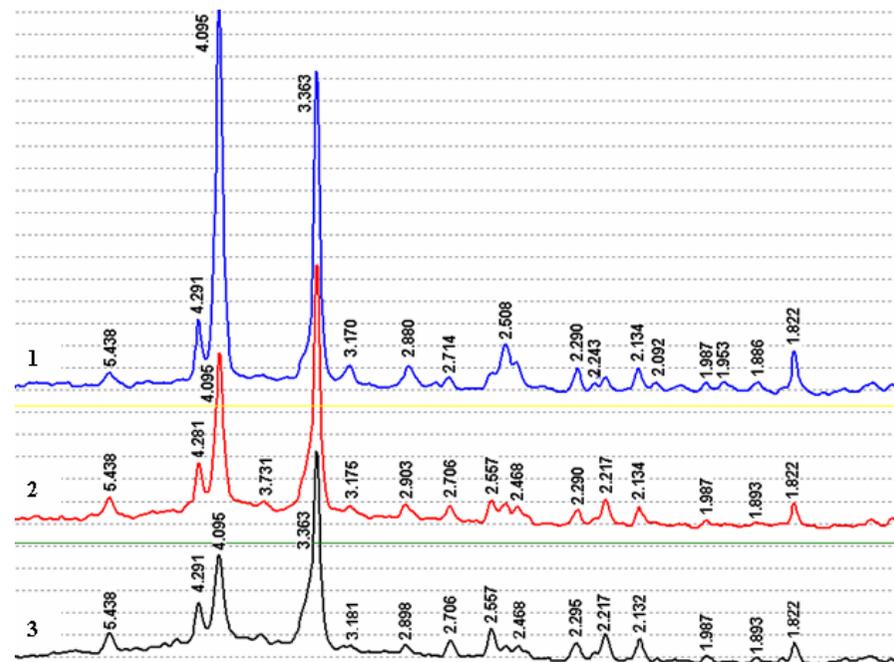


Рисунок 4. Изменение фазового состава образцов, обожженных при температуре 1200 С:  
1 – ИКВ; 2 – ИКВ с 30% наполнителя; 3 – ИКВ с 40% наполнителя

Таким образом, использование наполнителей в фарфоро-фаянсовых литьевых системах на основе предложенных искусственных керамических вяжущих позволяет дополнительно регулировать реотехнологические свойства суспензий, управлять процессами формования и получать изделия с низкой огневой усадкой.

\*Исследования проведены в рамках ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы» ГК № 14.740.11.0482.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мороз И.И. Технология фарфоро-фаянсовых изделий / И.И. Мороз. – М.: Стройиздат, 1984. – 331 с.
2. Евтушенко Е.И. Активационные процессы и совершенствование подготовки сырья в технологии керамики / Е.И. Евтушенко, О.К. Сыса, И.Ю. Морева, В.И. Бедина, А.И. Бредихина, А.А. Скиба // Стекло и керамика, 2009. – №1. – С. 15-16.
3. Пат. 2392248 Российская Федерация, МПК7 С 04 В 33/24, С 04 В 33/28. Способ приготовления керамического шликера / Е.И. Евтушенко, И.Ю. Морева, В.И. Бедина, В.А. Дорога-

нов, А.А. Скиба; заявитель и патентообладатель Белгор. гос. технол. ун-т. – №2009112223/03; заявл. 02.04.2009; опубл. 20.06.2010, Бюл. №17. – 4 с.

4. Евтушенко Е.И. Фарфоро-фаянсовые изделия на основе двухкомпонентных связующих / Е.И. Евтушенко, И.Ю. Морева, В.И. Бедина, Т.А. Рыбина // Материалы II семинара-совещания ученых, преподавателей, ведущих специалистов и молодых исследователей «Керамика и огнеупоры: перспективные решения и нанотехнологии». – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г.Шухова, 2009. – С. 255–258.

5. Бедина В.И. Эффективные наполнители для производства изделий тонкой керамики / В.И. Бедина, О.С. Кебикова // Материалы II семинара-совещания ученых, преподавателей, ведущих специалистов и молодых исследователей «Керамика и огнеупоры: перспективные решения и нанотехнологии». – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г.Шухова, 2009. – С. 138–141.

Мишин Д. А., канд. техн. наук, ст. препод.,  
Лугинина И. Г, д-р техн. наук, проф.  
Рыбакова М. В., аспирант,  
Клунный А. И., студент

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

## УВЕЛИЧЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЙСТВИЯ ПАВ ПРИ ПОМОЛЕ ПОРТЛАНДЦЕМЕНТНОГО КЛИНКЕРА

marina-rybakova@yandex.ru

В результате исследований выявлено, что эффективность действия интенсификаторов помола при измельчении клинкера можно регулировать за счет обеспечения предварительного, контролируемого контакта между измельчаемым материалом и ПАВ. Приведены результаты промышленных испытаний по помолу клинкера с использованием интенсификатора помола «Литопласт ИИ».

**Ключевые слова:** помол, интенсификатор помола, ПАВ, удельная поверхность, клинкер.

Интенсификация технологических процессов производства и улучшение на этой основе качества выпускаемой продукции – является одной из важнейших задач, стоящих перед отраслью [1]. В производстве цемента и других строительных материалов особое значение имеет процесс измельчения, являющийся одной из наиболее энергоемких операций: на него затрачивается около 35 – 40 % всей расходуемой на производство цемента электроэнергии [2-4]. Поэтому, каждое мероприятие, способствующее интенсификации процессов измельчения, может в общем масштабе дать весьма значительный экономический эффект.

Применение интенсификаторов помола в целях повышения эффективности работы помольных установок является общей тенденцией в мировой цементной промышленности. Этот способ интенсификации должен развиваться в сторону внедрения интенсификаторов помола, вводимых непосредственно в мельницу и поиска новых ПАВ, количество которых, будет ниже 0,005 – 0,01 %. Однако достигнуть значений менее 0,005 % одним только изменением структу-

ры или химического состава ПАВ затруднительно. Кроме этого необходимо менять технологию ввода интенсификатора помола.

Таким образом, целью данной работы является интенсификация воздействия ПАВ на кинетику измельчения портландцементного клинкера.

Исходя из природы механизма действия интенсификаторов помола, в общем случае, эффективными являются те, которые вступают в химическое взаимодействие с поверхностью твердого тела (хемосорбция). Регулировать процесс химического взаимодействия можно температурой и временем выдержки. Исходными материалами являлись клинкера ЗАО «Белгородский цемент» (БЦЗ) и ОАО «Себряковцемент» (СебЦЗ), характеристика которых представлены в табл. 1. В качестве интенсификаторов помола использовали ПАВ «Литопласт ИИ», «Литопласт 2И», «Литопласт 3И», «Литопласт 4И», «Литопласт 5И» фирмы ООО «Полипласт Новомосковск», представляющие собой модифицированные полиметиленафталинсульфонаты с различной степенью полимеризации. Характеристика ПАВ представлена в табл. 2.

Таблица 1

### Характеристика клинкеров ЗАО «Белгородский цемент» и ОАО «Себряковцемент», масс. %

Завод	CaO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	C <sub>3</sub> S	C <sub>2</sub> S	C <sub>3</sub> A	C <sub>4</sub> AF	КН	n	p
БЦЗ	66,8	21,59	5,38	4,37	0,71	62,9	15,0	6,6	13,4	0,92	2,21	1,23
СебЦЗ	66,36	21,4	5,56	4,17	1,26	61,81	16,58	7,66	12,68	0,91	2,20	1,33

Таблица 2

### Характеристика интенсификаторов помола

Параметр	Марка интенсификатора помола				
	ИИ	2И	3И	4И	5И
Концентрация, %	42,5	43	39,5	37	37,5
Плотность, г/см <sup>3</sup>	1,23	1,24	1,21	1,24	1,24

Помол предварительно дробленого клинкера, состоящего из фракций -1,25+0,315 мм – 65% и -0,315 мм – 35%, проводили в лабораторной шаровой мельнице объемом 1 литр. Количество гипса в цементе – 4 %. Масса измельчаемого цемента со-

ставляла 100 г, а концентрация интенсификаторов была равна 0,025 % от массы сухого вещества. Исследуемая концентрация соответствовала концентрации, при которой происходит насыщение адсорбционного монослоя, определенной на цементе ОАО «Топкинский цементный завод» [5]. Удельную поверхность определяли методом воздухопроницаемости на приборе ПСХ. Для испытаний пробы материала отбирали через равные промежутки времени, затем возвращали в мельни-

цу и продолжали помол до удельной поверхности ≈ 300 м<sup>2</sup>/кг.

Ввод ПАВ осуществляли двумя способами. Первый способ соответствовал традиционным способам ввода ПАВ на клинкер, находящийся на транспортной ленте питателя мельницы, или его распыление в первую камеру мельницы. В этом случае ПАВ распределяется по поверхности клинкера в первой камере мельницы. В лабораторных условиях такой ввод ПАВ моделировали, вводя необходимое количество интенсификатора на небольшое количество (1–2 г) дробленого клинкера, который затем тщательно перемешивали и высыпали в мельницу с клинкером и гипсом.

Вторым способом интенсифицировали химическую реакцию между ПАВ и клинкером. Для этого ПАВ распылялся из пульверизатора на поверхность клинкера, находящегося в емкости и предварительно нагретого в сушильном шкафу до

100 °С. После этого емкость герметично закрывали, встряхивали несколько раз для перемешивания и оставляли остывать закрытой на 24 часа. Через сутки остывший клинкер высыпали в мельницу, вводили гипс и осуществляли помол.

Прочность при сжатии цементов определяли на цементном тесте с В/Ц=0,3 в кубках с размером ребра 1,41×1,41 см.

Рассматриваемая серия интенсификаторов помола по-разному влияет на кинетику помола клинкера при традиционном вводе ПАВ по первому способу. Например, наибольшее увеличение скорости измельчения для клинкера БЦЗ наблюдается для добавок «Литопласт ИИ», а «Литопласт 3И» наоборот тормозит измельчение (табл. 3). Остальные интенсификаторы помола «Литопласт 2И», «Литопласт 4И», «Литопласт 5И» не изменяли скорость измельчения клинкера.

Таблица 3

### Влияние традиционного ввода ПАВ на изменение удельной поверхности (S<sub>уд</sub>) при помолу клинкеров ЗАО «Белгородский цемент» и ОАО «Себряковцемент», м<sup>2</sup>/кг

Время помола, мин	Модификация интенсификатора помола серии «Литопласт И»					
	ЗАО «Белгородский цемент»			ОАО «Себряковцемент»		
	без ПАВ	ИИ	3И	без ПАВ	ИИ	3И
0	30	30	30	30	30	30
5	89	86	86	98	88	89
10	117	116	98	142	129	124
20	183	175	105	201	182	192
30	227	230	108	252	230	246
40	258	268	170	287	279	275
45	276	290	196	299	292	307
50	290	300	218	-	-	-
Увеличение S <sub>уд</sub> , %	0	3,4	-24,8	0	-2,3	2,7

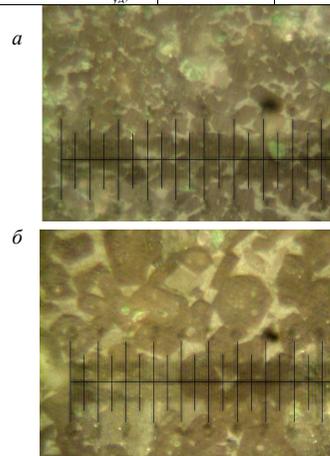


Рисунок 1. Микроструктура клинкеров  
а) ЗАО «Белгородский цемент»;  
б) ОАО «Себряковцемент».

Цена одного деления шкалы линейки 10 мкм

Несколько по-другому ПАВы действуют при измельчении клинкера СебЦЗ. В данном случае наиболее эффективной оказалась добавка «Литопласт 3И», а «Литоласт ИИ» несколько замедлила скорость измельчения (табл. 3).

Клинкеры исследуемых заводов обладают различной размываемостью. Так клинкер СебЦЗ без ПАВ размывается значительно быстрее, чем клинкер БЦЗ (табл. 3). Химический состав исследованных клинкеров одинаков. Отличия наблюдаются в их микроструктуре (рис.). Кристаллы алита и белита клинкера ОАО «Себряковцемент» гораздо больше по размеру, чем у Белгородского клинкера. Средний размер кристаллов алита клинкера БЦЗ составляет 10–14 мкм, а у клинкера СебЦЗ – 30–34 мкм. Кристаллы алита клинкера СебЦЗ характеризуются включениями белита. Этот факт вызывает предварительные напряжения в кристаллах алита, так как коэффициенты термического расширения алита и белита отличаются примерно в 1,5 раза. Данное явление возможно и объясняет более высокую скорость измельчения клинкера

ОАО «Себряковцемент» и увеличение скорости измельчения с «Литопласт 3И» в сравнении с клинкером ЗАО «Белгородский цемент».

Для активизации воздействия ПАВ изменили условия ввода по второму способу, при котором улучшается предварительное усреднение между клинкером и ПАВ, а увеличенная температура клинкера до 100 °С и выдержка интенсифицирует взаимодействие добавки с поверхностью клинкера. Эти воздействия позволили увеличить скорость измельчения клинкера с добавкой ИИ с 3,4 % (табл. 3) до 10,7 % (табл. 4), а с добавкой 3И увеличили на 24,8 %, что позволило сравниться по темпу измельчения с бездобавочным клинкером.

Таблица 4

**Влияние распыления ПАВ на разогретый до 100 °С клинкер ЗАО «Белгородский цемент» с последующей выдержкой в течении 1 суток по способу № 2 на изменение удельной поверхности при помоле, м<sup>2</sup>/кг**

Время помола, мин	Интенсификатор помола					
	без ПАВ	ИИ	2И	3И	4И	5И
5	89	95	107	87	86	81
10	117	125	160	123	127	120
20	183	193	194	180	177	181
30	227	240	216	225	218	219
40	258	278	272	271	267	256
45	276	294	274	280	273	262
50	290	321	307	292	287	276
Увеличение $S_{уд}$ , %	-	10,7	5,9	0,0	0,0	-4,8

Сравнение результатов полученных в промышленных испытаниях с лабораторными исследованиями показывают их несоответствие. В лабораторных испытаниях эффект от ввода ПАВ почти всегда ниже, чем при промышленном испытании. Поэтому эффект на практике при вводе ПАВ по способу №2 может быть гораздо выше, чем при традиционном вводе интенсификаторов помола за счет увеличения степени протекания реакции между ПАВ и клинкером и более равномерного распределения добавки по поверхности измельчаемого материала.

При изменении способа ввода оптимальная концентрация не изменяется и согласно эксперименту для «Литопласт ИИ» составляет 0,025 % (табл. 5).

Использование интенсификаторов помола по второму способу, при помоле клинкера ЗАО «Белгородский цемент», не ухудшает качества полученного цемента. Использование интенсификатора помола «Литопласт ИИ» увеличивает начальную прочность на сжатие в возрасте 2-х суток образцов Белгородского цемента относительно бездобавочного на 45 %, а через 28 су-

ток прочность практически не отличается от контрольного цемента без ПАВ. Тогда как прирост прочности с интенсификатором помола «Литопласт ИИ» на Себряковском цементе в 2-х суточном возрасте составил 37 % (табл. 6).

Таблица 5

**Влияние концентрации ПАВ введенного по второму способу на изменение удельной поверхности при помоле клинкера ЗАО «Белгородский цемент», м<sup>2</sup>/кг**

Время помола, мин	Концентрация «Литопласт ИИ», %			
	0	0,02	0,025	0,03
0	30	30	30	30
5	89	74	92	90
10	117	96	135	114
20	183	158	232	176
30	227	213	249	210
40	258	243	274	251
45	276	260	298	274
50	290	284	323	292

Таблица 6

**Влияние ввода ПАВ по второму способу на прочность при сжатии цементов исследуемых заводов, МПа**

Время твердения, сут	Клинкер завода			
	БЦЗ		СебЦЗ	
	без ПАВ	ИИ	без ПАВ	ИИ
2	24	35	19	26
7	40	43	43	64
28	60	58	67	89

Для определения возможности и целесообразности предложенного подхода активизации действия ПАВ в производственных условиях провели испытания на шаровой трубной мельнице Ø4x13,5 м. Для апробирования выбрали ПАВ «Литопласт ИИ», который вводили на клинкер из холодильника, находящийся в ковшках транспортера в концентрации 0,034 %. Температура клинкера за время испытания колебалась в интервале 90-140 °С. Клинкер с введенным интенсификатором помола, перед тем как попасть в мельницу, вылежался в течении 2 суток в клинкерном силосе. Производительность мельницы до поступления клинкера с ПАВ составляла 83 т/ч (табл. 7). При этом средневзвешенный диаметр клинкера составлял 6,45-8,10 мм. После того, как в мельницу начал поступать из силоса клинкер с ПАВ удельная поверхность цемента возросла до 410 м<sup>2</sup>/кг при производительности мельницы 85 т/ч. Следует отметить, что даже при увеличении производительности до 88 т/ч, одновременно с увеличением средневзвешенного диаметра клинкера, поступающего в мельницу с 10,07 до 26,4 мм, удельная поверхность получаемого цемента осталась высокой (384 м<sup>2</sup>/кг), а  $R_{008}$  практически не изменился.

Сравнить измененный способ ввода ПАВ с традиционным вводом не удалось.

Таблица 7

**Характеристика работы заводской мельницы Ø4x13,5 м при вводе ПАВ на клинкерный транспортер холодильника**

Дата, Время	Производительность мельницы, т/ч	$R_{008}$ , %	$S_{уд}$ , м <sup>2</sup> /кг	Средневзвешенный диаметр клинкера, мм
15.05.11, 3:00	82,78	-	-	6,45
4:00	83,02	8,4	370	-
6:00	82,90	7,8	380	-
6:30	83,23	-	-	8,10
15:20	85,20	8,0	323	-
16:00-17:00	клинкер с ПАВ начал поступать в мельницу			
17:15	84,90	7,7	389	5,36
20:30	85,11	6,9	410	8,09
16.05.11, 2:00	85,02	8,7	405	-
3:00	85,1	-	-	10,07
4:30	88,0	-	-	-
6:00	87,8	-	-	26,4
7:00	88,01	8,3	384	-
9:00	87,97	-	-	13,24

Для определения возможности и целесообразности предложенного подхода активизации действия ПАВ в производственных условиях провели испытания на шаровой трубной мельнице Ø4x13,5 м. Для апробирования выбрали ПАВ «Литопласт ИИ», который вводили на клинкер из холодильника, находящийся в ковшках транспортера в концентрации 0,034 %. Температура клинкера за время испытания колебалась в интервале 90-140 °С. Клинкер с введенным интенсификатором помола, перед тем как попасть в мельницу, вылежался в течении 2 суток в клинкерном силосе. Производительность мельницы до поступления клинкера с ПАВ составляла 83 т/ч (табл. 7). При этом средневзвешенный диаметр клинкера составлял 6,45-8,10 мм. После того, как в мельницу начал поступать из силоса клинкер с ПАВ удельная поверхность цемента возросла до 410 м<sup>2</sup>/кг при производительности мельницы 85 т/ч. Следует отметить, что даже при увеличении производительности до 88 т/ч, одновременно с увеличением средневзвешенного диаметра клинкера, поступающего в мельницу с 10,07 до 26,4 мм, удельная поверхность получаемого цемента осталась высокой (384 м<sup>2</sup>/кг), а  $R_{008}$  практически не изменился. Сравнить измененный способ ввода ПАВ с традиционным вводом не удалось.

Таким образом, можно сделать вывод, что согласно лабораторным исследованиям регулирование химической реакции между ПАВ и клинкером интенсифицирует процесс измельчения клинкера.

Для интенсификаторов помола «Литопласт ИИ» и «Литопласт ИЗ» наилучшей температурой нагрева для клинкеров Белгородского и Себряковского заводов является 100 °С и время вы-

держки 24 часа, при этом увеличение скорости измельчения составляет более 10 %.

Промышленные испытания показали, что ввод интенсификатора помола «Литоласт ИИ» на клинкер, выходящий из холодильника, увеличивает производительность мельницы с 83 до 88 т/ч при сохранении удельной поверхности цемента 384-410 м<sup>2</sup>/кг.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Крыхтин, Г.С. Интенсификация работы мельницы / Г.С. Крыхтин, Л.Н. Кузнецов. – Новосибир.: Наука. – 1993. – 239 с.
2. Дешко, Ю.И. Измельчение материалов в цементной промышленности / Ю.И. Дешко, М.Б. Креймер, Г.С. Крыхтин. – Издание второе. М.: Изд-во лит-ры по строительству. – 1966. – 272с. – ISBN.
3. Ходаков, Г.С. Тонкое измельчение строительных материалов / Г.С. Ходаков. – М.: Издательство литературы по строительству. – 1972. – 239 с.
4. Рояк, С. М. Сопrotивляемость размолу клинкеров и условия процесса измельчения / С.М. Рояк, В.З. Пирожков // Как привлечь потребителя и увеличить сбыт продукции в условиях кризиса: тез. докл. XXIII Всерос. (VII Международное) совещание начальников лабораторий цементных заводов, 26-29 окт. 2010 г. – М., 2010. – С. 213-218.

# ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ

Полюянов В. П. д-р хим. наук, проф.  
Харьковский институт экологии и социальной защиты

## СЦЕНАРИИ РАЗВИТИЯ СИНЕРГЕТИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ В ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОПРИРОДНЫХ ПРОЦЕССАХ

zchs@intbel.ru

*В статье рассматривается проблема сценарии развития синергетических явлений в природных и техноприродных процессах. Анализируется синергетическая модель сценарий развития и трансформация различных опасных природных и техногенных процессов сопровождающих прохождением мощных циклов. Подробно описывается синергетический эффект для сейсмических сотрясений и ободувленных ими крупных оползней и обвалов.*

**Ключевые слова:** синергетические явления, развитие, природные и техноприродные процессы, экология, катастрофы.

Синергетика является новым, бурно развивающимся направлением в современной науке, изучает процессы самоорганизации в отдельных фрагментах природной реальности и строит модель, которая позволяет описать и теоретически их представить. Эта модель оказывается глубоко содержательной и успешно функционирует во многих областях научного познания. Синергетические модели не содержат никаких предписаний, принуждений к природе и вести себя именно так, а не иначе. Использовать синергетические модели – значит лучше понять внутренние механизмы эволюции и самоорганизации сложности в природе. На основе синергетики строится определенное мировидение, которое перешагивает границы базовых научных дисциплин и выходит на мета – научный уровень.

Человек с древнейших времен испытывал постоянную незащищенность перед грозными проявлениями могущества природных процессов. В истории цивилизации многие природные катастрофы сопровождались крупными социальными потрясениями.

Анализ развития природных катастрофических явлений на Земле показывает, что, несмотря на научно-технический прогресс, защищенность людей и техносферы от природных опасностей не возрастает.

В настоящее время в мире существует понимание того, что природные катастрофы – это глобальная проблема, являющаяся источником глубочайших гуманитарных потрясений.

В одной из своих работ В.И. Вернадский писал: «Земная поверхностная оболочка, не может рассматриваться как область только вещества, это область энергии» [2]. На поверхности Земли и в прилегающих к ней слоях атмосферы идет развитие множества сложнейших физических, физико-химических и биохимических процессов, сопровождающихся обменом и взаимной трансформацией различных видов энергии. Источником энергии являются процессы реорганизации вещества, происходящие внутри Земли, физические и химические взаимодействия ее внешних оболочек и физических полей, а также гелиофизические взаимодействия. Эти процессы лежат в основе эволюции Земли и ее природной обстановки, являясь источником постоянных преобразований облика нашей планеты – ее геодинамики. Человек не в состоянии приостановить или изменить ход эволюционных трансформаций, он может только прогнозировать их развитие и в некоторых случаях оказывать влияние на их динамику.

В последние годы увеличилось число синергетических, или многоступенчатых катастроф, когда одно стихийное бедствие порождает другое, что влечет за собой пагубные последствия в социальной, экономической и экологической сферах. По прогнозам, в ближайшие годы возрастет число техногенных катастроф, возникновение которых обусловлено опасными природными явлениями. Это связано с индустриализацией современного общества. Неудивительно, что ликвидация последствий синерге-

тических катастроф затягивается на многие годы.

Развитие синергетических катастроф значительно усложняет принятие мер по их ликвидации, поскольку профилактические действия, направленные против природных явлений, оказываются неадекватными при одновременном возникновении природной катастрофы и технической аварии. Многие развивающиеся страны, подверженные природным бедствиям, не располагают каким-либо планом действия в случае синергетических катастроф. Контроль и управление последними значительно сложнее, чем чисто техногенными или природными катастрофами. Даже в странах с высокими технологическими стандартами и жесткими строительными требованиями предотвращение технических аварий при природных катастрофах считается маловероятным.

Природные бедствия часто носят синергетический характер. Это значит, что одно природное катастрофическое явление вызывает целую цепочку других. Так, например, землетрясение может стать причиной возникновения цунами, оползней, селей и обвалов, подтопления порождают просадки лессов, нагонные ветры – затопления территорий. Нередко вызванное природное явление по своей разрушительной силе не уступает инициировавшему его, а в ряде случаев даже превосходит последнее. Во время землетрясения в провинции Консу (Китай, в 1920 г.) произошла массовая активизация оползней, в результате чего были разрушены десятки деревень и погибло около 100 тыс. человек. Суммарный ущерб от синергетической катастрофы превосходит сумму ущербов от каждого из составляющих ее бедственных процессов при раздельном их развитии.

Большая опасность создается, когда в синергетический процесс втягивается техносфера. Рост количества природных катастроф, с одной стороны, увеличение плотности техносферы на Земле – с другой, значительно повышают вероятность то го, что в зону риска природных катастроф могут попасть сложные инженерные сооружения: атомные электростанции, химические предприятия, нефте- и газопроводы, плотины водохранилищ, склады горючих и вредных веществ, транспортные системы и т.д. На территориях с высокой концентрацией промышленных объектов практически любое стихийное бедствие способно вызвать серию техногенных катастроф – пожары, взрывы, выбросы и разливы химических веществ. В зоне бедствия экономические потери могут существенно возрасти, а состояние окружающей среды – резко ухудшиться.

Синергетическую катастрофу во много раз труднее ликвидировать, чем природную или техногенную, так как действия, направлены против какой-либо одной из них, оказываются неадекватными при одновременном возникновении той и другой. В странах с высокими технологическими стандартами и жесткими строительными требованиями предотвращение технических аварий при природных катастрофах считается маловероятным. Но не только опасные природные явления служат причиной технических и экологических катастроф. Существует и обратная связь, когда технические аварии и искусственные изменения окружающей среды вызывают катастрофы природного характера. Известно, что вырубка лесов способствует активизации оползневых процессов, резко повышает вероятность и опасность наводнений и ураганных ветров. Увеличение содержания углекислого газа в атмосфере (парниковый эффект) может привести к повышению уровня Мирового океана и повсеместному затоплению низких морских побережий.

Опасность синергетических бедствий, инициированных техническими авариями, неуклонно возрастает. Это связано с тем, что выработка проектного ресурса основных производственных фондов приближается к критической величине и составляет 50-80%. Ряд важнейших объектов энергетики, газо- и нефтехимии, транспорта, строительного комплекса уже сейчас работает за пределами проектного ресурса, что делает их потенциально опасными при дальнейшей эксплуатации [4]. Происшествия различного масштаба на магистральных и внутрипромышленных трубопроводах нефти и газа наносят огромный ущерб окружающей среде и создали в ряде районов чрезвычайные ситуации.

Широкое развитие синергетических событий свидетельствует о тесной взаимосвязи природных и технических катастроф. В этой замкнутой системе возникновение одного вида опасности ускоряет проявление других.

Следовательно, особую актуальность приобретает сегодня вопрос о необходимости разработки единой теории и практических методов обеспечения безопасности, комплексного подхода к предупреждению и ликвидации катастрофических явлений.

В настоящее время практически любая природная катастрофа, сопровождающаяся разрушением объектов хозяйства, гибелью и ранением людей. Она является результатом наложения и синергетического усиления в одной области пространства нескольких часто независимых друг от друга факторов-условий и факторов-процессов природного, техногенного и со-

циального генезиса, совместно приводящих к более тяжким последствиям, чем при их раздельном проявлении.

Между сейсмическими сотрясениями и техногенным подтоплением территорий существует не только прямая, но и обратная положительная связь. В условиях разрушительных сейсмических эффектов она проявляется на трассах водонесущих коммуникаций, приводящих к увеличению утечек воды и интенсификации процесса подтопления территорий и объектов хозяйства. Данные синергетические эффекты взаимосодействия характерны для сейсмических сотрясений и обусловленных ими крупных оползней и обвалов, сход которых, в свою очередь, вызывает новые сотрясения, а также генерирование волн типа цунами. Существует тесная синергетическая связь между сейсмогравитационными деформациями массивов пород, разрушением берегов морей и водохранилищ, между селевыми потоками, образующимися при прорыве сейсмогенных плотин на реках, и новыми оползнями [7].

Движущими силами опасных природных и техноприродных процессов являются гравитационные поля Земли, Луны, Солнца, а также планет Солнечной системы, солнечная радиация, тектоническое, магнитное, температурное и другие поля, обусловленные сложными преобразованиями вещества и энергии во внутренних сферах Земли. Указанные силы определяют воздействия для соответствующих сред-систем воздействия и задают общую направленность развития во времени-пространстве опасности.

Все среды находятся между собой в конкурентных [1] отношениях и пытаются расширяться за счет другой среды. Такое взаимодействие приводит к формированию определенных деструктивных процессов, наиболее активных в пограничных зонах, и переходных образований вещества разных уровней организации. Осуществляются защитные функции в виде регулирования и ослабления воздействий конкурентных сред друг на друга посредством механизма обратной отрицательной связи. Сложные космо-геологические процессы, приводят к образованию астеносферы, земной коры, атмосферы и гидросферы, представляют последовательные акты самоорганизации первичного вещества Земли, направленные на установление равновесного состояния этого вещества с окружающим космосом. С этих теоретических позиций любой опасный природный и техноприродный процесс является одновременно естественной составляющей и продолжением глобального процесса самоорганизации материи, возникающих в результате периодических нарушений

равновесного состояния между различными земными средами и их частями [6].

Синергетика - наука о самоорганизации различных систем, - любая из природных сред является открытой необратимой диссипативной системой. Это неизолированная от других сред система с упорядоченной структурой, которая возникла и сохраняется благодаря обмену веществом и энергией с другими системами-средами. Обмен осуществляется в виде определенных процессов, часто представляющих опасность для общества. В синергетике они проявляются в виде хаоса, связанного с рассеиванием энергии и нарушением упорядоченности. С другой стороны, эти процессы создают новые устойчивые подсистемы или порядок из хаоса, за что получили название диссипативных. Совокупность взаимосвязанных, последовательно обуславливающих друг друга процессов, приводящих к разрушению одних и созданию других систем, представляет собой надпроцесс самоорганизации систем.

Характерными примерами самоорганизации являются подтопление территорий и развитие просадок в лёссах, эрозионный подмыв склонов и образование оползней, растворение пород и возникновение карстовых провалов. Аналогичные процессы и участки среды, где они развиваются, протекают без разрушения структуры систем или приводят к их постоянному разрушению и восстановлению в одной области пространства, получили название саморегулирующихся [1]. Данные эффекты обычно связаны с пополнением извне веществом и энергией, расходуемое системой на компенсацию внешних для нее воздействий и сохранение равновесного состояния. Происходит саморегулирование абразионно-аккумулятивных процессов на морских берегах, приводящее к созданию относительно устойчивых во времени и в пространстве участков размыва, перемещения и аккумуляции наносов. Так поддерживается относительно постоянное барханных форм рельефа, многолетних уровней подземных и поверхностных вод, областей антициклонической деятельности и других подобных явлений.

Отличительной особенностью синергетических процессов является взаимоусиление негативных эффектов, что наиболее характерно для начальных стадий их активного развития, до момента формирования относительно устойчивых к внешним воздействиям дополнительных парасистем и до полного включения механизма обратной отрицательной связи. Продолжительность такого усиления составляет секунды и минуты у редко повторяющихся событий до нескольких лет [3]. Воздействие моря на

прибрежные территории при его подъеме вырождалось преимущественно в затоплении, подтоплении и частичном абразионном размыве обширных пляжных пространств, которые были сформированы при спаде уровня. По мере подъема уровня и размыва пляжей увеличивались приглубость и крутизна береговых склонов. Это приводит к усилению волноэнергетического воздействия на побережье за счет трансформации волн на мелководьях. Постепенно активизировалось абразионное разрушение надводных уступов террас, на которых расположены застройка, объекты рекреации и сельского хозяйства. Берегоразрушениями охвачено практически все побережье, в то время как до подъема уровня малоинтенсивная абразия отмечалась в пределах 10% берегов. При этом повышенные скорости абразии (до 5-10 м/год) регистрируются на участках искусственного изменения потока наносов.

Другим опасным природным процессом на побережье моря является подтопление территорий и повышение их сейсмичности. Проявлением синергизма стал ветроволновой нагон на побережье имевший обеспеченность около 4-5%. Нагоны такой обеспеченности приводят к гибели людей и разрушению зданий [4].

Характерной особенностью синергетических процессов, помимо взаимоусиления негативных эффектов, является некоторое запаздывание во времени их проявления по сравнению с возбуждающим фактором-процессом. Прекращение подъема и даже небольшое понижение уровня моря практически не привело к уменьшению интенсивности абразии, нагонов и других опасных процессов. Это позволяет говорить еще об одной особенности синергетических процессов, а именно - об инерционности их проявления после ослабления или прекращения действия инициирующего фактора [5].

Стабилизация или спад уровня приведут, естественно, к изменениям в количестве и характере синергетических связей, интенсивности и вероятности процессов, которые должны отражать другие сценарии их развития. Разработка и дальнейшая оценка таких сценариев развития опасных природных и техногенных процессов является одной из важнейших задач современных наук о Земле. Только на их основе возможен научно обоснованный пространственно-временной прогноз всех возможных последствий опасных природных и техноприродных процессов в различных сферах, а также принятие эффективных управленческих решений по недопущению или минимизации потерь.

Рассмотрим синергетическую модель - сценарий развития и трансформации различных

опасных природных и техногенных процессов, обусловленных прохождением мощных циклонов. Такие циклоны, сопровождаются проливными дождями, которые приводят не только к переполнению водохранилищ, рек и многочисленных каналов, но и к резкой активизации эрозионного разрушения берегов, образованию оползней, селей, просадок грунтов и других опасных процессов. Именно вторичные процессы во многом и приводят к огромным потерям.

Циклон с продолжительными дождями, превышающими месячную норму, на большой территории, часто сопровождающийся сильными ветрами и смерчами.

Подобные синергетические модели - сценарии развития опасных природных и техноприродных процессов, их трансформации в техно- и социосфере - являются в настоящее время неотъемлемой и весьма ответственной составляющей общей процедуры риск-анализа природных опасностей. Они аккумулируют как общие представления о закономерностях пространственно-временной изменчивости отдельных опасных природных и техногенных процессов, так и их синергетических комплексов на территории, кроме того и частные особенности проявления этих опасностей, в пределах отдельных оцениваемых районов. Синергетические модели и сценарии первоначально используются в качестве обязательной основы для производства научно обоснованных количественных прогнозов развития первичных и вторичных опасных природных техноприродных процессов во времени и пространстве. Они могут применяться для определения возможных реципиентов риска и потерь в различных сферах вместе с вероятностями их реализации за определенное время.

Таким образом, пришло время создать новую идеологию противодействия катастрофам, которая должна найти отражение в Государственной стратегии уменьшения рисков и смягчения последствий катастроф. Предположительно, ее реализация может обеспечить снижение потерь в чрезвычайных ситуациях на 30-40%, а в некоторых случаях и полное их исключение. Абсолютной безопасности не бывает.

Борьба с природными катастрофами должна стать одной из стратегических задач государства и общества в целом. В основе государственной стратегии по снижению природных рисков должно быть всестороннее, междисциплинарное изучение физической природы опасных процессов и явлений, их физическое и математическое моделирование и на этой основе - научно обоснованный прогноз предстоящих катастроф.

По мере развития мировой науки необходимо изучать синергетические эффекты и механизмы самоорганизации геологических и природно-технических систем с целью создания научных основ управления этими системами, а также разрабатывать и внедрять более эффективные методы предупреждения чрезвычайных ситуаций.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Армад, А.Д. Самоорганизация и саморегулирование географических систем [Текст] / А.Д. Армад. – М.: Наука, 1988. – 264 с.
2. Вернадский, В.И. Биосфера и ноосфера [Текст] / В.И. Вернадский. – М.: Наука, 1989. – 261 с.
3. Осипов, В.И. Глобальное влияние природных катастроф на судьбы народов [Текст] / В.И. Осипов // Труды Международной конференции «Глобальные проблемы как источник чрезвычайных ситуаций», 22-23 апреля 1998. М.: МЧС РФ, 1998. – С. 25-35

4. Рагозин, А.Л. Синергетические модели развития и трансформации опасных геологических процессов в процедуре риск-анализа [Текст] / А.Л. Рагозин, // Сергеевские чтения. Вып. 2. Матер. годичной сессии научного совета РАН по проблемам геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии (23-24 марта 2000 г.). М.: Изд-во ГЕОС, 2000. – С. 103-109

5. Комплексный анализ и оценка последствий поема уровня Каспия [Текст] / А.Л. Рагозин [и др.] // Геоэкология, 1996. № 3. – С. 16-37

6. Раткович, Д.Я. Исследование вероятностных закономерностей многолетних колебаний уровня Каспийского моря [Текст] / Д.Я. Раткович, М.В. Болгов // Водные ресурсы. 1994. № 6. – С.389-404

7. Рагозин, А.Л. Введение в синергетику опасных природных процессов [Текст] / А.Л. Рагозин // Анализ и оценка природных рисков в строительстве / Под ред. С.И. Полтавца, А.Л. Рагозина. Матер. Международной конференции. М.: Изд-во ПНИИИС, 1997. – С. 50-52

Кузнецов В. А., д-р техн. наук, проф.,  
Рязанцев О. А., аспирант,  
Трулев А. В., аспирант

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

#### ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГОРЕНИЯ И ТЕПЛООБМЕНА В ЦЕМЕНТНОЙ ВРАЩАЮЩЕЙСЯ ПЕЧИ

kouzn@intbel.ru

Разработана математическая модель горения и теплообмена в цементной вращающейся печи, содержащая до 12 дифференциальных уравнений в частных производных. Применены устойчивые алгоритмы их численного решения. Вычислительный эксперимент показал значительное воздействие выталкивающей силы на размеры и форму факела, выявил тенденцию к перегреву клинкера в печах мокрого способа производства.

**Ключевые слова:** математическая модель, вычислительный эксперимент, обжиг, цементный клинкер, вращающаяся печь, факел, радиационно-конвективный теплообмен.

Математическое моделирование создает принципиально новые возможности для совершенствования теплотехнологических процессов. Появляется возможность моделировать параметры диффузионного факела во вращающихся печах и радиационно-конвективную теплоотдачу факела к обжигаемому материалу. В отличие от известной работы по математическому моделированию тепловых процессов во вращающейся печи [1], здесь рассматривается трехмерная задача, максимально приближенная к реальным условиям обжига клинкера.

Трехмерная математическая модель в цилиндрической системе координат  $x, r, \varphi$  учитывает наличие в печи слоя обжигаемого материала. Она состоит из системы дифференциальных уравнений движения газообразной среды, двухпараметрической диссипативной модели турбулентности, дифференциальных уравнений горения

$$\frac{\partial \rho u C}{\partial x} + \frac{1}{r} \frac{\partial r \rho v C}{\partial r} + \frac{\partial \rho w C}{r \partial \varphi} - \frac{\partial}{\partial x} \left( \rho \frac{\mu_T}{Pr_T} \frac{\partial C}{\partial x} \right) - \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left( r \rho \frac{\mu_T}{Pr_T} \frac{\partial C}{\partial r} \right) - \frac{\partial}{r \partial \varphi} \left( \rho \frac{\mu_T}{Pr_T} \frac{\partial C}{r \partial \varphi} \right) = 0$$

Здесь  $\rho$  – плотность,  $u, v, w$  – компоненты скорости,  $\mu_T$  – турбулентный аналог динамического коэффициента вязкости,  $Pr_T$  – турбулентное число Прандтля.

Граничные условия формулировались, исходя из непроницаемости стен печи для химических компонентов. Предполагалось, что природный газ воспламеняется при контакте с воздухом непосредственно за топливным соплом. Следует отметить некоторую ограниченность изложен-

$$\frac{\partial \rho H}{\partial t} + \frac{\partial \rho u H}{\partial x} + \frac{\partial r \rho v H}{r \partial r} + \frac{\partial \rho w H}{r \partial \varphi} - \frac{\partial}{\partial x} \left( \rho \frac{\mu_T}{Pr_T} \frac{\partial H}{\partial x} \right) - \frac{\partial}{\partial r} \left( r \rho \frac{\mu_T}{Pr_T} \frac{\partial H}{\partial r} \right) - \frac{\partial}{r \partial \varphi} \left( \rho \frac{\mu_T}{Pr_T} \frac{\partial H}{r \partial \varphi} \right) = Q_r + Q_l,$$

где  $\tau$  – время,  $H$  – удельная массовая энтальпия, учитывающая как физическое теплосодержание газообразной среды, так и скрытую теплоту диссоциации трехатомных газов,  $Q_r$  и  $Q_l$  – теплота,

природного газа в диффузионном факеле и радиационно-конвективного переноса теплоты при соответствующих граничных условиях. Технологический материал, скользящий по футеровке, заполняет собой часть поперечного сечения печи, по форме приближающейся к сегменту.

При математическом моделировании диффузионного факела предполагается, что скорость химических реакций настолько высока, что не влияет на интенсивность горения. В этом случае с помощью концентраций топлива  $c_T$ , воздуха  $c_B$  и стехиометрического массового соотношения  $n_B$  определяется понятие расчетной концентрации,

$$C \equiv c_T - c_B / n_B,$$

и составляется дифференциальное уравнение, не содержащее источника члена:

ного подхода, не учитывающего, что на практике происходит запаздывание воспламенения с последующим интенсивным сгоранием топливовоздушной смеси, образовавшейся на начальном участке струи.

Математическое моделирование комбинированного теплообмена выполнено с помощью дифференциального уравнения радиационно-конвективного переноса теплоты:

выделяющаяся в единице объема за единицу времени за счет сгорания топлива и переноса энергии излучением, соответственно. Для расче-

та радиационного переноса энергии применен уточненный дифференциальный метод [2].

Граничные условия к дифференциальному уравнению переноса теплоты на внутренней поверхности футеровки определялись с учетом термического сопротивления футеровки печи и теплоотдачи от нее к атмосферному воздуху, исходя из равенства потоков теплоты, подводимой к внутренней поверхности футеровки и отводимой через футеровку в окружающую среду. При расчете температуры внутренней горячей поверхности футеровки, прежде всего, определялись тепловые потоки к ней от газов конвекцией и излучением. Учитывался также прямой радиационный теплообмен расчетного участка футеровки с другими частями ее поверхности и со слоем обжигаемого клинкера [3]. Принималась во внимание и нестационарность переноса теплоты в футеровке, периодически поступающей под слой технологического материала [4].

Для численного решения системы дифференциальных уравнений применены усовершенствованные алгоритмы, обеспечивающие надежную сходимость итераций на неравномерной сетке. В качестве основного критерия сходимости итераций применялся расчетный источник массы. Итерации продолжались до тех пор, пока средний источник массы, приходящийся на единицу расчетного объема, не становился менее  $0,1 \text{ мг}/(\text{м}^3 \cdot \text{с})$ . Одновременно контролировалась сходимость остальных искомых функций, и проверялось равенство между количествами поступившего и сгоревшего топлива в рабочем объеме печи.

В качестве объекта численного моделирования я выбраны зоны спекания и охлаждения на участке длиной 40 м в горячем конце печи "мокрого" способа производства цементного клинкера. Диаметр корпуса печи равен 5 м при толщине хромагнетитовой футеровки 230 мм, угол наклона оси печи к горизонту  $4^\circ$ .

Производительность печи по клинкеру принята равной  $72 \text{ т/ч}$ , расход природного газа  $12200 \text{ м}^3/\text{ч}$  с теплотой сгорания  $35460 \text{ кДж}/\text{м}^3$ , температура горячего воздуха  $410^\circ\text{C}$ , коэффициент избытка воздуха 1,1.

Корректное численное решение поставленной инженерной задачи потребовало применения сетки с большим числом слоев. Длина расчетного участка печи разделена на 100 слоев, радиусы и окружность печи – на 32 слоя по каждой оси координат.

Результатом вычислительного эксперимента являются поля скорости, давления, концентрации топлива и воздуха, термодинамической

температуры и ряда вспомогательных величин, таких как плотность газов, турбулентная вязкость, коэффициенты поглощения трехатомных газов, тепловые потоки, температура футеровки и слоя клинкера. Анализ полученных результатов позволяет детально исследовать процессы движения газов, горения и теплообмена, составляющие в совокупности тепловую работу цементной вращающейся печи.

Наибольший интерес представляют параметры диффузионного факела. Известно, что длина диффузионного факела  $l_{\text{ф}}$ , образующегося при горении природного газа, зависит от скорости вылета топлива из сопла и считается величиной прямо пропорциональной диаметру топливного сопла  $d_0$ . При этом величина коэффициента пропорциональности в линейной зависимости для однопроводной горелки оценивается по-разному, от 320 в [1] до 400 в [5].

Обычно различают два вида диффузионных факелов во вращающейся печи [5] – короткий "жесткий" факел, образующийся при высокой скорости вылета из сопла природного газа ( $u_0 > 300 \text{ м/с}$ ), и длинный "вялый" факел (скорость вылета, приведенная к нормальным условиям,  $u_0 < 200 \text{ м/с}$ ). Численное моделирование показало, что основной фактор, вызывающий их различие, – это воздействие выталкивающей силы на неизотермический поток газов.

На рис. 1, а представлен жесткий факел, соответствующий скорости вылета природного газа  $300 \text{ м/с}$ ; топливный подвод установлен по оси печи на расстоянии 1 м от ее обреза. Длина факела вдоль печи составила 227 диаметров топливного сопла, равного 120 мм. Результаты численного моделирования соответствуют полному сгоранию топлива на расчетном участке печи, несмотря на то, что под действием выталкивающей силы большая часть факела смещена вверх от оси печи.

Иначе на рис. 1, б выглядит растянутый вялый факел при скорости вылета природного газа  $150 \text{ м/с}$ . В этом случае после сгорания основной массы топлива горячие продукты горения поднимаются вверх под действием выталкивающей силы и увлекают за собой еще не сгоревшее топливо. В результате часть диффузионного факела стелется по верхней поверхности футеровки печи, смешение топлива с воздухом ухудшается и горение затягивается. Опыт эксплуатации показал [5], что действительно при скорости вылета природного газа менее  $200 \text{ м/с}$  во вращающихся печах имел место недожог топлива в некоторых случаях до 3 %.

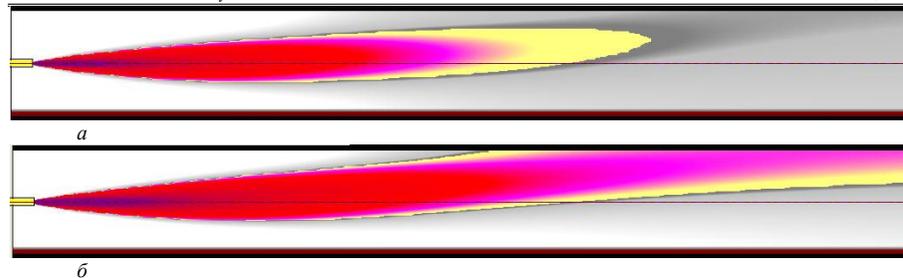


Рисунок 1. Результаты численного моделирования горения природного газа во вращающейся печи при скорости его вылета из сопла: а –  $300 \text{ м/с}$ , б –  $150 \text{ м/с}$

Результаты численного моделирования радиационно-конвективного теплообмена наиболее полно представляют температурное поле в газообразной среде, заполняющей расчетный объем печи. Кривая 1 на рис. 2 показывает среднюю температуру в поперечных сечениях печи при горении природного газа в коротком жестком факеле.

Менее определенными являются результаты расчета тепловосоприятия обжигаемого клинкера, зависящие от ряда допущений и предположений. В частности, было принято, что в расчетный участок печи поступает полностью декарбонизированная сырьевая смесь с температурой  $1000^\circ\text{C}$ . По мере продвижения ее к обреза печи сырьевая смесь продолжает нагреваться, частично расплавляется и в зоне спекания превращается в цементный клинкер.

Несмотря на приближенный характер расчетных результатов, они позволяют сделать вполне определенный вывод о том, что при работе печи мокрого способа на коротком жестком

факеле клинкер в зоне спекания перегревается значительно выше температуры  $1450^\circ\text{C}$ . Кривая 2 на рис. 2 показывает, что максимальная температура клинкера, рассчитанная даже без учета тепловыделения экзотермических реакций, характерных для образования клинкерных минералов, достигает  $1590^\circ\text{C}$ .

При работе на растянутом вялом факеле расчетная температура обжигаемого клинкера заметно снижается, приближаясь к норме (кривая 3 на рис. 2). Это обстоятельство несомненно сказывается на показателях работы печи в целом, что объясняет внимание, уделяемое в литературе возможным способам удлинения факела во вращающейся печи за счет замедленного смешения топлива с воздухом, будь то снижение скорости вылета топлива из горелки [5] или подача топлива под углом к слою клинкера [6]. Очевидно, что в любом случае будет полезен предварительный анализ эффективности принимаемых технических решений на основе численного моделирования тепловых процессов.

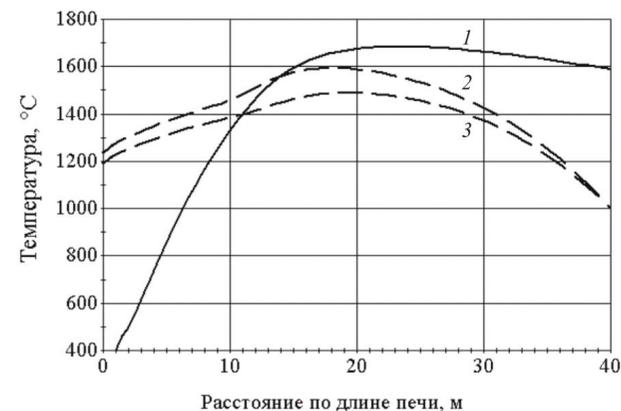


Рисунок 2. Средняя температура газообразной среды (1) и клинкера (2, 3) в поперечных сечениях печи, рассчитанная при скорости вылета топлива из сопла: 1, 2 –  $300 \text{ м/с}$ , 3 –  $150 \text{ м/с}$

Расчетная температура клинкера на выходе из печи в конце зоны охлаждения (см. рис. 2) близка к эксплуатационному значению 1200...1250 °С, что подтверждает достоверность в целом расчетных результатов по теплообмену в слое клинкера.

При численном моделировании температуры корпуса вращающейся печи принято, что внутренняя поверхность ее футеровки покрыта равномерным и минимальным с эксплуатационной точки зрения защитным слоем клинкерной обмазки, равным 20 мм. Численные результаты сопоставлены на рис. 3 с эксплуатационными данными\*) печей Мальцовского цементного завода.

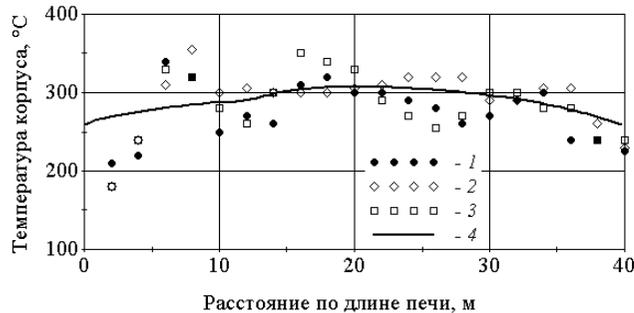


Рисунок 3. Температура корпуса печей Мальцовского цементного завода:  
1 — печь № 8, 2 — печь № 9, 3 — печь № 10, 4 — расчетный результат

#### Выводы.

1. Разработана математическая модель и создана компьютерная программа численного моделирования горения и теплообмена во вращающейся печи, максимально приближенная к реальным условиям обжига клинкера.

2. Вычислительный эксперимент показал значительное воздействие выталкивающей силы на размеры и форму факела, выявил тенденцию к перегреву клинкера в печах мокрого способа производства.

3. Численное моделирование горения и теплообмена при обжиге цементного клинкера рекомендуется применять для предварительной оценки эффективности принимаемых технических решений.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Арутюнов В.А., Повицкий А.В. Математическое моделирование газодинамики и теплообмена во вращающейся печи // Инж.-физ. журнал. 1991. Т. 61. № 3. — С. 406-413.

Кривая 4 на рис. 3, представляющая расчетную температуру корпуса печи на уровне выхода футеровки из-под слоя клинкера, удовлетворительно согласуется с эксплуатационными данными. Большинство эксплуатационных значений температуры корпуса лежит ниже кривой 4, что свидетельствует о наличии в печи более толстого защитного слоя, чем принято в расчете. Исключение составляет локальное повышение температуры в зоне охлаждения (6...8 м от обреза печи), по-видимому, связанное с запаздывающим воспламенением топлива, и в зоне спекания (16...18 м от обреза печи) там, где по расчету достигается максимум температуры клинкера.

2. Кузнецов В.А., Рязанцев О.А. Уточнение дифференциальной модели теплообмена излучением в топках // Математические методы в технике и технологиях ММТТ-21. Т.5. — Саратов, СГТУ, 2008. — С. 103-105.

3. Рязанцев О.А., Кузнецов В.А., Трубаев П.А. Математическая модель теплообмена во вращающейся печи с учетом переизлучения // Математические методы в технике и технологиях ММТТ-23. Т.8. — Саратов, СГТУ, 2010. — С. 87-89.

4. Трулев А.В., Кузнецов В.А. Учет нестационарности при теплообмене во вращающихся печах // Молодежь и научно-технический прогресс. Ч. 1. — Губкин, 2011. — С. 188-190.

5. Вальберг Г.С., Гринер И.К., Мефодовский В.Я. Интенсификация производства цемента (обжиг клинкера). — М: Стройиздат, 1971. — 145 с.

6. Классен В.К. Обжиг цементного клинкера. — Красноярск: Стройиздат, 1994. — 322 с.

\*) Данные эксплуатационных измерений предоставлены канд. техн. наук В.М. Коноваловым.

Синюк В. Г., канд. техн. наук, доц.,  
Поляков В. М., канд. техн. наук, доц.,  
Каменев М. В., соискатель

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

## ОПТИМИЗАЦИЯ ОДНОГО КЛАССА НЕЧЕТКОЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ АЛГОРИТМОВ ДИСКРЕТНОЙ И НЕПРЕРЫВНОЙ МУРАВЬИНОЙ КОЛОНИИ\*

vgsinuk@mail.ru

В статье решается задача параметрической оптимизации нечеткой системы типа сингтон дискретным и непрерывным алгоритмами муравьиной колонии. Описаны математические основы данных алгоритмов, их применение в контексте настройки параметров нечеткой системы. Приведено представление рассмотренных алгоритмов в виде псевдокода, а так же результаты проведенных вычислительных экспериментов, представлены полученные поверхности вывода нечеткой системы. Дан краткий анализ влияния параметров алгоритмов муравьиной колонии на скорость работы и ошибку вывода применительно к параметрической оптимизации нечеткой системы.

**Ключевые слова:** параметрическая оптимизация, настройка параметров, нечеткая система, сингтон, муравьиная колония, таблица наблюдений, граф решений, функция принадлежности, архив решений, ядро Гауссовых функций, ошибка вывода, аппроксимация.

#### Введение

Одним из инструментов моделирования является аппарат нечетких моделей. Согласно [1] рассмотрим систему с  $n$  входами  $x_1, x_2, \dots, x_n$  и 1 выходом  $y$ . Пусть  $X_i$  — базовое множество значений  $i$ -го входа,  $x_i \in X_i (i=1, \dots, n)$ ,  $X = X_1 \times X_2 \times \dots \times X_n$ ,  $Y$  — базовое множество

значений выхода системы ( $y \in Y$ ). Пусть  $F(S)$  — множество, состоящее из всех нечетких подмножеств множества  $S$ ,  $\mu_{F(S)}(s) : S \rightarrow [0, 1]$  — функция принадлежности нечеткого множества  $F(S) \in F(S)$ .

Зависимость между входами и выходом описывается нечеткими правилами «Если - то»  $H_k$  следующего вида:

$$H_k : \text{Если } \langle x_1 \text{ есть } A_{1k} \rangle \text{ и } \langle x_2 \text{ есть } A_{2k} \rangle \text{ и } \dots \text{ и } \langle x_n \text{ есть } A_{nk} \rangle \rightarrow r_k \quad (1)$$

где  $k$  — номер правила в системе,  $k=1, \dots, K$ ,  $K$  — количество правил;  $A_{ij} \in F(X_i)$  — нечеткое множество, представляющее собой значение лингвистической переменной  $i$ -го входа в  $j$ -м правиле,  $i=1, \dots, n$ ,  $n$  — количество входов системы;  $r_k$  — действительное число, которым оценивается выход  $y$ .

Нечеткая модель типа сингтон, задаваемая правилами (1), осуществляет отображение  $F : \mathfrak{R}^n \rightarrow \mathfrak{R}$ , заменяя оператор нечеткой конъюнкции произведением, а оператор агрегации нечетких правил — сложением [2]. Отображение  $F$  определяется следующей формулой:

$$F(x) = \frac{\sum_{i=1}^m \mu_{A_{1i}}(x_1) \mu_{A_{2i}}(x_2) \dots \mu_{A_{ni}}(x_n) r_i}{\sum_{i=1}^m \mu_{A_{1i}}(x_1) \mu_{A_{2i}}(x_2) \dots \mu_{A_{ni}}(x_n)} \quad (2)$$

где  $x = [x_1, \dots, x_n]^T \in \mathfrak{R}^n$ ,  $m$  — число правил нечеткой модели,  $n$  — число входных переменных в модели,  $\mu_{A_{ij}}(x_i)$  — функции принадлежности.

Важную роль в отображении (2) играют функции принадлежности  $\mu_{A_{ij}}(x_i)$ , указывающие степень принадлежности четкой переменной  $x_i$  нечеткому понятию  $A_{ij}$ . Каждая функция принадлежности задается своим набором параметров, например, треугольная — тройкой параметров, гауссова — двойкой.

#### Оптимизация параметров нечеткой системы

Подробно этапы построения нечеткой системы описаны, например, в [2]. Согласно [2], при разработке нечеткой модели необходимо идентифицировать ее параметры. Под идентификацией в данном случае понимается определение оптимальных в каком-то смысле параметров нечеткой системы. Обучение системы ведется на основе таблиц наблюдений. Необходимо так определить значения параметров функций при-

надлежности, чтобы ошибка вывода, определяемая как

$$\frac{1}{M} \sum_{i=1}^M \frac{|f(\bar{x}_i) - F(\bar{x}_i)|}{|f(\bar{x}_i)|}, \quad (3)$$

была минимальной, где  $M$  — число наблюдений,  $f(\bar{x}_i)$  — значение из таблицы наблюдений,  $F(\bar{x}_i)$  — результат работы нечеткой системы.

**Дискретный алгоритм муравьиной колонии (ДАМК).** Согласно [2,3,4] основу ДАМК составляет ориентированный граф с взвешенными дугами. Веса дуг являются нормированными значениями параметров функций принадлежности. Задача каждого муравья пройти столько дуг, сколько параметров необходимо оптимизировать. Например, для одной треугольной функции принадлежности — три параметра. Значение фермента на дугах определяет выбор муравьем очередной дуги. Значения весов пройденных муравьем дуг передаются в нечеткую систему, которая находит ошибку, и на пройденные дуги наносится количество фермента, обратно пропорциональное найденной ошибке. Нечеткая система описывается несколькими лингвистическими переменными. Каждая переменная описана несколькими функциями принадлежности. Муравьи в алгоритме делятся на колонии. Каждая колония муравьев отвечает за нахождение параметров своей функции.

Количество фермента, наносимого на дуги, пропорционально качеству решения, чем меньше ошибка вывода нечеткой системы, выполненного на выбранных параметрах, тем больше фермента наносится на дуги:

$$\Delta\tau_{ij}^k(t) = \begin{cases} \frac{Q}{L^k(t)}, & \text{если муравей проходит дугу } (i, j) \\ 0, & \text{иначе} \end{cases} \quad (4)$$

где  $Q$  — константа, определяющая количество фермента у отдельного муравья,  $L^k(t)$  — значение ошибки на  $t$ -й итерации для параметров, выбранных  $k$ -м муравьем.

Вероятность выбора муравьем дуги  $(i, j)$  на  $t$ -й итерации, если дуга не является последним выбранным параметром функции принадлежности, вычисляется по формуле:

$$P_{ij}^k(t) = \frac{\tau_{ij}(t)^\alpha}{\sum_{i=1}^N \tau_{ii}(t)^\alpha} \quad (5)$$

вероятность выбора  $k$ -м муравьем дуги  $(i, j)$  на  $t$ -й итерации, если дуга является последним выбранным параметром функции принадлежности, вычисляется по формуле:

$$P_{ij}^k(t) = \frac{\tau_{ij}(t)^\alpha \left(\frac{1}{L_j^k(t)}\right)^\beta}{\sum_{i=1}^N \tau_{ii}(t)^\alpha \left(\frac{1}{L_j^k(t)}\right)^\beta} \quad (6)$$

где  $\alpha$  — параметр, учитывающий важность (приоритет, значимость) фермента на пути;  $\beta$  — параметр, учитывающий важность (приоритет, значимость) ошибки;  $\tau_{ij}(t)$  — интенсивность фермента на дуге между узлами  $i$  и  $j$  на  $t$ -й итерации;  $L_j^k(t)$  — значение ошибки на  $t$ -й итерации для параметров, выбранных  $k$ -м муравьем, если дуга  $(i, 0)$  является последней, т. е. определяет третий параметр;  $N$  — множество узлов, смежных вершине  $i$ , причем узел  $j$  может быть выбран многократно; в отличие от классического применения алгоритма в нашем случае не формируется запрещенный список узлов;  $i \neq j$ .

Увеличение количества фермента определяется следующим образом:

$$\tau_{ij}(t+1) = \sum_{k=1}^M (\Delta\tau_{ij}^k(t) + \tau_{ij}(t))\rho \quad (7)$$

а его испарение — по формуле:

$$\tau_{ij}(t+1) = \tau_{ij}(t)(1-\rho) \quad (8)$$

где  $\rho \in [0;1]$  — коэффициент снижения интенсивности фермента,  $M$  — число муравьев, прошедших по дуге  $(i, j)$ .

Далее представлен дискретный алгоритм муравьиной колонии.

Параметры алгоритма:

- $n\_ants$  — количество муравьев в колонии;
- $\rho$  — коэффициент снижения интенсивности фермента;
- $\alpha$  — параметр, учитывающий важность (приоритет, значимость) фермента на пути;
- $\beta$  — параметр, учитывающий важность (приоритет, значимость) ошибки вывода;
- $Q$  — константа, определяющая количество фермента у одного муравья;
- $MAX\_COUNT\_ITERATION$  — максимально возможное число итераций;
- $EPSILON$  — желаемая относительная ошибка вывода;

Представление алгоритма в псевдокоде:

инициализировать параметры алгоритма;

$cur\_error = get\_error(solution)$ ;

$iteration = 0$ ;

**while** ( $cur\_error < EPSILON$ ) AND ( $iteration < MAX\_COUNT\_ITERATION$ )

**foreach** colony in all\_colonies

**foreach** ant in colony

<для всех параметров, которые настраивает colony>

**while**(true)

$p =$  <согласно формуле (5), если параметр — не последний, иначе

по формуле (6)>

**if** ( $rnd() < p$ )

<параметр принимается в качестве эл-та solution >

**break**;

**end** //while

**end** //foreach ant

update\_pherment(); //формулы (4),(7) и (8)

solution\_error = get\_error();

**if**(solution\_error < cur\_error)

swap(cur\_params, solution\_params);

swap(cur\_error, solution\_error);

**end** //foreach colony

iteration = iteration + 1;

**end** //while

**Непрерывный алгоритм муравьиной колонии (НАМК).** Согласно [5] в непрерывном алгоритме муравьиной колонии дискретное распределение заменяется на непрерывное с использованием функции плотности вероятности. Наиболее часто применяется функция Гаусса. Ее преимущество в простом способе генерации случайных чисел, но очевидный недостаток в том, что она имеет только один максимум. Поэтому в непрерывном алгоритме используется функция плотности вероятности с гауссовым ядром, под которым понимается функция, основанная на взвешенной сумме нескольких одномерных гауссовых функций:

$$G_i(x) = \sum_{i=1}^k \omega_i \frac{1}{\sigma_i \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu_i)^2}{2\sigma_i^2}}$$

Каждому идентифицируемому параметру соответствует свое гауссово ядро,  $i=1, N, \omega$  — вектор весов. В ДАМК информация о ферменте хранится в виде таблицы. В НАМК вводится понятие архива решений  $T$ . Архив решений представлен таблицей, в которой  $k$  строк. Каждая строка состоит из трех частей: найденное муравьем решение  $s_i = \{s_i^1, s_i^2, \dots, s_i^n\}$ , ошибка вывода нечеткой системы, и вес решения  $\omega_i$ . Решения в архиве расположены по возрастанию ошибки. Вес решения  $\omega_i$  вычисляется по формуле:

$$\omega_i = \frac{1}{qk\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(e-1)^2}{2q^2k^2}}$$

где  $q$  — эмпирический параметр алгоритма.

Вероятность выбора конкретной гауссовой функции определяется следующим образом [5]:

$$p_i = \frac{\omega_i}{\sum_{r=1}^k \omega_r} \quad (9)$$

Параметры выбранной гауссовой функции  $g_i^j(x)$ , определяются следующим образом:

$$\mu_i^j = s_i^j, \sigma_i^j = \xi \sum_{e=1}^k \frac{|s_e^j - s_i^j|}{k-1} \quad (10)$$

Параметр  $\xi > 0$  одинаков для всех размерностей и имеет эффект, подобный норме испарения фермента в дискретном алгоритме муравьиной колонии. Чем выше значение  $\xi$ , тем ниже скорость сходимости алгоритма. При добавлении нового решения в архив решений  $T$  худшее из них удаляется. Этот процесс аналогичен процессу испарения фермента в дискретном варианте. Соответственно, сам алгоритм представлен ниже:

Параметры алгоритма:

- $k$  — размер архива решений;
- $n\_ants$  — количество муравьев в текущей колонии;
- $MAX\_COUNT\_ITERATION$  — предельно допустимое количество итераций;
- $EPSILON$  — желаемая относительная ошибка вывода;
- $q$  — эмпирический параметр алгоритма;
- $e$  — коэффициент, подобный норме испарения фермента в дискретном варианте этого

алгоритма;

Представление непрерывного алгоритма муравьиной колонии в виде псевдокода:

```
инициализировать параметры алгоритма;
cur_error=get_error(solution);
iteration=0;
while (cur_error < EPSILON) AND (iteration < MAX_COUNT_ITERATION)
  foreach colony in all_colonies
    foreach ant in colony
      foreach param in solution
        <выбираем гауссову функцию согласно формуле (9),
        и определяем ее параметры согласно формуле (10) >
        param=generate_normal_distribution() //используя
        //гауссову функцию, выбранную на предыдущем шаге
      end //foreach param
      if (cur_error < get_error(solution))
        cur_error=get_error(solution);
        add_solution(archive,solution);
      end //foreach ant
    end //foreach colony
  iteration=iteration+1;
end //while
```

#### Вычислительный эксперимент

Суть эксперимента заключается в аппроксимации функций двух переменных. Для выполнения сравнительного анализа используется нечеткая система типа синглтон. В данном случае тип и структура априорно задаются экспертом, осуществляющим моделирование, и не изменяются в дальнейшем. Используются функции принадлежности треугольного вида. Система моделирует функцию от двух переменных  $f(x_1, x_2) = x_1 \sin(x_2)$ , определена на интервале от  $[0, \pi]$ . Критерием качества аппроксимации послужила ошибка вывода (3). Нечеткая система типа синглтон описана 25 правилами вида (1). Лингвистическая переменная для каждого входа представлена 5 нечеткими терминами.

Изначально, необученная система имеет среднюю относительную ошибку вывода по обучающей выборке ~12%.

На рис. 1 представлена поверхность аппроксимируемой функции, а на рис. 2 поверхность вывода нечеткой системы после обучения дискретным алгоритмом муравьиной колонии. Средняя относительная ошибка вывода для поверхности составила 7,932 %.

Экспериментальным путем было установлено, что увеличение числа итераций, количества муравьев в колонии, параметра  $\beta$  и размерности графа решений закономерно ведут к уменьшению ошибки вывода и увеличению времени работы алгоритма. Коэффициент испарения фермента и количество фермента, выделяемого муравьем, существенного влияния на ошибку вывода не оказывают.

На рис. 3 изображена поверхность вывода нечеткой системы после обучения непрерывным алгоритмом муравьиной колонии. Средняя относительная ошибка вывода по поверхности составила 4,573 %.

Выбор ракурса на данных рисунках продиктован желанием показать наиболее характерные отличия полученных результатов от поверхности аппроксимируемой функции.

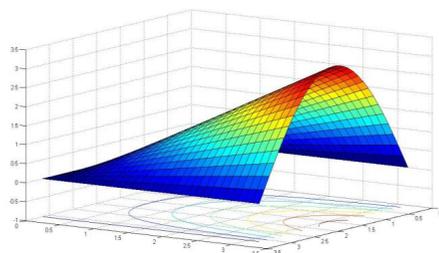


Рисунок 1. Поверхность аппроксимируемой функции

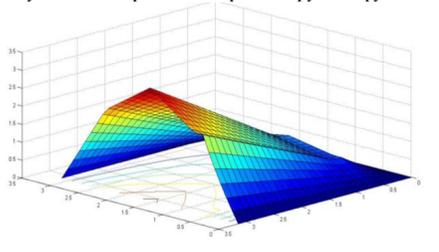


Рисунок 2. Поверхность вывода нечеткой системы после обучения дискретным алгоритмом муравьиной колонии

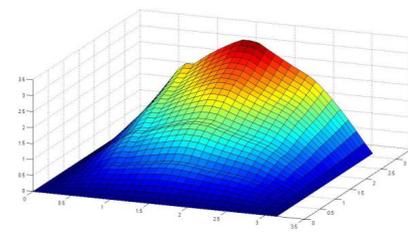


Рисунок 3. Поверхность вывода нечеткой системы после обучения непрерывным алгоритмом муравьиной колонии

Результаты параметрической оптимизации для обучающей выборки представлены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты параметрической оптимизации для обучающей выборки

Алгоритм	Минимальная средняя относительная ошибка вывода по обучающей выборке, %	Время работы алгоритма для достижения указанной ошибки вывода, с
Дискретный алгоритм муравьиной колонии	6,30368	0,51
Непрерывный алгоритм муравьиной колонии	2,09714	0,16

#### Выводы

Рассмотрена задача параметрической оптимизации нечеткой системы дискретным и непрерывным алгоритмом муравьиной колонии. Рассмотренные эвристические алгоритмы позволяют находить приближение к оптимальным значениям параметров нечеткой системы за приемлемое время. Оба рассмотренных алгоритма позволяют выбираться из локальных оптимумов, хотя непрерывный алгоритм и имеет склонность застревать в них, но они не дают точного решения. Для уменьшения средней относительной ошибки вывода полученных решений (параметров функций принадлежности) без существенного увеличения вычислительной сложности, возможно, следует использовать комбинацию эвристического метода, например, алгоритма муравьиной колонии, и метода, основанного на производных. В роли последнего могут быть использованы метод наименьших квадратов, градиентный метод, фильтр Калмана. Таким образом, эвристический алгоритм осуществляет грубое приближение к оптимуму, а метод, основанный на производных, точно находит его.

\*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект 11-01-00359-а).

Обобщая результаты вычислительного эксперимента, можно сказать, что размер архива решений для данного алгоритма не оказывает существенного влияния на ошибку вывода, но влияет на скорость сходимости алгоритма. С увеличением размера архива время работы алгоритма растет. Эмпирический параметр  $q$  при значениях меньше 5 не оказывает существенного влияния на время работы алгоритма и ошибку вывода. При  $q \geq 5$  ошибка вывода возрастает, и скорость сходимости увеличивается.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1.Синюк В. Г. Косвенный метод нечеткого вывода для производственных систем со многими входами / В. Г. Синюк, Д. А. Куценко // Программные продукты и системы. – 2008. – №1. – С. 45-47.
- 2.Ходашинский И. А. Идентификация нечетких систем: методы и алгоритмы // Проблемы управления. – 2009. – № 4. – С. 15-23.
- 3.Dorigo M., Maniezzo V., Colomi A. Ant System: Optimization by Colony of Cooperating Agents // IEEE Trans. Systems, Man and Cybernetics. Part B. – 1996. – Vol. 26. – P. 29-41.
- 4.Ходашинский И. А., Дудин П. А. Оценивание параметров функций принадлежности на основе алгоритма муравьиной колонии / Тр. междуна. - техн. конф. «Интеллектуальные системы» (IEEE AIS'07). – М.: Физматлит, 2007. – Т. 1. – С. 88-94.
- 5.Socha K., Dorigo M. Ant Colony Optimization for Continuous Domains / Technical Report TR/IRIDIA/2005-037, Universite Libre de Bruxelles. – Bruxelles, 2005. – 34 p.

**Потапенко А. Н., канд. техн. наук, доц., проф.**  
**Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова,**  
**Штифанов А. И., канд. техн. наук, доц.**  
**НИУ Белгородский государственный университет**  
**Потапенко Т. А., аспирант**  
**Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова,**

**МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ МОЛНИЕПРИЁМНИКОВ СИСТЕМ  
 МОЛНИЕЗАЩИТ И ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА РАЗРЯДОВ  
 АТМОСФЕРНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСТВА**

**potapenko@intbel.ru**

*Представлены особенности математических моделей элементов систем молниезащит в виде распределённых стержневых и тросовых молниеотводов для подстанций электроэнергетических систем и структура системы мониторинга разрядов атмосферного электричества. Выполнены вычислительные эксперименты с представлением результатов расчёта в виде напряжённости поля при исследованиях распределённых молниеприёмников на подстанции.*

**Ключевые слова:** молниеприёмник, математическая модель, вычислительные эксперименты, напряжённость поля, структура системы мониторинга.

**Введение.** Для защиты объектов (зданий, сооружений, электрооборудования, промышленных коммуникаций и др.) от воздействия молнии применяются различного типа системы молниезащит, включающие внешние и внутренние устройства. Среди систем молниезащит с учетом вида молниеотводов можно выделить стержневые молниеотводы, молниеотводы типа металлической сетки, тросовые молниеотводы, специальные молниеотводы зонтикового типа с коронирующей системой игольчатых электродов, модернизированные стержневые молниеотводы с молниеприёмниками для создания условий встречного разряда в виде ESE-молниеотводов (Early Streamer Emission – ранняя стримерная эмиссия) [1, 2]. Первые три типа этих систем относятся к пассивным, а последние – к активным типам. Молниеприёмная часть пассивных молниеотводов – это сетки, стержни, тросы. Как показала практика для защиты подстанций электроэнергетических систем от прямых ударов молнии применяют распределённые стержневые молниеотводы (СМ) [3] или тросовые молниеотводы (ТМ) [4].

Применительно для расчёта электрических полей (ЭП) в задачах, связанных с исследованиями молниеприёмников СМ, используются различные методы, например, позволяющие аппроксимировать стержень (проводник) с помощью вытянутых полуэллипсоидов относительно поверхности земли [5], методы конечных элементов (МКЭ) [6], конечных разностей (МКР) [7] и др. Численные методы позволяют определять ЭП для объектов различной конфигурации с расположенными на них или вблизи молниеприёмниками и др. Следует отметить, что МКР в отличие от МКЭ позволяет увеличить точ-

ность расчётов для различных типов угловых зон исследуемых объектов [8] с учётом применения алгоритма Брезенхэма, что особенно важно при расчётах напряженности поля для различного типа краевых эффектов.

В последние годы предлагаются новые методы решения подобных задач, относящихся к внешним краевым задачам, так как при их численном решении имеются дополнительные сложности, связанные с необходимостью задания граничных условий на бесконечности, а не на введённой внешней границе исследуемой области. Главное требование, предъявляемое к искусственным границам расчетной области, состоит в том, чтобы решение задачи в ограниченной области аппроксимировало решение исходной задачи в неограниченной области. Среди этих методов можно отметить метод инверсии для полубезграничных сред (МИПБС), используемый, например, для исследования особенностей систем молниезащит [9], который также принят за основу и в этой работе для определения ЭП распределённых СМ и ТМ, расположенных на подстанциях электроэнергетических систем.

**1. Постановка задачи.** Схема модели подстанции представляется в виде территории  $B_0$  с размерами  $l_1 \times l_2$  и с некоторыми объектами на ней от  $x_{11}$  до  $x_{34}$  (в виде агрегатированных устройств подстанции). За основу для оценки молниеприёмников традиционных способов молниезащит принимаем схему модели с учётом возможности расположения молниеприёмников на  $B_0$ , а в вертикальной плоскости находящихся между поверхностью земли  $G(x, y)$  и облаком  $V(x, y)$ , как в [7].

1.1. Схема для вычислительных экспериментов с применением ТМ для защиты объектов на  $B_0$  (в разрезе вертикальной плоскостью  $CC$ ) показана на рис. 1 с возможностью определения картины ЭП. За основу решения первой внешней краевой задачи принимается МИПБС [9] с допущениями, как в [6, 7, 9]

Для исследуемой области  $B_1(x, z)$  определяется ЭП потенциала  $\psi$  относительно проводящей поверхности земли на основе уравнения Лапласа с учётом [9]:

$$\frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial z^2} = 0; (x, z) \in B_1(x, z). \quad (1)$$

Граничные условия для этой задачи следующие:

- на границе  $A_2$  от п. 2 – п. 6, п. 8 – п. 11, п. 13 – п. 16, п. 18 – п. 21 до п. 23, т.е. на нижней части области  $B_1(x, z)$  в виде проводящей плоскости  $G(x, y)$  с объектами подстанции:

$$\psi(x, z_0) = 0, (x, z_0) \in A_2; \quad (2)$$

- на границе области  $A_\infty$  (справа и слева от исследуемых объектов):

$$\psi(\infty) = 0; \quad (3)$$

- на границе  $A_1$  от п.1 до п.24, т.е. на верхней части  $B_1(x, z)$  в виде плоскости  $V(x, y)$ :

$$\psi(x, z_m) = \psi_A, (x, z_m) \in A_1; \quad (4)$$

- на границах  $A_3$  п. 7, п. 12, п. 17, п. 22, т.е. в виде ТМ над объектами:

$$\psi(x_i, z_i) = 0. \quad (5)$$

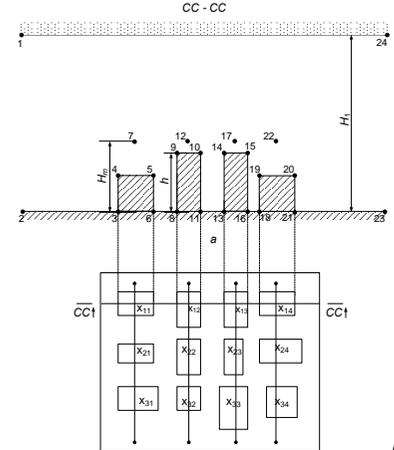


Рисунок 1. Схема для вычислительных экспериментов с применением ТМ:  
 а – расчетная область  $B_1(x, z)$ ;  
 б – объекты от  $x_{11}$  до  $x_{34}$  на  $B_0$

Здесь  $B_1(x, z)$  – расчетная область, ограниченная  $A_1, A_2, A_3, A_\infty$ , причем  $A_\infty$  – условная граница на бесконечности слева и справа от этой области. Для расчетов в области  $B_1(x, z)$  введены

внутренние границы  $A_4$  и  $A_5$  (соответственно от п. 1 до п. 2 и от п. 23 до п. 24 с учётом МИПБС), необходимые для выделения условно ограниченной области  $B_{A1}(x, z)$ .

Случай 1. Принимаем, что часть выделенной области  $B_{A1}(x, z)$ , входящей в состав  $B_1(x, z)$ , является основной и на ней задаются границы с возможностью исследования объектов на поверхности  $G(x, y)$  (см. рис. 1). Область  $B_{A1}(x, z)$  имеет форму прямоугольника, тогда с учётом МИПБС необходима дополнительная область  $B_{A1}^*(x, z)$ , например, с учетом вида области  $B_{A1}(x, z)$ , чтобы часть  $B_1(x, z)$ , находящаяся между границами  $A_4$  и  $A_\infty$  и между  $A_5$  и  $A_\infty$ , отобразилась на область  $B_{A1}^*(x, z)$ . В отличие от [10] эта область  $B_{A1}^*(x, z)$  учитывает особенности исходной полубезграничной среды и поэтому имеет продолжения от границ  $G(x, y)$  и  $V(x, y)$  с заданными на них потенциалами  $\psi$ , т.е. с учётом условий (2) и (4). Считаем, что области  $B_{A1}(x, z)$  и  $B_{A1}^*(x, z)$  соприкасаются по внутренним границам  $A_4$  и  $A_5$ . Это необходимо для того, чтобы часть  $B_1(x, z)$ , находящаяся между границами  $A_4$  и  $A_\infty$  и между  $A_5$  и  $A_\infty$  отобразилась на область  $B_{A1}^*(x, z)$ .

Случай 2. Учитывая, что решается первая внешняя краевая задача с учётом проводящей ЭП элементов систем молниезащит на основе МИПБС как в [9], но для плоского случая. В этом случае область  $B_{A11}(x, z)$  – это половина круга с радиусом  $R_0$ , причём его диаметр – это граница  $A_2$  в виде поверхности  $G(x, y)$  с объектами подстанции, над которой находится облако  $V(x, y)$ , т.е. граница  $A_1$ , имеющая некоторую длину  $x_1$ , причём  $x_1 < R_0$ . Тогда дополнительная область  $B_{A11}^*(x, z)$  с учетом вида области  $B_{A11}(x, z)$  – это также половина круга с границей по диаметру в виде  $G(x, y)$  и с учётом только условия (2). Считаем, что области  $B_{A11}(x, z)$  и  $B_{A11}^*(x, z)$  соприкасаются по окружностям, т.е. по внутренним границам  $A_4$  и  $A_5$ , но не соприкасаются по границам  $A_2$ , т.е. по  $G(x, y)$  для каждой из областей  $B_{A11}(x, z)$  и  $B_{A11}^*(x, z)$ . Это необходимо для того, чтобы часть оставшейся области  $B_1(x, z)$  отобразилась на область  $B_{A11}^*(x, z)$ .

В расчётной области  $B(x, z)$  параметры следующие:  $h$  – максимальная высота объекта относительно  $G(x, y)$ ;  $H_1$  – высота от  $G(x, y)$  до границы облака  $V(x, y)$ ;  $H_m$  – высота расположения ТМ, определяемая из соотношения, что  $H_m \geq 1,2h$  [11].

1.2. Аналогичная схема модели подстанции в виде территории  $B_0$  с исследуемыми объектами  $x_{11} - x_{34}$  (см. рис. 1), но с применением СМ (молниеприёмники отмечены (\*)) показана на рис. 2 с учётом разреза вертикальной плоско-

стью  $AB$  и с возможностью определения общей картины ЭП.

Аналогично в вертикальной плоскости области  $B^0_1(x,z)$  (см. рис. 2) с применением СМ определяется ЭП потенциала  $\psi$  относительно проводящей поверхности  $G(x,y)$  и облака  $V(x,y)$  с использованием уравнения (1).

Граничные условия для этой задачи следующие (см. рис. 2):

- на проводящей границе  $A^0_2$  от п. 2 до п. 28:

$$\psi(x, z_0) = 0, \quad (x, z_0) \in A^0_2; \quad (6)$$

- на границе полубесконечной области  $A^0_\infty$ :

$$\psi(\infty) = 0; \quad (7)$$

- на границе  $A^0_1$  от п.1 до п.29:

$$\psi(x, z_n) = \psi_A, \quad (x, z_n) \in A^0_1; \quad (8)$$

где  $B^0_1(x,z)$  – расчетная область, ограниченная  $A^0_1, A^0_2, A^0_\infty$ , причем  $A^0_\infty$  – условная граница на бесконечности слева и справа от исследуемой области. Для выполнения численных расчетов в области  $B^0_1(x,z)$  введены аналогичные допущения, как и предыдущей задаче для исследования ТМ, т.е. также вводятся дополнительные области с учётом применения МИПБС.

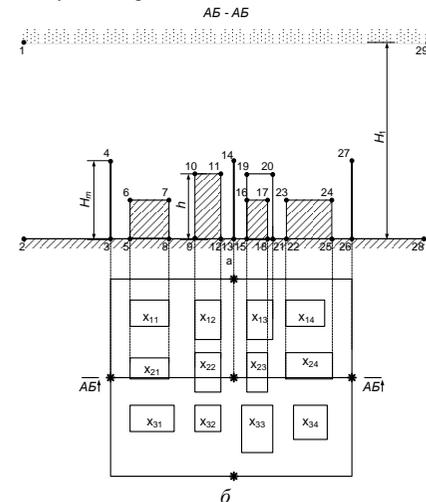


Рисунок 2. Схема для вычислительных экспериментов с применением СМ:  
 $a$  – расчетная область  $B^0_1(x,z)$ ;  
 $b$  – объекты от  $x_{11}$  до  $x_{34}$  на  $B_0$

В области  $B^0_1(x,z)$  параметры аналогичные (см. рис. 1), при этом  $H_m$  – это высота СМ с учётом соотношения  $H_m \geq 1,2h$  [11].

**2. Результаты расчётов.** Вычислительные эксперименты выполнялись на основе метода конечных разностей с применением универсальной прямоугольной равномерной сетки с учётом

особенностей исследуемых задач, которые проводились для плоской области на базе применения ускоренного метода Либмана как в [9].

При исследованиях распределённых ТМ систем молниезащит определяются ЭП потенциала  $\psi$  и эквипотенциальных поверхностей в виде уравнений  $\psi_i = \text{const}$ , а также поверхностей равных напряженностей ЭП в виде уравнений  $E_i = \text{const}$ . Расчёты ведутся в безразмерном виде, а именно, потенциалы определяются как  $\Psi_{ai}^* = \psi_i / \Psi_A$ ; ( $\Psi_A$  – базовое значения потенциала на границе  $A_1$  исследуемой области).

Компоненты напряженности ЭП определяются в виде

$$E^*_x = -\partial \psi^* / \partial x^*; \quad E^*_y = -\partial \psi^* / \partial y^*,$$

где  $x^* = x_i / h$  и  $y^* = y_i / h$ .

Аналогично записываются безразмерные параметры и для других величин, а также для исследования распределённых СМ. При вычислительных экспериментах для ТМ и СМ за основу принимается исходное однородное поле по аналогии как в [7], что соответствует задаваемой исходной разности потенциалов между  $G(x,y)$  и  $V(x,y)$ .

2.1. Сравнительный анализ результатов расчётов показал следующее.

2.1.1. Для примера с ТМ при решении первой внешней краевой задачи (ур-ние (1) с граничными условиями (2) – (5)) с учётом случая 2 и при использовании дополнительного допущения, при котором расстояние  $x_m$  от границы концевых объектов  $x_{11}$  до границ  $A_4$  и соответственно от концевых объектов  $x_{14}$  до границ  $A_5$ , например, равного  $5x_{12}$  ( $x_{12}$  – расстояние между концевыми объектами  $x_{11}$  и  $x_{14}$  на границе  $A_2$  (см. рис. 1)), тогда в решаемой задаче можно не принимать во внимание граничное условие на бесконечности для дополнительных границ  $A_4, A_5$ , т.е. вместо условия (3) применять условие в виде:

- на границах  $A_4, A_5$  (от поз. 1 до поз. 2 и соответственно от поз. 23 до поз. 24):

$$\partial \psi / \partial n = 0, \quad (9)$$

т.е. возможно считать решаемую задачу не внешней, а внутренней краевой задачей, причём с условием (9).

Эти результаты совпадают с данными работы [12], в которой показано качественное и количественное совпадение результатов расчёта при решении внешней краевой задачи с аналогичными результатами расчётов работы [7], но при решении внутренней краевой задачи для случая неоднородной области, расположенной между верхней и нижней плоскими границами с заданными потенциалами и с расположенными на них 2-мя стержнями, причём один из стержней расположен на верхней, а другой – на ниж-

ней плоских границах. При этом на торцевых границах исследуемой области [7] записаны условия в виде граничного условия (9). В целом задача, рассмотренная в [7], представляет частный случай исследуемой задачи с учётом уравнений (1) – (5). При этом сравнение результатов расчётов для двух стержней относительно вертикальной оси, проходящей между стержнями по середине, показало, что средняя относительная погрешность отклонения результатов расчета этой задачи в [12] с данными работы [7] составляет менее 2 %.

2.1.2. Для примера с ТМ при решении первой внешней краевой задачи (ур-ние (1) с условиями (2) – (5)) установлено, что как для случая 1, так и для случая 2 в целом результаты прак-

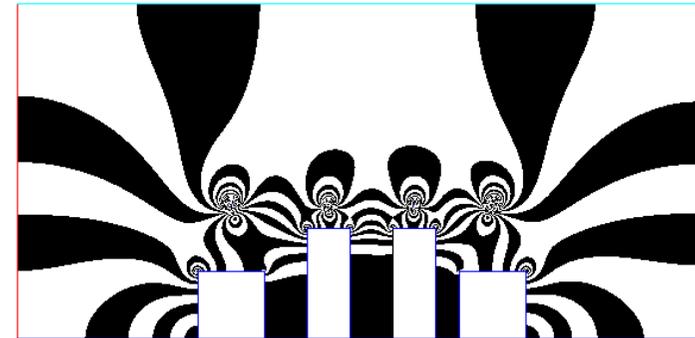


Рисунок 3. Типовые результаты расчета ЭП для схемы с ТМ в виде уравнений  $E_i = \text{const}$  при  $H^*_m = H_m/h = 1,22$

Максимальная напряжённость поля  $E_{mn}^*$  на тросовых молниеотводах с высотой подвеса  $H^*_m = 1,22$  находится в диапазоне от 1444,73 до 1491,34. Следует отметить, что все представляемые результаты численных расчётов выполнялись с точностью  $\epsilon^* = 0,001$ .

Аналогичные результаты расчетов поверхностей равных напряженностей поля в виде уравнений  $E_i = \text{const}$  были выполнены для условий, при которых высота подвеса ТМ имела относительную величину  $H^*_m = 1,44$  и  $H^*_m = 1,66$ .

Сравнительный анализ результатов расчёта показал следующее:

1) Если на ТМ максимальная напряжённость поля  $E^*_{mn}$  при высоте подвеса  $H^*_m = 1,22$  находится в диапазоне от 1444,73 до 1491,34, то при увеличении  $H^*_m$  до 1,66 соответственно увеличивается  $E^*_{mn}$  в диапазоне от 2194,83 до 2261,63. Следовательно, с увеличением высоты подвеса  $H^*_m$  этих молниеотводов в 1,36 раза в среднем увеличивается и напряжённость поля  $E^*_{mns}$  с 1468,03 до 2228,32, т.е. порядка до 1,52 раза.

тически совпадают с учётом принятых допущений. При этом установлено, чем меньше  $H_1$  по сравнению с  $x_{12}$ , т.е. при условии  $x_{12} / H_1 > 1$ , тем существенно меньше значение  $x_m$  (более 2-х раз).

2.2. Исследовались особенности элементов систем молниезащит в виде распределённых СМ и ТМ для подстанций соответственно на базе вычислительных экспериментов с расчётом ЭП в исследуемых областях относительно проводящей поверхности  $G(x,y)$  и облака  $V(x,y)$ .

2.2.1. Типовые результаты расчета для схемы с ТМ в исследуемой области  $B_{11}(x,z)$  (см. рис. 1) для объектов подстанции ( $x_{11} - x_{14}$ ) показаны на рис. 3 в виде уравнений  $E_i = \text{const}$ .

2) При аналогичных условиях с учётом изменения  $H^*_m$  соответственно в верхних угловых зонах на объектах (от  $x_{11}$  до  $x_{14}$ ) подстанции максимальная напряжённость поля  $E^*_{mks}$  увеличивается в среднем с 372,83 до 566,49, т.е. также  $E^*_{mks}$  увеличивается до 1,52 раза.

2.2.2. Типовые результаты расчета для схемы с СМ в исследуемой области  $B^0_1(x,z)$  (см. рис. 2) для объектов подстанции ( $x_{21} - x_{24}$ ) показаны на рис. 4 в виде уравнений  $E_i = \text{const}$ .

Максимальная напряжённость поля  $E^*_{me}$  на СМ при их высоте  $H^*_m = 1,22$  находится в диапазоне от 938,36 до 1077,13 (результаты расчётов выполнялись с точностью  $\epsilon = 0,001$ ). Аналогичные результаты расчетов поверхностей равных напряженностей поля в виде  $E_i = \text{const}$  были выполнены для условий, при которых высота СМ имела относительную величину  $H^*_m = 1,44$  и  $H^*_m = 1,66$ .

Сравнительный анализ результатов расчёта показал следующее:

1) Если на верхних концах СМ максимальная напряжённость  $E^*_{me}$  при высоте  $H^*_m = 1,22$  находится в диапазоне от 968,36 до 1077,13, то

при увеличении  $H_m^*$  до 1,66 соответственно увеличивается  $E_{me}^*$  от 1404,96 до 1438,62. Следовательно, при увеличении высоты СМ в 1,36 раз в

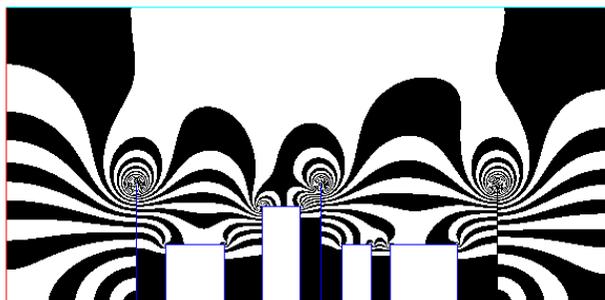


Рисунок 4. Типовые результаты расчета ЭП для схемы с СМ в виде уравнений  $E_i = \text{const}$  при  $H_m^* = H_m/h = 1,22$

2) Аналогично для технологических объектов подстанции в верхних их угловых зонах наблюдается следующее:

- с высотой объектов  $h_i < h$  и с увеличением  $H_m^*$  напряженность поля  $E_{mk1}^*$  в среднем уменьшается с 168,30 до 134,87, т.е. 1,25 раза;
- с высотой объектов  $h_i = h$  и с увеличением  $H_m^*$  напряженность поля  $E_{mk2}^*$  в среднем уменьшается с 557,40 до 382,13, т.е. в 1,46 раз.

Следует также отметить, что при вычислительных экспериментах при относительном шаге  $\Delta E^* \approx 33,66$  для поверхностей равных напряженностей ЭП в виде уравнений  $E_i = \text{const}$  было установлено, что максимальная напряженность поля  $E_m^*$  находится на верхних концах крайних СМ систем молниезащит (см. рис. 4) в сравнении с центральным СМ

2.3. Сравнительный анализ полученных результатов для молниеприёмников типа ТМ и СМ показал следующее:

1) При одинаковых условиях максимальная напряженность поля  $E_{mn}^*$  на ТМ, например, при высоте подвеса  $H_m^* = 1,22$  выше, чем  $E_{me}^*$  на верхних концах СМ, причём с увеличением высоты подвеса, например, до  $H_m^* = 1,66$  величина  $E_{mn}^*$  на ТМ возрастает по сравнению с  $E_{me}^*$  на СМ в среднем до 1,57 раза, т.е. с увеличением  $H_m^*$  больше увеличивается максимальная напряженность поля на ТМ, чем на СМ.

2) Установлено, что для СМ при увеличении высоты  $H_m^*$  до 1,36 раза максимальная напряженность поля  $E_{me}^*$  на верхних концах СМ увеличивается, однако на технологических объектах подстанции в их верхних угловых зонах напряженность  $E_{mki}^*$  снижается, причем чем больше высота объекта, тем больше уменьшение  $E_{mki}^*$ , что важно учитывать для этих типов систем молниезащит при проектировании распределённых молниеприёмников. Для ТМ установ-

ленным увеличивается и напряженность поля  $E_{mes}^*$  с 1022,74 до 1421,79, т.е. порядка до 1,4 раза.

лено, что при увеличении высоты подвеса  $H_m^*$  в аналогичных пределах максимальная напряженность поля  $E_{mn}^*$  на ТМ также увеличивается, но и на технологических объектах подстанции в их верхних угловых зонах величины напряженности  $E_{mk}^*$  также увеличиваются в отличие от молниеприёмников типа СМ.

На основе полученных расчётов оценку возможности появления стримера и его попадания в некоторую точку выполним на примере для молниеприёмников типа СМ. С учётом подхода [6, 13] можно определить, что для исследуемых объектов подстанции возможность попадания нисходящего стримера будет связана с крайними молниеприёмниками типа СМ системы молниезащиты (см. рис. 4) в случае появления грозовой активности, так как максимальная напряженность поля  $E_{me}^*$  находится на верхних концах этих крайних СМ. При исходных расчётах считается, как и в [6], что имеется исходное однородное поле  $E_0$ , которое изменяется при учёте в исследуемой области объектов подстанции и распределённых молниеприёмников, причём возникающие величины максимальных напряженностей поля меньше, чем  $E_{max}$  короны. После определения общей картины поля используется изменённая версия закона Пика, как и в [6] и считается, что максимальная напряженность поля превышает  $E_{max}$  и оценивается возможная точка попадания стримера исходя из максимальной напряженности поля для исследуемого случая.

Например, установлено, что увеличение  $H_m^*$  от 1,22 до 1,66, т.е. увеличение высоты молниеприёмника типа СМ над максимальной высотой объекта подстанции в 1,66 раза, приводит в среднем к увеличению максимальной напряженности поля  $E_{mes}^*$  на СМ до величины порядка 1421,79, а средняя напряженность поля  $E_{mki}^*$  для

угловых зон объектов с высотой  $h_i = h$  в среднем уменьшается с 557,40 до 382,13.

Тогда при  $H_m^* = 1,66$  и  $h_i = h$  коэффициент  $e_i^*$  (отношение максимальных напряженностей поля молниеприёмника и объекта подстанции) определяется в виде

$$e_1^* = E_{me2}^* / E_{mk2}^* \approx 3,72,$$

а для объектов с  $h_i < h$  соответственно

$$e_2^* = E_{me2}^* / E_{mk1}^* \approx 10,54.$$

Следовательно, возможность попадания нисходящего стримера в объекты подстанции в разы меньше, чем в молниеприёмник.

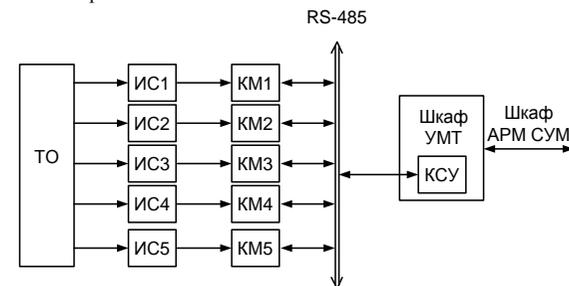


Рисунок 5. Блок-схема системы автоматизированного мониторинга элементов молниезащиты

Структура системы автоматизированного мониторинга включает следующие уровни:

– нижний уровень содержит устройства подключения к молниеприёмникам, например, типа СМ (см. рис. 2) в виде ИС1 – ИС5 (измерительные схемы) для непрерывного измерения параметров в распределённых элементах молниезащит по точкам учета с целью мониторинга атмосферных электрических разрядов в окрестностях подстанции электроэнергетической системы;

– средний уровень содержит контроллеры в виде модулей аналогового ввода для сигналов с высоким напряжением типа КМ1 – КМ5, связанных с контроллером универсального типа КСУ, расположенного в Шкафу УМТ;

– верхний уровень включает шкаф автоматизированного рабочего места системы управления и мониторинга (Шкаф АРМ СУМ) с учётом АРМ оператора со специализированным программным обеспечением для ПК с возможностью выполнения сбора информации с контроллеров среднего уровня, обработку этой информации, как по точкам учета, так и по их группам объектов, отображение, документирование данных учета в виде удобном для анализа и принятия решений и др.

Современные АСКУ подстанций являются многоуровневыми и состоят из отдельных модулей, которые могут заменяться на другие типы, в зависимости от энергообъекта, класса напряже-

Для анализа грозовой активности, особенно проявляющейся в ударах молнии в пределах подстанции, рассмотрим особенности структуры системы мониторинга разрядов атмосферного электричества в виде блок-схемы, показанной на рис. 5, с учётом молниеприёмников типа СМ. Эта структура может входить в состав автоматизированной системы контроля и управления (АСКУ) подстанции, а именно, в один из модулей.

Для анализа грозовой активности, особенно проявляющейся в ударах молнии в пределах подстанции, рассмотрим особенности структуры системы мониторинга разрядов атмосферного электричества в виде блок-схемы, показанной на рис. 5, с учётом молниеприёмников типа СМ. Эта структура может входить в состав автоматизированной системы контроля и управления (АСКУ) подстанции, а именно, в один из модулей.

ния, мощности, конструктивных особенностей и технического состояния контролируемого аппарата, а также могут комплектоваться различным составом и количеством датчиков, объём выполняемых функций и др. [14]. В общем случае АСКУ подстанций принимает данные от датчиков систем и оборудования, а затем полученная информация используется для защиты и управления оборудованием подстанций. Применяемая аппаратура обеспечивает определение параметров и их соответствие допустимым нормам, обеспечивает отображение полученной информации и обработанных характеристик оборудования, обеспечивает удаленный доступ к ним, архивирование и документирование.

С учётом территориально-распределённого оборудования в АСКУ подстанции используется интеграция различных сетей, например, на базе RS-485, локальной вычислительной сети в виде сети Ethernet, волоконно-оптической линии связи ВОЛС и др. Это даёт возможность для системы мониторинга разрядов атмосферного электричества применить, например, стандартный подход в виде интерфейса RS-485.

В состав АСКУ подстанций входят шкафы управления и мониторинга трансформаторного оборудования (Шкаф УМТ) на базе контроллеров с возможностью управления системой охлаждения трансформаторов (автотрансформаторов, шунтирующих реакторов) и устройствами регулирования напряжения под нагрузкой.

В виде шкафа реализуется автоматизированное рабочее место (АРМ) системы управления и мониторинга АСКУ. Шкаф АРМ системы управления и мониторинга (Шкаф АРМ СУМ), как правило, устанавливается в кондиционируемых помещениях главных щитов управления подстанцией. В АСКУ предусматривается удаленный доступ к технологическим параметрам оборудования подстанции с помощью сети Internet. Это решение также позволяет осуществить удаленный доступ к параметрам системы мониторинга разрядов атмосферного электричества, а в целом даёт возможность анализировать влияние грозовой активности и особенно ударов молнии на оборудование подстанции.

**В заключение** необходимо отметить следующее. Для анализа особенностей и выбора основных схем расположения молниеприёмников типа СМ и ТМ систем молниезащит на некоторой территории  $B_0$  в виде подстанции с технологическими объектами и с учётом их максимальной высоты  $h$  необходимо определять максимальные величины напряженности поля, возникающие как на молниеприёмных частях молниеотводов в виде стержней или тросов, так и на исследуемых объектах. Эти расчёты позволят оценить возможные точки удара молнии на основе анализа картины распределения напряженности поля относительно исследуемых объектов.

Для анализа грозовой активности, особенно проявляющейся в ударах молнии в пределах подстанции, возможно применять структуру системы мониторинга разрядов атмосферного электричества, представленную в виде блок-схемы.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. <http://www.ericom.com>
2. <http://www.prevelectron.ru>
3. Юриков, П.А. Защита электростанций и подстанций 3-500 кВ от прямых ударов молнии // П.А. Юриков. – М.: Энергоиздат, 1982. – 88 с.
4. <http://www.siemens.com/hvdc> (High Voltage Direct Current Transmission – Proven Technology for Power Exchange).
5. Aleksić, S.R. Determination of critical atmospheric electric field around Franklin's lightning protection rod that leads to break-down [Текст] / S.R. Aleksić, S.S. Pić // Acta Electrotechnica et Informatica. – 2007. – № 2. – V. 7. – P. 3-9.
6. D'Alessandro, F. Electric field modelling of structures under thunderstorm conditions [Текст] / F. D'Alessandro, J.R. Gumley // Proceedings of ICLP'1998. Birmingham, Britain, 1998. – P. 457-462.

7. Резинкина, М.М. Расчет трехмерных электрических полей в системах, содержащих тонкие проволоки [Текст] / М.М. Резинкина // Электричество. – 2005. – № 1. – С. 44-49.

8. Потапенко, А.Н. Математическое моделирование поля давлений в многоэлектродных разрядных блоках [Текст] / А.Н. Потапенко, М.И. Дыльков, А.И. Штифанов // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2003. – №9-10 – С. 120-124.

9. Потапенко, А.Н. Численное моделирование электрических полей в системах «электрод – поверхность земли» для элементов молниезащит [Текст] / А.Н. Потапенко, Е.А. Канунникова, М.И. Дыльков // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2008. – № 11-12. – С. 72-78.

10. Дыльков, М.И. Метод инверсии для численного решения внешних краевых задач для уравнений эллиптического типа: ... дис. канд. физ.-мат. наук: 05.13.18 / Дыльков Михаил Иванович. – Белгород, 2004. – 140 с.

11. Базелян, Э.М. Физика молнии и молниезащиты / Э.М. Базелян, Ю.П. Райзер. – М.: Физматлит, 2001. – 320 с.

12. Канунникова Е.А. Математическое моделирование электрических полей распределенных электротехнических систем постоянного тока на основе метода инверсии: ... канд. техн. наук: 05.13.18 / Канунникова Елена Александровна. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова. – 131 с.

13. D'Alessandro, F. A 'Collection Volume Method' for the placement of air terminals for the protection of structures against lightning [Текст] / F. D'Alessandro, J.R. Gumley // J. of Electrostatics. – 2001. – № 50. – P. 279-302.

14. Корнева, А.И. Промышленные программно-аппаратные средства на отечественном рынке АСУТП: практическое пособие для специалистов, занимающихся разработкой и модернизацией СУ на промышленных предприятиях / А.И. Корнева, Н.И. Аристова – М.: ООО Изд-во «Научтехлитиздат», 2001. – 402 с.

Леденева Т. М. д-р. техн. наук, проф.  
Нгуен Нгок Хуи, аспирант  
Воронежский государственный университет

## О ВЫЧИСЛЕНИИ ФУНКЦИИ ПОДОБИЯ ДЛЯ НЕЧЕТКИХ ЧИСЕЛ

dean@amm.vsu.ru

В статье рассматривается подход к сравнению нечетких чисел, основанный на вычислении функции подобия и позволяющий другим способом построить матрицу сходства в задаче нечеткой классификации, улучшив тем самым качество ее решения.

**Ключевые слова:** нечеткое число, функция принадлежности, функция подобия.

### Введение

Во многих прикладных задачах в силу неопределенности или приближенного характера используемой информации широкое применение находят нечеткие числа. Согласно определению [1], нечеткие числа представляют собой выпуклые нормальные нечеткие множества с ядром, состоящим из единственного элемента, и ограниченные носителем. Для сравнения нечетких чисел можно использовать подходы, основанные на сравнении соответствующих нечетких множеств, оценивая их частичное совпадение, несовпадение, несходство.

Скалярным индексом [1] сравнения нечетких множеств  $A$  и  $B$  назовем величину

$$I(A, B) = f(g_1(A * B), \dots, g_k(A * B)),$$

где  $*$  – бинарная операция, задающая комбинацию нечетких множеств;  $g_i$  – скалярная оценочная функция нечеткого множества;  $f$  – линейное преобразование шкалы в  $[0, 1]$ .

Очевидно, что можно построить множество скалярных индексов, которые позволяют учитывать особенности сравнения нечетких множеств. В статье рассмотрен частный случай скалярного индекса – функция подобия. Определены возможные ситуации расположения нечетких треугольных чисел и для каждой ситуации найдено значение функции подобия, определяемое параметрами чисел. Полученные результаты были апробированы на задаче нечеткой классификации, в которой информация об объектах заданного множества представлялась треугольными числами.

### 1. Построение функции подобия для нечетких чисел

Пусть  $U$  – универсальное множество. Нечеткое подмножество  $A$  универсального множества  $U$  задается функцией принадлежности  $\mu_A : U \rightarrow [0, 1]$ , которая для каждого элемента  $x \in U$  определяет степень  $\mu_A(x)$  его принадлежности множеству  $A$ , причем, чем ближе

$\mu_A(x)$  к 1, тем в большей степени соответствующий элемент  $x$  принадлежит множеству  $A$ .

Слабый  $\alpha$ -срез нечеткого множества  $A$  с функцией принадлежности  $\mu_A(x)$  определяется по формуле  $A_\alpha = \{x / \mu_A(x) \geq \alpha\}$ . Если потребовать выполнения строгого неравенства, то получим строгий  $\alpha$ -срез  $A_\alpha^-$ .  $\alpha$ -срез иначе называется *уровневым множеством*. С помощью строгого  $\alpha$ -среза определяется понятие *носителя* нечеткого множества  $\text{Supp}(A) = A_0$ . Для нечеткого множества *ядро*  $\text{Ker}(A) = A_1 = \{x : \mu_A(x) = 1\}$  – множество уровня  $\alpha = 1$ . Если  $\text{Ker}(A) \neq \emptyset$ , то множество  $A$  называется *нормальным*, иначе – *субнормальным*.

Нечетким числом называется нечеткое подмножество множества действительных чисел  $R$  с функцией принадлежности, удовлетворяющей ряду дополнительных свойств (выпуклость, нормальность). Заметим, что все определения, введенные для нечетких множеств, имеют место и для нечетких чисел. Для нормального нечеткого числа  $A$  с унимодальной функцией принадлежности  $\text{Ker}(A) = I$ . Если же предположить, что

$\text{Ker}(A) = [x, \bar{x}]$ , то получим понятие нечеткого интервала, простейшим представителем которого является нечеткое трапециевидное число. В дальнейших рассуждениях будем рассматривать нечеткие трапециевидные числа (нечеткие интервалы)  $T = (a, d, e, b)$  с функцией принадлежности вида

$$T(x) = \begin{cases} \frac{x-a}{d-a}, & \text{если } a \leq x \leq d, \\ \frac{b-x}{b-e}, & \text{если } e \leq x \leq b, \\ 1, & \text{если } d \leq x \leq e, \\ 0, & \text{иначе.} \end{cases}$$

Заметим, что трапециевидное нечеткое число – это выпуклое нечеткое множество, поэтому его  $\alpha$ -срезы представляют собой отрезки  $T_\alpha = [ad + (1-\alpha)a, ae + (1-\alpha)b]$ . Заметим, что при  $\alpha = 0$  получим носитель  $T_0 = (a, b)$ , при  $\alpha = 1$   $T_1 = [d, e]$  – ядро нечеткого числа.

Рассмотрим различные подходы к сравнению нечетких чисел с помощью функции подобия. Пусть  $A_1$  и  $A_2$  – нечеткие множества, заданные на одном и том же универсальном множестве, тогда функция подобия этих нечетких множеств определяется по формуле

$$S(A_1, A_2) = \frac{|A_1 \cap A_2|}{|A_1 \cup A_2|} = \frac{|A_1 \cap A_2|}{|A_1| + |A_2| - |A_1 \cap A_2|},$$

$$S(T_1, T_2) = \frac{|T_1 \cap T_2|}{|T_1| + |T_2| - |T_1 \cap T_2|} = \frac{|T_2|}{|T_1|} = \frac{b_2 - a_2 + e_2 - d_2}{b_1 - a_1 + e_1 - d_1}.$$

**Случай 2:**

$a_1 \leq a_2 \leq b_2 \leq b_1$ , &  $d_1 \leq d_2 \leq e_1 \leq e_2$  (рис. 1).

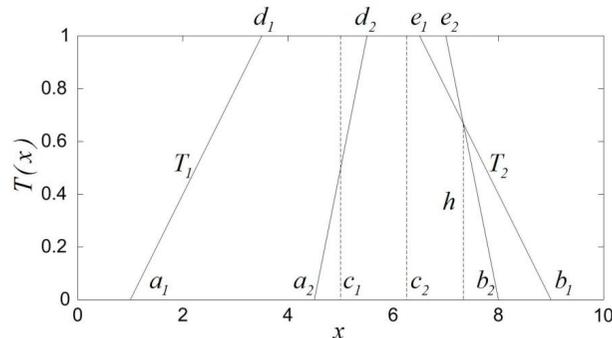


Рисунок 1. Взаимное расположение нечетких множеств – случай 2

Для нахождения  $h$  составим уравнение

$$\frac{b_1 - x}{b_1 - e_1} = \frac{b_2 - x}{b_2 - e_2} = h,$$

из которого

$$h = \frac{b_2 - b_1}{(b_2 - e_2) - (b_1 - e_1)}.$$

Вычислим

$$S = \frac{|T_1 \cap T_2|}{|T_1| + |T_2| - |T_1 \cap T_2|} = \frac{\frac{1}{2}(l_1 + l_2 + l_3)}{w_1 + w_2 - \frac{1}{2}(l_1 + l_2 + l_3)} = \frac{(l_1 + l_2 + l_3)}{2(w_1 + w_2) - (l_1 + l_2 + l_3)}.$$

**Случай 3:**

$a_1 \leq a_2 \leq b_2 \leq b_1$ , &  $d_1 \leq e_1 \leq d_2 \leq e_2$ .

где мощность нечеткого множества определяется формулой [2]

$$|A| = \int_{x \in \text{Supp}(A)} \mu_A(x) dx.$$

Рассмотрим, каким образом эта мера позволяет сравнивать нечеткие трапециевидные симметричные числа  $T_1 = (a_1, d_1, e_1, b_1)$  и  $T_2 = (a_2, d_2, e_2, b_2)$  с учетом их взаимного расположения.

**Случай 1:**

$a_1 \leq a_2 \leq b_2 \leq b_1$ , &  $d_1 \leq d_2 \leq e_2 \leq e_1$ . В этом случае  $T_2 \subseteq T_1$ , тогда подобие нечетких множеств  $T_1$  и  $T_2$  можно вычислить следующим образом

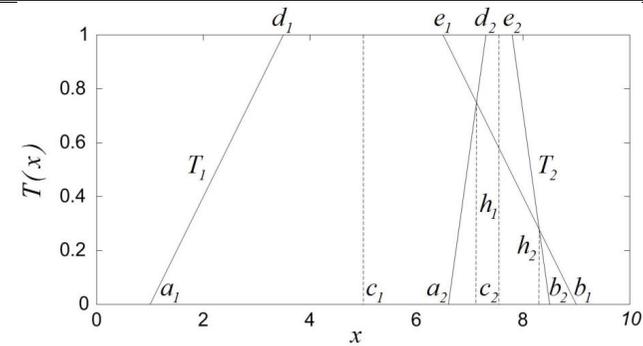


Рисунок 2. Взаимное расположение нечетких множеств – случай 3

Решая уравнение  $\frac{b_1 - x}{b_1 - e_1} = \frac{x - a_2}{d_2 - a_2} = h_1$ , по-

$$|T_1 \cap T_2| = \frac{(b_1 - a_2) \cdot h_1}{2} - \frac{(b_1 - b_2) \cdot h_2}{2}$$

лучим  $h_1 = \frac{b_1 - a_2}{(b_1 - e_1) + (b_2 - e_2)}$ . Аналогично,

$$l_1 = (b_1 - a_2) \cdot h_1, l_2 = (b_2 - b_1) \cdot h_2$$

решая уравнение для нахождения  $h_2$ , получим

$$h_2 = \frac{b_2 - b_1}{(b_2 - e_2) - (b_1 - e_1)}.$$

имеем

$$|T_1 \cap T_2| = \frac{1}{2}(l_1 + l_2).$$

Таким образом,

Окончательно, получим

$$S = \frac{|T_1 \cap T_2|}{|T_1| + |T_2| - |T_1 \cap T_2|} = \frac{\frac{1}{2}(l_1 + l_2)}{w_1 + w_2 - \frac{1}{2}(l_1 + l_2)} = \frac{(l_1 + l_2)}{2(w_1 + w_2) - (l_1 + l_2)}.$$

**Случай 4:**

$a_1 \leq a_2 \leq b_1 \leq b_2$ , &  $d_1 \leq d_2 \leq e_2 \leq e_1$

Тогда  $|T_1 \cap T_2| = w_2 - \frac{(b_2 - b_1) \cdot h}{2}$  или, с учетом

представлен на рис. 3.

замены  $l = (b_2 - b_1) \cdot h$ , получим

$$\text{В этом случае } h = \frac{b_2 - b_1}{(b_2 - e_2) - (b_1 - e_1)}.$$

$|T_1 \cap T_2| = w_2 - \frac{l}{2}$ . Таким образом,

$$S = \frac{|T_1 \cap T_2|}{|T_1| + |T_2| - |T_1 \cap T_2|} = \frac{w_2 - \frac{l}{2}}{w_1 + w_2 - (w_2 - \frac{l}{2})} = \frac{2w_2 - l}{2w_1 + l}$$

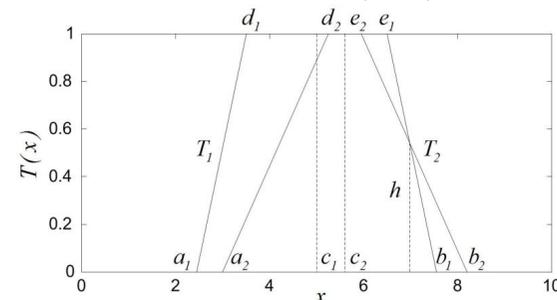


Рисунок 3. Взаимное расположение нечетких множеств – случай 4

**Случай 5:**

$a_1 \leq a_2 \leq b_1 \leq b_2$ , &  $d_1 \leq d_2 \leq e_1 \leq e_2$

показан на рис. 4. Функция подобия  $T_1$  и  $T_2$  может быть легко вычислена следующим образом:

$$S = \frac{|T_1 \cap T_2|}{|T_1| + |T_2| - |T_1 \cap T_2|} = \frac{e_1 - d_2 + b_1 - a_2}{e_2 - d_1 + b_2 - a_1}$$

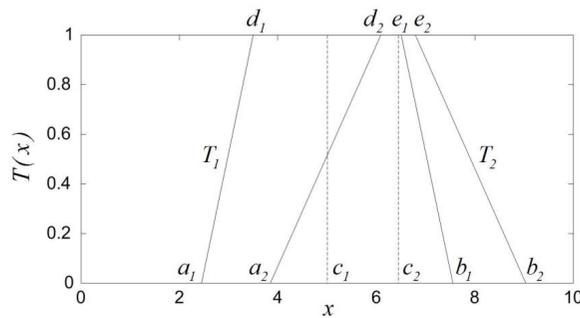


Рисунок 4. Взаимное расположение нечетких множеств – случай 5

**Случай 6:**

$a_1 \leq a_2 \leq b_1 \leq b_2$ , &  $d_1 \leq e_1 \leq d_2 \leq e_2$ .

В этом случае ядра нечетких множеств не пересекаются (рис. 5).

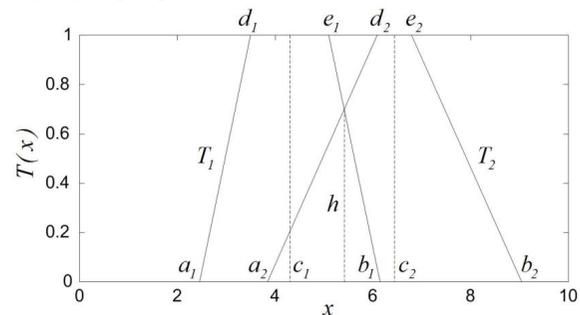


Рисунок 5. Взаимное расположение нечетких множеств – случай 6

Решая соответствующее уравнение, получим

$$h = \frac{b_1 - a_2}{b_1 - e_1 + b_2 - e_2}, \text{ где } d_2 - a_2 = b_2 - e_2.$$

тогда

$$\frac{|T_1 \cap T_2|}{|T_1| + |T_2| - |T_1 \cap T_2|} = \frac{(b_1 - a_2) \cdot h}{2} \Big/ \left( w_1 + w_2 - \frac{(b_1 - a_2) \cdot h}{2} \right) = h \Big/ \left( \frac{2(w_1 + w_2)}{b_1 - a_2} - h \right),$$

так как  $|T_1 \cap T_2| = \frac{(b_1 - a_2) \cdot h}{2}$ . Следовательно,

$$S = h \Big/ \left( \frac{2(w_1 + w_2)}{b_1 - a_2} - h \right).$$

**Случай 7:**

$a_2 \leq a_1 \leq b_1 \leq b_2$ , &  $d_1 \leq d_2 \leq e_2 \leq e_1$  показан на Рис. 6. Функция подобия вычисляется следующим образом.

Из уравнения  $\frac{x - a_1}{d_1 - a_1} = \frac{x - a_2}{d_2 - a_2} = h_1$  получим

$$h_1 = \frac{a_2 - a_1}{(b_1 - e_1) - (b_2 - e_2)}.$$

Затем решаем уравнение  $\frac{b_1 - x}{b_1 - e_1} = \frac{b_2 - x}{b_2 - e_2} = h_2$  и находим

$$h_2 = \frac{b_2 - b_1}{(b_2 - e_2) - (b_1 - e_1)}.$$

$$l_1 = (a_2 - a_1) \cdot h_1, \quad l_2 = (b_1 - b_2) \cdot h_2$$

$$S = \frac{|T_1 \cap T_2|}{|T_1| + |T_2| - |T_1 \cap T_2|} = \frac{w_2 + \frac{l_1 + l_2}{2}}{w_1 + w_2 - \left( w_2 + \frac{l_1 + l_2}{2} \right)} = \frac{w_1 + \frac{l_1 + l_2}{2}}{2w_1 - (l_1 + l_2)}$$

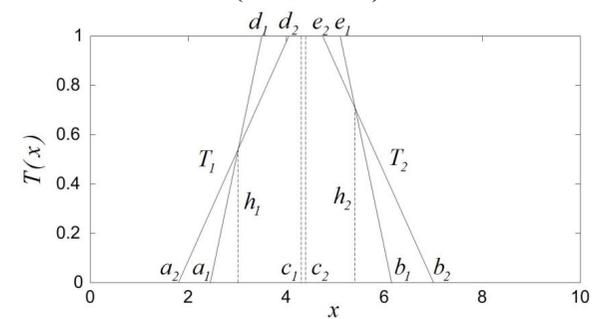


Рисунок 6. Взаимное расположение нечетких множеств – случай 7

**Случай 8:**

$b_1 \leq a_2$ . В этом случае функции принадлежности нечетких чисел не пересекаются. Следовательно,  $|T_1 \cap T_2| = 0$  и  $S(T_1, T_2) = 0$ .

**2. Вычислительный эксперимент**

Для апробации полученных результатов нами рассматривалась задача нечеткой классификации в следующей постановке: пусть оценки объектов  $x \in X$  заданного множества  $X$  заданы в форме нечетких чисел. В соответствии с алгоритмом нечеткой классификации [1], найдем значения функции подобия для каждой пары объектов  $(x_i, x_j)$ . Тем самым будет получена матрица, характеризующая сходство каждой пары объектов. На рис. 7 изображены нечеткие числа  $T_1, \dots, T_{12}$ , которые являются оценками объектов  $x_1, \dots, x_{12}$ . В табл. 1 представлены параметры нечетких чисел, а в табл. 2

– результаты использования методики сравнения нечетких чисел. На рис. 8 представлено полученное декомпозиционное дерево. Для его построения применялась максиминная композиция [1]. В рамках вычислительного эксперимента исследовалась зависимость структуры декомпозиционного дерева от типа композиции, функции расстояния и других параметров задачи.

**Заключение**

Результаты вычислительного эксперимента показали, что функция подобия может использоваться вместо функции расстояния для формирования матрицы сходства/несходства, демонстрируя в некоторых случаях лучшие классификационные свойства. В частности, это объясняется тем, что диапазон значений уровня, в рамках которого происходит активная классификация, в случае использования функции подобия может быть существенно расширен.

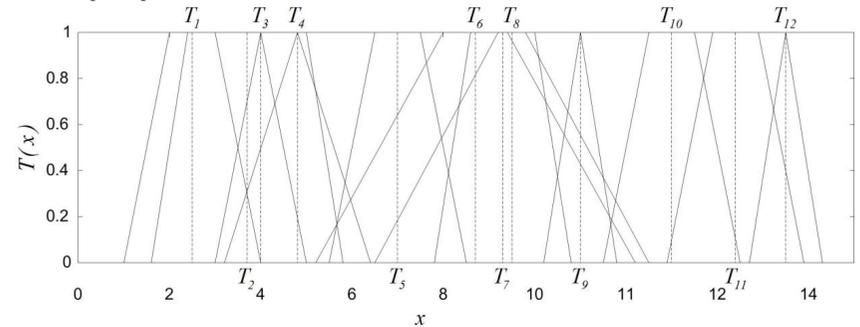


Рисунок 7. Оценки объектов в форме нечетких чисел

Таблица 1

Нечеткие числа	$T_1$	$T_2$	$T_3$	$T_4$	$T_5$	$T_6$	$T_7$	$T_8$	$T_9$	$T_{10}$	$T_{11}$	$T_{12}$
$a$	10	16	30	32	55	52	78	65	102	115	129	147
$b$	40	58	50	64	85	122	108	125	118	145	159	163
$d$	20	24	40	48	65	80	86	92	110	125	139	255
$e$	30	50	40	48	75	94	100	98	110	135	149	155

Таблица 2

	$T_1$	$T_2$	$T_3$	$T_4$	$T_5$	$T_6$	$T_7$	$T_8$	$T_9$	$T_{10}$	$T_{11}$	$T_{12}$
$T_1$	1	0,385	0,091	0,035	0	0	0	0	0	0	0	0
$T_2$	0,385	1	0,294	0,379	0,005	0,007	0	0	0	0	0	0
$T_3$	0,091	0,294	1	0,315	0	0	0	0	0	0	0	0
$T_4$	0,035	0,379	0,315	1	0,045	0,029	0	0	0	0	0	0
$T_5$	0	0,005	0	0,045	1	0,391	0,033	0,114	0	0	0	0
$T_6$	0	0,007	0	0,029	0,391	1	0,492	0,648	0,011	0,011	0	0
$T_7$	0	0	0	0	0,033	0,492	1	0,615	0,039	0	0	0
$T_8$	0	0	0	0	0,114	0,648	0,615	1	0,018	0,026	0	0
$T_9$	0	0	0	0	0	0,011	0,039	0,018	1	0,009	0	0
$T_{10}$	0	0	0	0	0	0,011	0	0,026	0,009	1	0,190	0
$T_{11}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,190	1	0,167
$T_{12}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,167	1

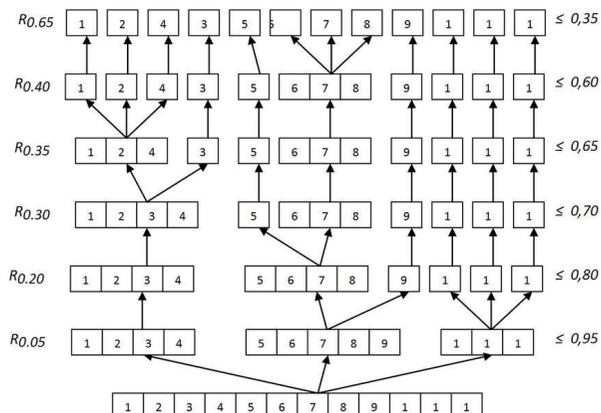


Рисунок 8. Декомпозиционное дерево в задаче нечеткой классификации

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Кофман А. Введение в теорию нечетких множеств / А. Кофман – М. : Радио и связь, 1982. – 432 с.

2. Леденева Т.М. Обработка нечеткой информации / Т.М. Леденева – Воронеж : Изд-во ВГУ, 2006. – 236с.

# ЭКОЛОГИЯ

Пендюрин Е. А., канд. с.-х. наук, доц.,  
Старостина И. В., канд. техн. наук, доц.,  
Смоленская Л. М., канд. хим. наук, доц.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЧВ И ПОДСТИЛАЮЩИХ ПОРОД В РАЙОНЕ КАРЬЕРА ЗАО «БЕЛГОРОДСКИЙ ЦЕМЕНТ» С ЦЕЛЬЮ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ ПРИ РЕКУЛЬТИВАЦИИ

pe@intbel.ru

Изучены и проанализированы возможные способы рекультивации отработанных карьеров. Приведены экспериментальные данные о свойствах почв и подстилающих пород ЗАО «Белгородский цемент», позволяющие рекомендовать их в качестве противодиффузионного экрана и материала-наполнителя для заполнения свободного пространства карьерной выемки при техническом этапе рекультивации отработанного участка. Рекомендованы наиболее оптимальные виды древесно-кустарниковой растительности.

**Ключевые слова:** карьер, рекультивация, мелиорация, вскрышные породы, суглинки, почвы, физико-химические показатели, минералогический состав, древесно-кустарниковая растительность.

Территория Белгородской области в той или иной степени является техногенно нарушенной, поскольку на ее территории находится 328 карьеров, в том числе 84 отработанных. Кроме того, на 176 безхозных карьерах продолжается несанкционированная добыча песка и глины, в том числе и различными подрядными организациями, а на бездействующих - устроены свалки. На территории Белгородского района приходится 22 карьера [1], одним из них является сырьевой карьер ЗАО «Белгородский цемент». Проблема рекультивации территорий после промышленного использования обсуждалась на заседании рабочей группы по реализации областного проекта «Зелёная столица».

Известно, что в процессе разработки карьеров при добыче полезных ископаемых, происходит изъятие огромных массы горных пород, вмешательство в сформировавшуюся миллионами лет геологическую среду, что приводит к последовательному развитию следующих событий:

- ослаблению горного давления внутри напряженного массива;
- формированию полостей окисления природных агентов;
- образованию провалов земли на поверхности;
- активизации эрозии почв;
- нарушение первичных природных условий окружающей среды.

Неблагоприятное воздействие карьерных разработок отрицательно сказывается не только

на потерях земель различного назначения (сельскохозяйственных, лесохозяйственных, водохозяйственных, рекреационных и других), но и на качественных и количественных изменениях состояния окружающей среды и здоровье близко проживающего населения. Отсюда возникает необходимость возврата нарушенных карьерными разработками земель в рациональный хозяйственный оборот при непереносимом условии минимизации и ликвидации вредного влияния на окружающую среду. На эти цели направлены различные технологии и способы рекультивации карьеров и прилегающих к ним нарушенных земель. Существующие технологии рекультивации далеко не во всех случаях учитывают природные условия расположения карьеров и не обеспечивают выбор научно-обоснованных направлений и способов их использования и рекультивации. Согласно этим технологиям преимущественно рассматриваются лишь отдельные, субъективно выбранные элементы работ по рекультивации, часто в отрыве от решения вопросов охраны рекультивированных земель, их восстановления и обновления.

Преобразование нарушенных в результате производственной деятельности земель в состояние, пригодное для использования их в народном хозяйстве, предотвращение их отрицательного воздействия на прилегающие ландшафтные комплексы, охрана этих комплексов, оптимизация сочетания техногенных и природных ландшафтов достигается рекультивацией нарушенных земель. Рекультивация относится к меро-

приятиям восстановительного характера и рассматривается, в первую очередь, как основное средство воспроизводства земли.

Выделяются следующие направления рекультивации [2]:

- сельскохозяйственное – с целью создания на нарушенных землях сельскохозяйственных угодий;

- лесохозяйственное – с целью создания лесных насаждений различного типа;

- рыбохозяйственное – с целью создания в понижениях техногенного рельефах рыбохозяйственных водоемов;

- водохозяйственное – с целью создания в понижениях техногенного рельефах водоемов различного назначения;

- рекреационные – с целью создания на нарушенных землях объекта отдыха;

- санитарно-гигиенические – с целью биологической и технической консервации нарушенных земель, оказывающих отрицательно воздействие на окружающую среду, рекультивация которых для использования в народном хозяйстве экономически неэффективна или нецелесообразна в связи с относительной кратковременностью существования и последующей утилизацией этих объектов;

- строительное – с целью приведения нарушенных земель в состояние пригодное для промышленного и гражданского строительства.

В зависимости от направления рекультивации работы выполняются в два этапа – технический и биологический. Технический этап рекультивации отработанных карьеров проводится двумя методами:

- созданием устойчивого ландшафта путем высаживания склонов и планировки территории с проведением противоэрозионных мероприятий под лесопосадку или высев трав;

- заполнением свободного пространства карьерных выемок, созданием задернованного пологого холма путем фитомелиорации.

Биологический этап включает комплекс агротехнических и фитомелиоративных мероприятий, направленных на улучшение агрофизических, агрохимических, биохимических и других свойств почв. Период биологического этапа рекультивации нарушенных земель определяется рядом условий: мощностью и качеством нанесенного плодородного слоя почвы и потенциально-плодородных пород; биологическими особенностями возделываемых культур, последующим хозяйственным использованием рекультивируемых земель и условиями их увлажнения [3]. Подбор культур определяется биологическим направлением рекультивации, геологическим и природно-климатическими услови-

ям. Предусматривается обязательный уход за посадками, особенно в течение первого года. Откосы отвалов рекультивируются путем посева многолетних трав и противоэрозионной посадки легко приживающихся кустарников и деревьев. Биологический этап рекультивации включает в себя комплекс агротехнических мероприятий на откосах (склонах) и планируемых территориях. Биологическая рекультивация является завершающим этапом восстановления нарушенных земель после полного завершения технического этапа.

Восстановлению нарушенных земель должны предшествовать работы по геолого-почвенному обследованию нарушаемой и восстанавливаемой территории и обоснованию направления рекультивации.

На основании исследований физико-механических и химических свойств вскрышных и вмещающих пород производится оценка их пригодности для экологической рекультивации отработанных карьеров.

Целью данной работы является исследование основных свойств вскрышных пород и почвы верхнего плодородного слоя, образующихся при разработке сырьевого карьера ЗАО «Белгородский цемент», и определение возможности их использования для рекультивации отработанной части карьера.

В географическом отношении район месторождения приурочен к западной части Среднерусской возвышенности, где наряду с современными формами рельефа сохранились следы древнего ландшафта. Участок месторождения приурочен к водораздельному плато, расчлененному сетью глубоких оврагов. Эта площадь относится к бассейнам рек Северский донец и правого ее притока – реки Везелки. Правый берег реки Северский донец, где расположен участок, крутой и довольно резко возвышается над поймой. В южном направлении от участка на расстоянии 800–1000 м протекает река Везелка, ширина ее 1–2,5 м при глубине 0,5–1,6 м [1]. Участок месторождения мела имеет благоприятные горнотехнические условия для открытой разработки. Поверхность участка относительно ровная, открытая, с общим уклоном в южном направлении ограничена с востока и запада оврагами. Абсолютные отметки поверхности изменяются от 185,0 до 212,8 м. Площадь земельного отвода составляет 285,6 га, в том числе площадь карьера – 281,1 га.

Геологическое строение участка сравнительно простое. Основное полезное ископаемое – мел, представляет собой горизонтальную залежь большой мощности. Отметки подошвы меловой толщи повторяют собой зеркало грунто-

вых вод и колеблется от 123,0 м у границы действующего карьера до 126,0 м на севере участка. Мощность полезной толщи изменяется от 29,3 до 49,3 м при средней – 40,9 м. Мел перекрыт, в основном, глинистыми породами, а также песками, песчаниками и суглинками. Мощность этих пород, являющихся вскрышными, изменяется от 6,3 до 48,3 м. В верхней части залегают глины и суглинки, пригодные для производства цемента. Средняя мощность для глины достигает 7,5 м, для суглинков – 23,0 м. Мощность почвенно-растительного слоя изменяется от 0,1 до 0,3 м.

Разработка месторождения ведется открытым способом с использованием экскаваторов без буровзрывных работ. Почвенно-растительный слой удаляется самоходными скреперами и складывается в специальных отвалах – складах временного хранения СВХ-1 для последующего использования при рекультивации нарушенных земель. Вскрышные породы вывозятся во внешние отвалы – склады временного хранения СВХ-2, расположенные с восточной стороны карьера в выработанном простран-

стве отработанного Гриневского карьера, и во внутренние отвалы.

Аналізу подвергались как почвенные образцы, так и образцы вскрышных пород. Отбор проб производился стандартным методом кватерования на складах временного хранения: СВХ-1 – склад почвы и СВХ-2 – склад вскрышных пород.

Полученные экспериментальные данные показали (табл.1), что, исследуемые пробы почв, предполагаемые к использованию для последующей рекультивации отработанного карьера, представлены в основном черноземами малогумусными, щелочными и слабощелочными, с высокой емкостью катионного обмена, хорошим структурным состоянием. Что свидетельствует о необходимости их предварительного восстановления с целью снижения уровня pH до нормативных значений, повышения содержания гумусовых веществ, увеличения плодородия и емкости катионного обмена путем проведения необходимых мелиоративных мероприятий – гипсованием, нейтрализацией кислыми видами химических мелиорантов и внесении органических и минеральных удобрений.

Таблица 1

Физико-химические показатели почв

Вид почвы	pH водной вытяжки	pH солевой вытяжки	Содержание гумуса, %	Емкость катионного обмена, ЕКО, мг-экв/100 г	Структурное состояние	
					%	относительные единицы
Анализируемая почва	7,89	7,55	2,75	13,79	74	хорошее
Идеальная почва	6-7	6-7	4-6	30-40	70-80	хорошее – отличное

Вскрышные породы сырьевого карьера ЗАО «Белгородский цемент», по месту отбора проб на территории карьера и по минералогическому составу можно разделить на две группы:

- желто-коричневого цвета, отобранные в нижнем складе для рекультивации СВХ-2, характеризуются как суглинки запесоченные с включениями карбонатов и тонкодисперсного кремнезема в количестве от 20 до 60%;

- красно-коричневого цвета, условно названные как суглинки-красные, отобранные с верхней части склада для рекультивации СВХ-2, - полиминеральные с содержанием свободного кремнезема 20-25%.

По результатам рентгено-фазового анализа минералогический состав отмытой части вскрышных пород первой группы после удаления крупнодисперсного кремнезема представлен следующими компонентами (рис. 1):

- монтмориллонит ((Al,Mg)<sub>2</sub>(OH)<sub>2</sub>[Si<sub>4</sub>O<sub>10</sub>](H<sub>2</sub>O) d(A) = 15,107; 5,591; 4,518; 3,534.

- глауконит (K(Fe<sup>3+</sup>,Fe<sup>2+</sup>,Al,Mg)<sub>2</sub>·3[Si<sub>3</sub>(Si,Al)O<sub>10</sub>](OH)<sub>2</sub>·nH<sub>2</sub>O – d(A)= 10,589; 4,518; 3,731; 2,56.

- иллит (K<sub>1</sub>Al<sub>2</sub>[(Al,Si)<sub>4</sub>O<sub>10</sub>](OH)<sub>2</sub>·nH<sub>2</sub>O или бейделлитизированная гидрослюда – образованные между мусковитом и каолинитом.

- CaCO<sub>3</sub> d(A)= 3,892; 3,043; 2,56; 1,935; 1,871;

- SiO<sub>2</sub> d(A)= 4,291; 3,363; 2,465; 2,29; 1,985; 1,824.

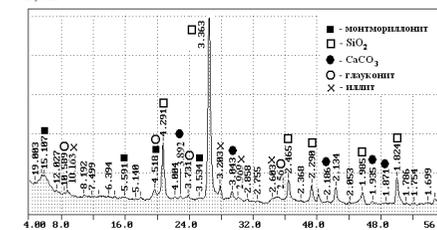


Рисунок 1. Результаты рентгено-фазового анализа суглинков запесоченных

Глинистая составляющая запесоченных суглинков может быть охарактеризована как полиминеральная с преобладанием гидрослюдистых компонентов с включениями карбонатов кальция и тонкодисперсного кремнезема.

Вскрышные породы, условно названные суглинки красные согласно результатам рентгенофазового анализа представлены следующими компонентами (рис. 2):

- монтмориллонит  $((Al,Mg)_2(OH)_2[Si_4O_{10}]H_2O)$   
 $d(A) = 17,159; 15,237; 5,539; 4,518; 3,520; 3,215; 1,713.$

- глауконит  $(K(Fe^{3+},Fe^{2+},Al,Mg)_2)_3[Si_3(Si,Al)O_{10}](OH)_2 \cdot nH_2O - d(A) = 10,464; 4,518; 3,731; 2,898; 2,578; 2,074.$  Глауконит относится к минералам из группы железистых гидрослюдов переменного состава, моноклинной сингонии.

-  $CaCO_3$   $d(A) = 3,883; 3,048; 2,529; 2,29; 2,103; 1,918; 1,877;$

-  $SiO_2$   $d(A) = 4,281; 3,363; 2,468; 2,29; 1,987; 1,824; 1,675.$

Вскрышные породы данной группы можно охарактеризовать как суглинки полиминеральные монтмориллонит-гидрослюдистые с включениями карбонатов кальция и тонкодисперсного кремнезема.

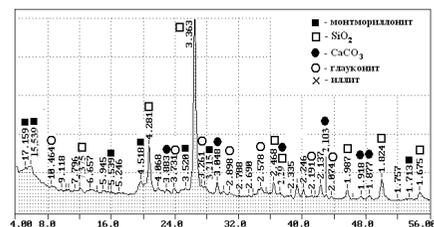


Рисунок 2. Рентгенограмма вскрышных пород суглинков красных

Суглинки красные характеризуются как тугопластичные, полутвердые и твердые, с плотностью 1,8-2,07 т/м<sup>3</sup> при естественной влажности 14 – 26%. Пористость – 35,4-46,3%; сцепление при сдвиге – от 0,360 до 1,325 кг/см<sup>2</sup>, угол внутреннего трения – от 7 до 28°. По гранулометрическому составу - как тонкодисперсные, содержание пылевидной фракции составляет 41-65%. Обладают низким коэффициентом фильтрации – (0,1-0,7 м/сут), что позволяет использовать их для сооружения противофильтрационного экрана при осуществлении технического этапа рекультивации отработанного карьера с целью снижения возможности загрязнения грунтовых вод.

Так как осуществление технического этапа рекультивации отработанного сырьевого карьера ЗАО «Белгородский цемент» предполагается щелочными почвами и вскрышными породами,

что прямым образом влияет на выбор пород древесно-кустарниковой растительности при осуществлении биологического этапа рекультивации отработанной части карьера - фитомелиорации.

Поэтому для реализации биологического этапа рекультивационных работ можно рекомендовать следующие породы древесных и кустарниковых культур: клен серебристый, клен татарский, лох узколистный, береза бородавчатая, вяз, акация белая, акация желтая, тополь, ива, сосна, боярышник, бузина и смородина золотистая. Для формирования экологически устойчивых зеленых насаждений возможно создание смешанных парковых зон с использованием культур в следующем соотношении: главные породы – до 60%, сопутствующие – до 20%, кустарники – до 20% [4].

Таким образом, проведенные исследования позволяют сделать вывод о возможности использования вскрышных пород двух видов со склада СВХ-2 сырьевого карьера ЗАО «Белгородский цемент» в качестве противофильтрационного экрана и материала-наполнителя для заполнения свободного пространства карьерной выемки при осуществлении технического этапа рекультивации отработанного участка. Почвы верхнего плодородного слоя могут использоваться в исходном состоянии либо с применением различных методов восстановления плодородия мелиорантов для окончательной подготовки поверхности нарушенных земель. А также для осуществления биологического этапа рекультивационных работ возможно использование типичных для Белгородской области деревьев и кустарников, которые районированы для данных территорий, и не требуют значительных материальных и трудовых затрат при их выращивании.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Атлас «Природные ресурсы и экологическое состояние Белгородской области». Учебно-справочное картографическое пособие. – Белгород. Изд-во: Белгородская областная типография. — 2005. — 180 с.
2. Моторина, Л.В. Экологические основы рекультивации земель / Л.В. Моторина, А.М. Савич — М.: Наука. — 1985. — 183 с.
3. Черкова, Н.М. Экологические основы рекультивации земель / Н.М. Черкова. — М.: Наука. — 1985. — 183 с.
4. Бекаревич, Н.Е. Рекультивация земель / Н.Е. Бекаревич. Сб. науч. тр. — Днепропетровск: ДСХИ. — 1987. — 187 с.

### ВКЛАД РЕГИОНАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ ГИГИЕНИЧЕСКОГО ОБОСНОВАНИЯ МЕРОПРИЯТИЙ ПО МИНИМИЗАЦИИ РИСКА ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ

lena.zaryeva@yandex.ru

Проанализированы основные направления научных исследований состояния среды и здоровья населения Воронежской области с интенсивным техногенным воздействием на среду обитания, определяющим актуальность выявления зон экологического риска для целенаправленной профилактики экологически зависимых заболеваний населения.

**Ключевые слова:** социально-гигиенический мониторинг, здоровье населения, качество окружающей среды.

Научные основы системы социально-гигиенического мониторинга для обеспечения гигиенической безопасности населения Воронежской области заложены в 1998 г.

В ходе выполнения исследований по гигиенической диагностике и профилактике нарушений здоровья, обусловленных воздействием факторов среды обитания, специалистами лечебного и медико-профилактического профиля Воронежской области разработано более 50 нормативных документов федерального уровня, а также 8 законов для Воронежской области и 88 целевых программ по вопросам обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения.

Комплексные исследования в рамках выполнения работы по гигиеническим основам системы безопасности среды обитания и охраны здоровья населения промышленно-развитого города (на примере г. Воронежа) в 1998 г. проведены Н.П. Мамчином. Одним из решающих условий определения гигиенической стратегии в масштабах крупного промышленного города явился территориально - дифференцированный подход к планированию медико-профилактических и эколого-гигиенических мер, базирующихся на комплексной оценке гигиенического состояния окружающей среды и выявлении приоритетных факторов риска для здоровья.

В условиях г. Воронежа более 3/4 выбросов в атмосферный воздух приходится на долю автотранспорта.

Присутствие бенз(а)пирена в атмосферном воздухе в большинстве районов города в разные годы наблюдения превышало безопасный порог риска от 4-х до 30 раз.

Суммарная величина воздействия загрязненного атмосферного воздуха на здоровье жителей города достигает 35%. Это позволило отнести состояние воздушного бассейна

г. Воронежа к фактору, имеющему приоритетное гигиеническое значение.

На втором месте по значимости выявлен фактор функционально-планировочной структуры, который определяется промышленно-транспортной нагрузкой на среду, а статистическое влияние его достигло 24%.

Третье место отведено фактору загрязнения почвы тяжелыми металлами - свинцом, цинком, медью.

Применённый комбинированный подход позволил выполнить адекватное комплексное гигиеническое ранжирование и установить конкретные причинно-следственные связи в системе «факторы среды – здоровье человека». Использование парного корреляционного анализа позволило достоверно установить связь сильной степени корреляции (более 0,7) между концентрацией пыли в воздухе и болезнями крови, врожденными аномалиями; концентрацией бенз(а)пирена и болезнями системы кровообращения.

Установлено, что с загрязнением почвы свинцом и цинком коррелируют новообразования, уровень которых в отдельных неблагополучных районах достоверно выше среднегогородского от 1,5 до 2,5 раз.

Основными проблемами гигиены водопользования населения остаются природные особенности качества питьевой воды и антропогенное загрязнение водоносного горизонта.

Гигиеническая оценка особенностей формирования качества подземных вод в условиях влияния Воронежского водохранилища дана в работе В.И. Каменева (1999).

Формирование показателей качества подземных вод обуславливается воздействием внутригородского водохранилища г. Воронежа.

На основании полученных данных реализована концептуальная модель гигиенической безопасности водопользования населения в услови-

ях воздействия водохранилища: реконструированы очистные сооружения г. Воронежа; максимально использованы мощности отдельных водоподъёмных станций; усовершенствованы существующие технологии водоподготовки.

Проблема эксплуатации внутригородских водохранилищ и организация мониторинга качества вод нашла своё продолжение в работе А.Б. Шукелайт (2004).

Полученные данные легли в основу региональной модели управления качеством вод, включающей в себя правовые, организационные, санитарно-технические, технологические и санитарно-гигиенические мероприятия. Важным звеном при этом выступило обеспечение мониторинга санитарного состояния почв водосборных территорий, качества воды водохранилища и питьевых вод на основе комплексности, непрерывности и единого информационного пространства. В качестве механизма регулирования эффективности принятых решений использовалась методология оценки риска здоровью населения.

Дефицит фтора в питьевой воде, а также широкое распространение кариеса среди детей и подростков решается на сегодняшний день разработкой системы мероприятий на основе комплексного гигиенического подхода, разработанные И.А. Журихиной (2003).

Для увеличения поступления фтора в организм до рекомендуемых норм в определенном возрастном диапазоне рекомендовано использование фторированного молока в питании детей и подростковых организованных коллективов.

Дальнейшее развитие исследований состояния стоматологического статуса взрослого населения г. Воронежа реализовалось в работе И.А. Журихиной (2009) при разработке системного подхода к оценке профессионального риска патологии полости рта.

Высокая степень профессиональной обусловленности формирования пародонтита у рабочих со стажем 11–15 лет установлена в связи с влиянием химического фактора. Нуждаемость в лечении твердых тканей зубов составила для рабочих химических предприятий в среднем 80%.

Гигиеническая безопасность обращения с промышленными токсическими отходами на территории Воронежской области стала объектом исследований Ю.И. Стёпкина (2001). Решение гигиенических вопросов, связанных с накоплением и вторичным использованием отходов, обеспечили в г. Воронеже стабилизацию, а в дальнейшем и сокращение загрязнения среды обитания отходами за счёт максимального во-

влечения их в хозяйственный оборот. Среди наиболее значимых достижений в этой сфере стало создание в Воронежском регионе крупного производства по переработке отходов.

Организованная централизованная переработка отходов промышленных предприятий г. Воронежа и созданная стройная система сопровождения и контроля за образованием и перемещением отходов по всей технологической цепи, а также за экологической и санитарной обстановкой на самих производственных участках и в целом по предприятию переработки, позволило в г. Воронеже исключить накопление токсичных отходов гальванотехники на промышленных предприятиях; снизить нагрузку и повысить эффективность работы городских очистных сооружений.

В ходе выполнения мероприятий по обеспечению гигиенической безопасности при обращении с промышленными отходами не отчуждались земли для создания новых мест складирования промышленных отходов, уменьшился прессинг на среду обитания, появился ощутимый экономический эффект.

Комплексная оценка риска здоровью работающих в условиях органического синтеза дана в работе Ю.Е. Черных (2001).

Установлены достоверные причинно-следственные связи между уровнем химической нагрузки производственной среды и показателями заболеваемости (болезни крови).

Показана высокая степень корреляционной зависимости уровня заболеваемости работающих от роста объёмов производства (интоксикации, аллергии).

Определены закономерности формирования здоровья работающих под влиянием комплекса производственных факторов в зависимости от пола, возраста и стажа с определением времени риска.

Организационно-технические и медико-профилактические мероприятия по сохранению состояния здоровья работающих в химической промышленности позволили снизить комплексные коэффициенты техногенной нагрузки до минимальных величин.

Условия и закономерности влияния факторов окружающей среды на здоровье население аграрных территорий Воронежской области показаны в работе В.П. Куприянова (2002).

Установлена роль условий и факторов труда сельского населения в проявлении специфики общей и профессиональной заболеваемости сельскохозяйственных работников и обоснованы прогнозы динамики её развития.

Реализация комплекса разработанных гигиенических рекомендаций и профилактических

программ позволила получить положительный социально-экономический эффект: снижен уровень инфекционной и соматической заболеваемости до среднеобластных показателей.

Исследования по выработке гигиенических принципов здорового питания в формировании неспецифической резистентности организма проведены О.В. Клепиковым (2002).

На основе направленного мониторинга впервые установлены особенности антиоксидантного статуса детского населения г. Воронежа при различных нутриентных составах рационов питания и комплексной техногенной нагрузки на среду обитания.

Полученные данные подтвердили положение о том, что антиоксидантный статус организма является интегральным маркером неспецифической резистентности организма, изменяющийся под воздействием неблагоприятных факторов среды, несбалансированного и небезопасного питания.

Система мониторинга популяционного здоровья и состояния среды обитания дополнена приёмами неинвазивной донозологической диагностики, ориентированными на доказательство связи между заболеваемостью населения и несбалансированностью питания, уровнями токсических соединений в объектах окружающей среды и неинвазивных биосубстратах человека, что является основой прогнозирования вероятных негативных отклонений в состоянии здоровья.

Реализован ряд направлений региональной политики в области безопасности пищевых продуктов, ориентированный на совершенствование нормативно-технологических принципов хранения, транспортировки и реализации продуктов питания; внесены гигиенические предложения по совершенствованию технологических циклов на предприятиях пищевой промышленности Воронежской области.

Разработана базовая гигиеническая модель оптимизации питания отдельных групп населения г. Воронежа, включающая систему мероприятий по коррекции фактического питания и своевременного применения диагностико-профилактических комплексов, позволившая снизить риск перехода донозологических отклонений в стойкие нарушения здоровья.

Работа Т.А. Коноваловой (2003) проведена по вопросам оценки риска возникновения болезни кожи и подкожной клетчатки и вклада техногенной нагрузки в формирование дерматологической заболеваемости населения Воронежской области.

Определен вклад производственной среды в формирование общей и профессиональной заболеваемости кожи, установлены сроки развития

кожных изменений в зависимости от стажа работы и особенностей воздействия производственных факторов на примере гальванического производства.

Расширено представление о механизмах возникновения профессиональных аллергодерматозов, характеризующихся количественным Т-дефицитом, ослаблением В-звена иммунитета и развитием вторичного иммунодефицита с ферментативными нарушениями на клеточно-субклеточном уровне.

При улучшении показателей среды обитания на отдельных территориях в Воронежской области эффективность внедрения региональной модели и системы мероприятий по первичной и вторичной профилактике заболеваний кожи и подкожной клетчатки существенно снизилась заболеваемость атопическим дерматитом; за счёт проведения лечебно-профилактических мероприятий у 72,1% рабочих отмечен выраженный оздоровительный эффект.

Высокая техногенная нагрузка, существующая на промышленно развитой территории г. Воронежа, привела к достаточно напряженному химическому, биологическому и физическому загрязнению окружающей среды. Научное обоснование системы профилактических мероприятий по снижению популяционной заболеваемости на основе изучения особенностей изменений иммунного статуса и здоровья населения в условиях воздействия неблагоприятных факторов среды обитания дано в работе Т.А. Мамчик (2004).

Многолетнее комплексное воздействие приоритетных химических загрязнителей среды обитания привело к развитию вторичных иммунодефицитных состояний, цитобиохимических нарушений и, как следствие, к возрастанию уровня заболеваемости населения крупного промышленного города.

Научно обоснованы диапазоны значений показателей клеточного и гуморального иммунитета для различных возрастных групп здорового населения с учётом территориальных особенностей эколого-гигиенической ситуации и воздействия маркерных показателей производственной среды.

Региональная гигиеническая модель первичной и вторичной профилактики иммунных расстройств у населения при обеспечении безопасности среды обитания и производства за счёт адекватных организационно-управленческих решений и адресных предложений, своевременного применения диагностических и лечебно-профилактических комплексов позволила повысить удельный вес лиц с зарегистрированным оздоровительным эффектом по-

сле прохождения курса иммуноориентированной терапии до 71%.

Н.М. Пичужкина (2005) научно обоснован системный подход к оценке вклада аэротехногенной нагрузки в риск здоровью населения промышленно развитого города.

Дана комплексная количественная оценка вклада загрязнения воздуха микросред (жилые, общественные помещения, производственная среда) в общую аэротехногенную химическую нагрузку и выявлены приоритетные аэрогенные факторы риска здоровью населения для каждой микросреды.

Данные исследования послужили основой для развития законодательной базы Воронежского региона, принятия рациональных архитектурно-планировочных решений.

Л.А. Масайловой (2004) дана оценка вклада химических приоритетных загрязнителей в качество питьевой воды, атмосферного воздуха, продовольственного сырья и пищевых продуктов в риск здоровью населения.

Проведено гигиеническое ранжирование административных территорий Воронежской области по степени опасности воздействия химического загрязнения питьевой воды здоровью населения с учётом однонаправленности действия химических веществ на органы и системы и выделены территории риска.

Разработанные и поэтапно реализованные мероприятия по снижению риска здоровью населения на отдельных территориях от поллютантов питьевой воды позволила снизить величину некоторых из них до 3,5 раз.

Региональные исследования загрязнения воздушной среды от стационарных источников загрязнения атмосферного воздуха продолжены в работах Е.В. Заряевой (2005), М.К. Кузмичёва (2008).

Оценён риск здоровью населения от предприятий органического синтеза, территориально расположенные в г. Воронеже.

Выявлены взаимосвязи уровней аэротехногенной нагрузки и заболеваемости различных возрастных групп населения, проживающих в зоне влияния выбросов промышленных предприятий.

Эффективность реализованных санитарно-технических и технологических мероприятий подтверждена снижением фактического объёма выбросов за 7-летний период в контрольных точках нормативной СЗЗ, в жилой застройке в 2,5 раза; индивидуальный канцерогенный риск находится на приемлемом уровне.

Исследованиями А.И. Рослякова (2005) подтверждено, что на территориях Воронежской области с высокой техногенной нагрузкой забо-

леваемость населения злокачественными новообразованиями в 1,9–2,0 раза выше, чем на относительно благополучных территориях по эколого-гигиенической ситуации.

В структуре онкологических заболеваний ведущее место занимают рак лёгкого, меланома кожи, рак молочной железы, рак желудка.

Экзогенными факторами канцерогенного риска химического загрязнения объектов среды обитания являются присутствие в приземном слое воздуха отдельных территорий акрилонитрила, бенз(а)пирена, сажи, 1,3-бутадиена, свинца, формальдегида, хрома (VI); галогенорганических соединений и акриламида в питьевой воде; свинца, мышьяка, нитрозаминов – в продуктах питания.

Разработано направление выявления механизмов влияния факторов среды и причин онкологической заболеваемости в виде формирования единых автоматизированных систем социально-гигиенического мониторинга и мониторинга онкологической заболеваемости населения: оценка на макроуровне – оценка на микроуровне.

Медико-демографическая ситуация в Воронежской области проанализирована Г.В. Ласточкиной (2010). Выделены неблагоприятные территории региона и группы риска.

Установлен низкий социально-экономический статус населения на территориях, депрессивных по уровню демографического развития. Выявлена достоверная корреляционная связь между медико-демографическими показателями, факторами среды обитания и уровнем социально-экономического развития населения.

Исследования ориентированы на повышение социально-экономического статуса населения и оптимизацию среды обитания.

Совершенствование регионального социально-гигиенического мониторинга на территории Воронежской области показано в работе О.В. Деловой (2010).

Оценка эффективности управленческих решений, разработанных на основе региональных исследований, подтверждается благоприятной динамикой отдельных санитарно-гигиенических показателей: снижением за 10-летний период удельного веса проб воздуха по свинцу с 8,5% до 0%; снижением за последние 5 лет в 3 раза с 24,7 до 7,8% удельного веса проб питьевой воды из водопроводной сети, не отвечающей гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям; снижением концентрации приоритетных загрязнителей в питьевой воде (марганца и железа) – в 2 раза.

В настоящее время исследования по оценке состояния здоровья населения Воронежской области в зависимости от загрязнения окружающей среды имеют большое практическое значение: базируясь на основных критериях гигиенической безопасности для г. Воронежа и Воронежской области, выполняется комплексное зонирование селитебного пространства по напряженности санитарно-гигиенической ситуации – анализ свидетельствует о формировании в городе и области устойчивых зон повышенной и опасной антропогенной нагрузки.

С целью достижения минимизации риска для здоровья населения Воронежской области к ведущим критериям безопасности среды обитания следует отнести соблюдение нормированных показателей химического загрязнения атмосферного воздуха (специфические и приоритетные загрязнители), питьевой воды (железо, марганец), почвы (свинец, цинк, никель); нормативные параметры физических факторов и рациональная функционально-планировочная организация территории; маркерными критериями здоровья будут считаться показатели рождаемости, смертности, онкологической, детской и профессиональной заболеваемости.

Остаются мало изученными вопросы поведения загрязняющих веществ в окружающей среде (трансформация, миграция, депонирование) и их воздействие на организм человека; определение экспозиционных доз вредных веществ для различных возрастных групп в связи с комбинированным и комплексным воздействием загрязняющих веществ, а также развивающиеся в связи с этим канцерогенные и неканцерогенные риски, формирующие экологически обусловленные заболевания.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Руководство по оценке риска для здоровья населения в связи с состоянием окружающей природной среды и условиями проживания населения / Ю.А. Рахманин и др.; Р 2.1.10.1920-04.- М., 2004.
2. Онищенко Г.Г. Стратегия обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия в условиях социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2010 г. / Г.Г. Онищенко // Гигиена и санитария. - 2002. - № 2. - С. 3-14.
3. Рахманин Ю.А. Пути совершенствования методологии оценки риска здоровью от воздействия факторов окружающей среды / Ю.А. Рахманин, С.М. Новиков, Г.И. Румянцев // Гигиена и санитария. - 2006. - № 2. - С. 3-5.

4. Куролап С.А. Медико-экологический атлас Воронежской области/ С.А. Куролап, Н.П. Мамчик, О.В. Клепиков // Воронеж, 2010.

5. Авалиани С. Л., Буштуева К. А., Безпалько Л. Е. и др. Разработка управленческих решений в целях обеспечения безопасности для здоровья населения в зоне влияния выбросов крупных промышленных комплексов.// Гиг. и сан. – 2006. – № 1. – С. 40-42.

6. Чубирко М. И., Пичужкина Н. М., Ласточкина Г. В. Качество жизни населения Воронежской области // Здравоохранение Российской Федерации: двухмесячный научно-практический журнал / учредители: Министерство здравоохранения и социального развития Российской Федерации, Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана. – 2010. – № 1. – С. 49-52.

7. Куприянов В.П. Социально-гигиенический мониторинг как основа профилактики заболеваний населения сельскохозяйственного района : автореф. дис. канд. мед. наук : спец. 14.00.07 <Гигиена>/ Куприянов Валерий Петрович ; [ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана Мин. здрав. РФ и ГУ «Центр гос. сан.-эпид. надз. в Лискинском р-не Воронежской обл.». – М., 2002.- 24 с.

8. Масайлова Л.А. Гигиенические подходы к оценке уровня риска здоровью населения от воздействия химических загрязнителей окружающей среды : автореф. дис. канд. мед. наук : спец. 14.00.07 <Гигиена>/ Масайлова Лариса Алексеевна ; [ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана Мин. здрав. РФ и ГУ «Центр гос. сан.-эпид. надз. в Воронежской обл. Мин. здрав. РФ»]. – М., 2004.- 24 с.

9. Росляков А.И. Гигиеническая оценка вклада факторов среды обитания в формирование онкологической заболеваемости (на примере Воронежской области) : автореф. дис. канд. мед. наук : спец. 14.00.07 <Гигиена>/ Росляков Андрей Иванович ; [ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана Фед. службы по надзору в сфере защиты прав потреб. и благополуч. человека и Центр. район. б-ца Рамонского р-на Воронежской обл.]. – М., 2005.- 24 с.

10. Делова О.В. Совершенствование регионального социально-гигиенического мониторинга : автореф. дис. канд. мед. наук : спец. 14.02.01 <Гигиена>/ Делова Ольга Валерьевна ; [ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана Фед. службы по надзору в сфере защиты прав потреб. и благополуч. человека]. – М., 2010.- 28 с.

Фетисов Д. Д., аспирант,  
Свергузова С. В., д-р техн. наук, проф.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

### ВЛИЯНИЕ НЕФТЕГАЗОВЫХ КОМПЛЕКСОВ НА ОБЪЕКТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

pe@intbel.ru

В статье рассматривается влияние нефтегазовых комплексов на объекты окружающей среды. Представлены динамики средних и максимальных годовых показателей загрязнения рек Обь, Полуй, Надым, приведена оценка водных объектов нефтегазодобывающих регионов по системе экологического неблагополучия.

**Ключевые слова:** экология, очистка, отходы нефтяной промышленности, водные объекты.

Россия является одной из крупнейших нефте- и газодобывающих стран в мире. Однако деятельность нефтедобывающего и перерабатывающего комплекса сопровождается образованием большого количества нефтесодержащих отходов. Происхождение отходов, их количество, состав и свойства разнообразны и зависят от особенностей разрабатываемых месторождений, используемой техники и технологий. Наиболее многочисленными отходами нефтегазовой отрасли являются нефтешламы. В настоящее время большая часть нефтешламов не перерабатываются, а чаще всего хранятся в открытых шламовых бассейнах или на полигонах, являясь источниками опасных экотоксикантов.

Как отмечают авторы [1], обострение экологического кризиса – это следствие накопленных за десятилетия структурных деформаций хозяйства, приведших к доминированию природоёмких отраслей промышленности, ресурсоёмких и энергоёмких технологий, сырьевой ориентации экспорта, а также чрезмерной концентрации производства в относительно немногих промышленных центрах и регионах страны [2]. К регионам, подверженным усиленному негативному антропогенному воздействию на природную среду, относятся регионы интенсивной нефте- и газодобычи в Сибири: Ханты-

Мансийский автономный округ, республика Коми, Ямало-Ненецкий автономный округ.

Из-за несовершенства технологий переработки углеводородного сырья, его аппаратурного оформления, низкого уровня инженерных решений нефтегазодобывающие производства допускают большое количество безвозвратных потерь нефти и нефтепродуктов, которые на весь объем используемого сырья составляют сотни тысяч тонн в год [3]. Большую опасность для окружающей среды представляют нефтешламы, которых в настоящее время на предприятиях нефтегазового комплекса накоплено более 7 млн тонн. При хранении нефтешламов в шламонакопителях в атмосферу происходит выделение огромного количества углеводородов, сернистых соединений и других летучих веществ. Нефтепродукты также просачиваются в почву и попадают в водные объекты, создавая опасные экологические ситуации. Особенно это актуально для северных районов Сибири, где, в условиях низких температур, процессы самоочищения почв и водных объектов протекают замедленно. Так, по данным экологического мониторинга [4], в реках Ямало-Ненецкого автономного округа систематически отмечается превышение нормативных показателей по нефтепродуктам (рис. 1).

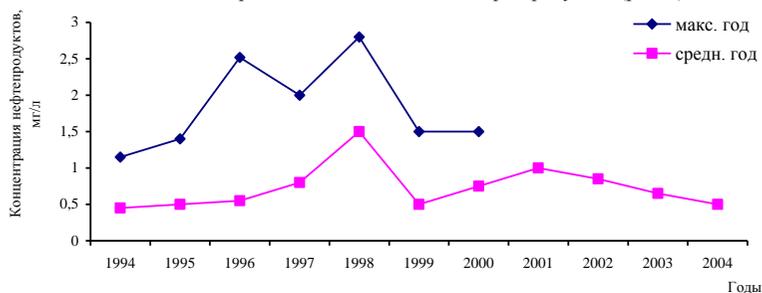


Рисунок 1. Динамика средних и максимальных годовых показателей загрязнения реки Обь (г. Салехард) нефтепродуктами

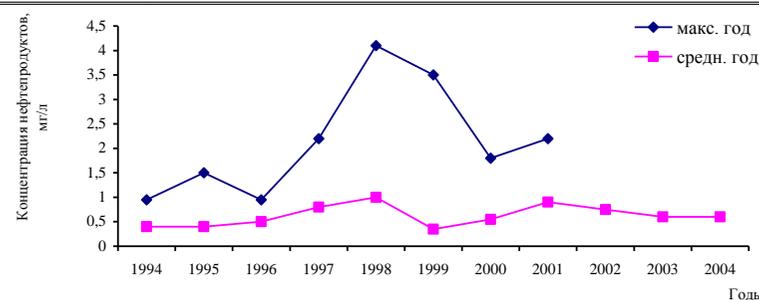


Рисунок 2. Динамика средних и максимальных годовых показателей загрязнения реки Полуй (г. Салехард) нефтепродуктами

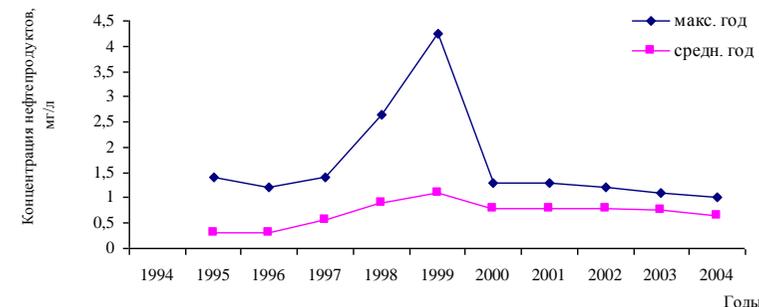


Рисунок 3. Динамика средних и максимальных годовых показателей загрязнения реки Надым (г. Надым) нефтепродуктами

Как видно из графиков, представленных на рис. 1-3, в воде рек Обь, Полуй, Надым систематически отмечается повышенное содержание нефтепродуктов. Аналогичная картина наблюдается и для воды других рек. Так, например, для реки Сось (с. Катровож) характерно содержание нефтепродуктов до 6 рыбохозяйственных ПДК; реки Малая Обь (с. Мужы) – до 60 ПДК (3,0 мг/л); реки Правая Хетта (пос. Пангоды) – содержание нефтепродуктов колеблется в пределах 8-10 рыбохозяйственных ПДК. В реке

Хейгияха (пос. Лонгьюган) среднегодовые концентрации нефтепродуктов составляли 0,2-0,6 мг/л (до 20 рыбохозяйственных ПДК); в реке Пур (пос. Уренгой) отмечается увеличение концентрации по длине реки. Среднегодовые концентрации нефтепродуктов варьировались в диапазоне 0,3-1,2 мг/л (6-24 рыбохозяйственных ПДК), максимальное значение 60 ПДК. Подобные концентрации нефтепродуктов наблюдаются и в воде других рек (рис. 4).

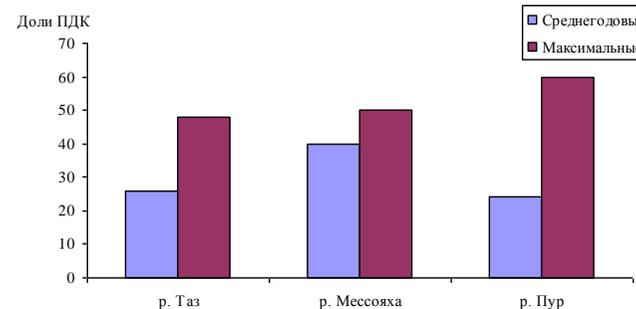


Рисунок 4. Среднегодовые и максимальные значения концентраций нефтепродуктов в некоторых реках Ямало-Ненецкого автономного округа

В воде рек Ямало-ненецкого автономного округа (ЯНАО) отмечается также превышение концентраций таких загрязняющих веществ, как фенолы, цинк, медь, железо и др. Однако нефтепродукты неизменно занимают лидирую-

щее место. Согласно данных авторов [4] ЯНАО по степени экологического неблагополучия относятся к категориям высокой экологической опасности (табл. 1).

Таблица 1

## Оценка водных объектов ЯНАО по степени экологического неблагополучия

Водный объект-створ	Лимитирующие показатели	Степень экологического неблагополучия
<b>Бассейн реки Обь</b>		
р. Обь – г. Салехард	Нефтепродукты, медь	Чрезвычайная
р. Обь – п. Горки	Медь, фенолы, нефтепродукты	Напряженная
р. Малая Обь – п. Мужы	Фенолы, нефтепродукты	Напряженная
р. Полуй – г. Салехард	Железо, медь, цинк	Чрезвычайная
р. Сось – с. Катровож	Железо	Чрезвычайная
р. Сыня – с. Овгорт	Нефтепродукты, медь	Чрезвычайная
<b>Бассейн рек Надым и Мыда</b>		
р. Надым – г. Надым	Медь, железо	Напряженная
р. Правая Хетта – п. Пангоды	Нефтепродукты, железо	Напряженная
р. Хейгыяха – п. Лонгьюган	Железо, цинк, фенолы	Напряженная
р. Мыда – п. Мыда	Нефтепродукты, фенолы	Напряженная
<b>Бассейн р. Пур</b>		
р. Пякупур – г. Тарко-Сале	Железо, нефтепродукты	Напряженная
р. Пур – п. Уренгой	Нефтепродукты, железо	Напряженная
<b>Бассейн р. Таз</b>		
р. Таз – п. Красноселькуп	Фенолы, нефтепродукты, железо	Напряженная

Представленные в статье данные свидетельствуют о возрастающей экологической опасности для окружающей среды при добыче углеводородного топлива. Аналогичная ситуация характерна и для других нефтедобывающих регионов страны. В этой связи все большую актуальность приобретают технические решения проблемных задач по комплексной утилизации не только нефтешламового сырья, но и других, характерных для данных регионов, техногенных материалов, например, отходов деревообрабатывающей промышленности.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Калинин В.М. Водные ресурсы и водные проблемы Тюменского региона [Текст] : научное издание / В.М. Калинин // Вестник Тюменского государственного университета. – 2005. №3. – С.145 – 153.
2. Соловьянов А.А. Охрана окружающей среды и природопользование, 2008. №1. – С. 59.
3. Добринский Л.Н., «Природа Ямала» - Екатеринбург.: - УИФ «Наука» 1995. – 435.
4. Крохоловский В.Ф. Отчет о научно-исследовательской работе: «Экологический мониторинг на водоемах Ямало-Ненецкого автономного округа (р.Обь, Обская и Тазовская губа)» - Т.: - СибирьНИИПроект, 1996. 154с.

Глазюлев С. Н., д-р экон. наук, проф.,  
Шутенко А. И., канд. педаг. наук, с. н. с.

Белгородского государственного технологического университета им. В. Г. Шухова

## СОЦИАЛЬНАЯ ИНТЕГРАЦИЯ ДЕТЕЙ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ РАЗВИТИЯ КАК ГУМАНИТАРНАЯ МИССИЯ СОВРЕМЕННОГО ОБРАЗОВАНИЯ

avalonbel@mail.ru

*Необходимость полноценного развития и социализации детей с ограниченными возможностями здоровья требует перехода к практике интегрированного обучения в средней школе. В статье освещаются социальные и педагогические вопросы перехода системы образования к данной практике, проводится сравнительный анализ отечественного и западного опыта интегрированного обучения, рассматриваются существующие модели интеграции детей с ограниченными возможностями развития в системе отечественного образования.*

**Ключевые слова:** дети с ограниченными возможностями развития, гуманизация образования, инклюзивное обучение, модели интеграции.

Интеграция детей с ограниченными возможностями развития в массовые образовательные учреждения – это мировой процесс, в который вовлечены все высокоразвитые страны. Такой подход к образованию нетипичных детей вызван к жизни множеством причин различного характера. Совокупно их можно свести к установлению более высокого социально-гуманитарного стандарта жизни в обществах и государствах, достигших определенного уровня экономического, культурного, правового развития.

В нашей стране обращение общества и системы образования к идее и практике инклюзивного образования (от англ. inclusion – включение) детей с ограниченными возможностями развития происходит в постсоветский период. До этого в рамках советской образовательной идеологии и практики данная категория детей была полностью отдана на попечение коррекционной и дефектологической педагогике, осуществлявших по сути сегрегационный подход к их обучению и воспитанию. В конце 80-х гг. XX в. стала очевидна кризисная ситуация в обучении детей с ограниченными возможностями развития (ОВР). Признаками этой ситуации были социальная маркировка ребенка с дефектом, его искусственная изоляция в особом социуме, безвариативность форм получения образования в системе специальных учреждений, исключение семьи из процесса обучения и воспитания ребенка с ограниченными возможностями и т.п.

В действительности интеграционные процессы начались в России лишь в 90-е гг. XX в. – периоде, начавшемся со вступления в силу в России Конвенции ООН о правах ребенка (1990) и провозглашения Декларации прав и свобод человека и гражданина (1991). Основополагающее значение для развития интеграционных процессов в российской системе образования имели принятые в 1995–1996 гг. федеральные законы «О со-

циальной защите инвалидов», «О внесении изменений и дополнений в Закон РФ «Об образовании» [9]. В частности, закон РФ «О социальной защите инвалидов» (1995) предусматривает «создание специальных условий для пребывания детей-инвалидов в детских дошкольных учреждениях общего типа» [1, с. 7].

Сегодня многие ученые и специалисты убеждены в том, что настало время вывести вопрос об интегрированном обучении и воспитании из узких рамок проблем специального образования. Традиционная обособленность специальной педагогики и искусственное отграничение вопроса педагогической интеграции от сферы влияния общей педагогики тормозят внедрение интеграционных идей как на законодательном, так и на исполнительном уровне. Как отмечают ответственные исследователи, интегрированное (совместно с нормально развивающимися сверстниками) обучение предполагает овладение ребенком с отклонениями в развитии общеобразовательным стандартом в те же (или близкие) сроки, что и здоровыми детьми [5, 11]. Исследования показывают, что интегрированное обучение может быть эффективным для части детей с отклонениями в развитии, уровень психофизического развития которых соответствует возрастной норме или близок к ней [10]. Но оно оказывается нецелесообразным для детей с интеллектуальной недостаточностью. По отношению к ним речь, прежде всего, должна идти о совместном пребывании в учреждении, о совместном проведении досуга и различных внешкольных мероприятий [3].

Как констатирует Н.Н. Малофеев, интеграция – не новая для Российской Федерации проблема. В массовых детских садах и школах России находится много детей с отклонениями в развитии [7]. Эта категория детей крайне разнородна и включает в себя четыре группы:

- недиагностированные дети, их "интеграция" обусловлена тем, что имеющееся отклонение в развитии не выявлено;

- дети, родители которых, зная о нарушении развития ребенка, по разным причинам настаивают на обучении в массовом детском саду или школе; в том случае, когда интегрированное обучение проводится лишь по желанию родителей без учета мнения специалистов оказывается, что оно эффективно только для незначительной части этих детей, большинство же из них через несколько лет "интегрированного обучения", неадекватного их уровню развития, оказываются в специальных (коррекционных) образовательных учреждениях или полностью "выпадают" из системы образования;

- воспитанники специальных дошкольных групп и классов в массовых детских садах и школах; обучение и воспитание таких детей осуществляется с учетом отклонений в их развитии, но эти дети лишь формально интегрированы, так как специальные группы и классы, как правило, на деле обособлены и изолированы от нормально развивающихся сверстников;

- дети, которые в результате длительной коррекционной работы, проводимой учителями-дефектологами и родителями, подготовлены к обучению в среде здоровых сверстников, что позволяет специалистам рекомендовать для них интегрированное обучение. Однако, как правило, эти дети лишены необходимой и показанной им систематической коррекционной помощи, что снижает эффективность интегрированного обучения [1].

Интеграция – это закономерный этап развития системы специального образования, связанный в любой стране мира, в том числе и в России, с переосмыслением обществом и государством своего отношения к инвалидам, с признанием их прав на предоставление равных с другими возможностей в разных областях жизни, включая образование [2].

Прямое знакомство с зарубежными версиями интеграции, приходившей на Запад более 20 лет назад, сразу позволило увидеть ряд внешне притягательных черт такого подхода к образованию детей с психофизическими нарушениями. Интеграция привлекла, прежде всего, родителей проблемных детей. Именно родители инициировали первые опыты обучения своих детей в массовых детских садах и школах. Несмотря на некоторый благоприятный фон для зарождения интеграционных процессов в образовании, в целом очевидно, что в России интеграции предстоит стать полномасштабным явлением и обрести характер устойчивой тенденции в условиях, принципиально отличающихся от западноевропейских.

Европа вошла в интегративный период на этапе развития уже установившихся, юридически закрепленных норм демократии и экономического подъема, Россия – в ситуации становления демократических норм, их первого законодательного оформления и глубокого экономического кризиса.

Обсуждение проблем специального обучения и интеграции ведется на Западе в рамках жестких законодательных положений, регулирующих процесс интеграции; в России же такого рода обсуждения не имеют под собой законодательной базы. На Западе существуют богатые традиции благотворительности, широкая сеть негосударственных специальных учреждений, финансовые льготы для филантропов. В России традиция благотворительности была прервана в 1917 году, и в настоящее время это еще слабое общественное движение, не стимулируемое финансовым законодательством.

В странах Запада, благодаря проводимой государством через СМИ политике, в общественном сознании укоренилась идея равенства аномального человека с остальными членами социума. В России, где для СМИ существовало негласное табу на проблемы инвалидов, в общественном сознании надолго закрепилось отношение к детям с психофизическими отклонениями как к маргиналам, и только сейчас намечается перелом в общественном сознании [4].

Особенно важно, что на Западе идеи образовательной интеграции возникают в контексте противостояния дискриминации по расовому, половому, национальному, политическому, религиозному, этническому и другим признакам. В России же интеграция декларируется как необходимость гуманного отношения к инвалидам в ситуации резкой поляризации жизни разных слоев и социальных групп населения, в обстановке усложнения межнациональных отношений.

Тенденция к интеграционным подходам в системе специального образования возникает на российской почве под явным влиянием западных образцов. И в этой связи, многие авторы предупреждают об опасности форсированной интеграции по западным моделям. Отмечается, что не следует недооценивать того, что при отсутствии необходимой законодательной, экономической, социальной базы успешное широкое внедрение идей интеграции, попытки подмены системы специального образования тотальной интеграцией могут привести не к равенству прав, а к потере детьми с особыми образовательными потребностями возможности получить адекватное образование, обеспечивающее продвижение в психическом и социо-культурном развитии [8].

Из сказанного следует, что для отечественной системы образования нужна особая концепция интегрированного обучения, учитывающая «российский фактор». Как отмечает Н.Н. Малюфеев, «российский фактор» - это не только особые экономические и социо-культурные условия, но и не имеющие западных аналогов научные разработки (с первых месяцев жизни) медико-психолого-педагогической коррекции нарушенных функций, позволяющей вывести ребенка с проблемами на такой уровень психофизического развития, который даст ему возможность максимально рано влиться в общеобразовательную среду. Интеграция через раннюю коррекцию – первый и самый главный принцип российской концепции интегрированного обучения [6].

Необходимо подчеркнуть также, что интеграция детей с отклонениями в развитии в массовые образовательные учреждения предусматривает специализированную коррекционную помощь и психологическую поддержку, задачами которых являются контроль за развитием ребенка, успешностью его обучения, оказание помощи в решении проблем адаптации в среде здоровых сверстников. Следовательно, в образовательном пространстве страны должна функционировать четко организованная и хорошо отлаженная инфраструктура специализированной коррекционной и психологической помощи детям с отклонениями в развитии, интегрированным в общеобразовательные учреждения. И так, второй принцип отечественной концепции интегрированного обучения – обязательный коррекционный блок, функционирующий параллельно с общеобразовательным.

При этом авторы и специалисты констатируют, что не для всех детей с ограниченными возможностями здоровья интегрированное обучение предпочтительнее специального. Об этом свидетельствует как западная статистика, так и наш отечественный опыт. Интеграция ни в коем случае не может и не должна быть тотальной. Интегрированное обучение может быть показано лишь той части детей, уровень психофизического развития которых соответствует или близок возрастной норме. Отсюда возникает проблема обособленного отбора детей для интегрированного обучения. Третий принцип российской концепции – дифференцированные показания к интегрированному обучению [7].

Являясь ведущей тенденцией современного этапа развития системы образования, интеграция не должна подменять собой систему в целом. Это лишь один из подходов, которому предстоит существовать не монополично, а наряду с другими – традиционными и инновационными. Интеграция не противопоставляется системе специального

образования, а выступает как одна из альтернативных форм внутри системы [8].

На российской почве (в отличие от западной традиции) интеграция есть "детские" специальной педагогики, так как интегрированный в общеобразовательную среду ребенок остается под ее патронажем: он либо учится в специальном классе (группе) при массовом учреждении, либо обязательно получает коррекционную помощь, участвуя в обычном классе (группе).

Как отмечают исследователи и специалисты, в российской образовательной системе интеграция сближает две образовательные системы – общую и специальную, делая проницаемыми границы между ними.

В исследованиях Института коррекционной педагогики РАО показано, что наиболее адекватными условиями для проведения целенаправленной работы по интеграции детей с отклонениями в развитии располагают комбинированные образовательные учреждения, т.е. учреждения, имеющие как обычные, так и специальные дошкольные группы и школьные классы [6]. В этих учреждениях возможно эффективно осуществлять интеграцию детей с учетом уровня развития каждого ребенка, выбирая полезную и возможную для него "долю" интеграции, т.е. одну из следующих моделей:

- **комбинированная интеграция**, при которой дети с уровнем психофизического и речевого развития, соответствующим или близким к возрастной норме, по 1-2 человека на равных воспитываются в массовых группах (классах), получая постоянную коррекционную помощь учителя-дефектолога специальной группы (класса);

- **частичная интеграция**, при которой дети, еще не способные на равных с здоровыми сверстниками овладеть образовательным стандартом, вливаются лишь на часть дня (например, на его вторую половину) в массовые группы (классы) по 1-2 человека;

- **временная интеграция**, при которой все воспитанники специальной группы (класса) вне зависимости от уровня психофизического и речевого развития объединяются со здоровыми детьми не реже 2-х раз в месяц для проведения различных мероприятий воспитательного характера [6].

Реализация всех этих моделей предполагает обязательное руководство процессом интеграции со стороны учителя-дефектолога, который помогает массовым педагогам в организации воспитания и обучения ребенка с отклонениями в развитии в коллективе здоровых сверстников.

**Полная интеграция** может быть эффективна для детей, которые по уровню психофизического и речевого развития соответствуют воз-

растной норме и психологически готовы к совместному со здоровыми сверстниками обучению. Такие дети по 1-2 человека включаются в обычные группы детского сада или классы школы, при этом они обязательно должны получать коррекционную помощь либо по месту обучения (например, дети с нарушениями речи в логопункте детского учреждения), либо в группе кратковременного пребывания специального детского сада или школы, либо в разнообразных центрах (например, дети с нарушенным слухом в сурдологических кабинетах системы здравоохранения).

Для городов и других населенных пунктов, в которых нет специальных (коррекционных) образовательных учреждений, может быть эффективной такая **форма комбинированной интеграции**, при которой дети с определенным нарушением, но имеющие высокий уровень психофизического и речевого развития, направляются в группы (классы) одного массового детского сада (школы) по 1-2 человека; при этом данному детскому учреждению выделяется ставка учителя-дефектолога, который проводит с проблемными детьми систематические коррекционные занятия (индивидуальные или малыми группами), посещает занятия в массовых группах (классах), помогая организовать обучение и воспитание особого ребенка в коллективе здоровых детей.

Важно подчеркнуть, что, если полная и комбинированная модели интеграции могут быть эффективны лишь для части детей с высоким уровнем психофизического и речевого развития, то частичная и особенно временная формы интеграции целесообразны для большинства детей-инвалидов и детей с отклонениями в развитии, в том числе и для детей с интеллектуальной недостаточностью. Такое объединение способствует социализации детей с отклонениями в развитии, а для нормально развивающихся детей создает среду, в которой они начинают осознавать, что мир представляет собой "единое сообщество людей, включающее людей с проблемами" [3].

В настоящее время появился первый отечественный опыт воспитания детей с отклонениями в развитии в **смешанной группе** общеобразовательного дошкольного учреждения. При этом треть воспитанников составляют дети с тем или иным нарушением (например, неслышащие дети), а две трети - нормально развивающиеся дошкольники; количество воспитанников в такой группе сокращается до 12-15 человек. В штат группы вводится учитель-дефектолог для реализации коррекционного обучения.

Эта модель позволяет создать уникальные возможности для ранней интеграции значительного числа детей с нарушениями в развитии, а также для специальной педагогической поддерж-

ки детей, не имеющих отклонений в развитии, но испытывающих значительные трудности в обучении в силу других причин (например, слышащие дети неслышащих родителей, двуязычные дети, дети из семей беженцев и вынужденных переселенцев и др.).

Описанные вариативные модели интеграции в наибольшей степени отработаны в процессе воспитания и обучения детей с нарушенным слухом, но они могут успешно использоваться и в работе с детьми с другими отклонениями в развитии.

Исследования показали, что при решении вопроса об интеграции ребенка с отклонением в развитии в образовательную среду нормально развивающихся детей следует учитывать ряд показателей, которые условно можно разделить на "внутренние" и "внешние". К внешним показателям относится система условий, в которых должно происходить обучение и развитие ребенка, к внутренним - уровень его психофизического и речевого развития [3].

К внешним условиям, которые обеспечивают эффективную интеграцию детей с особыми образовательными потребностями, относятся:

а) раннее выявление нарушений (на первом году жизни) и проведение коррекционной работы с первых месяцев жизни, так как в этом случае можно достичь принципиально иных результатов в развитии ребенка, которые позволят ему обучаться в массовом учреждении;

б) желание родителей обучать ребенка вместе со здоровыми детьми и их стремление и готовность реально помогать своему ребенку в процессе его обучения;

в) наличие возможности оказывать интегрированному ребенку эффективную квалифицированную коррекционную помощь;

г) создание условий для реализации вариативных моделей интегрированного обучения.

К "внутренним" условиям относятся:

а) уровень психофизического и речевого развития, соответствующий возрастной норме или близкий к ней;

б) возможность овладения общим образовательным стандартом в предусмотренные для нормально развивающихся детей сроки;

в) психологическая готовность к интегрированному обучению.

Эффективное интегрированное обучение возможно лишь при условии специальной подготовки и переподготовки кадров как педагогов общеобразовательных, так и специальных (коррекционных) учреждений. Целью такой подготовки является овладение учителями массовых школ и детских садов дефектологическими знаниями и специальными педагогическими технологиями,

которые обеспечат возможность квалифицированного обучения детей с отклонениями в развитии. Учителя-дефектологи должны быть специально подготовлены к оказанию коррекционной помощи в новых условиях, т.е. в условиях интегрированного обучения.

Правовое и юридическое обеспечение процесса интегрированного обучения детей с особыми образовательными потребностями в России на сегодня практически отсутствует. Имеются лишь документы общего характера, отражающие взгляд на то, каким должно быть положение в обществе и государстве лиц с особыми нуждами. Это ратифицированные РФ Декларация прав ребенка, 1959; Декларация о правах умственно отсталых, 1971; Декларация о правах инвалидов, 1975; Конвенция о правах ребенка, 1975.

Базовым правовым документом для реализации программы интегрированного обучения должен стать Закон РФ "Об образовании лиц с ограниченными возможностями здоровья (специального образования)", который пока существует на уровне проекта. Однако даже принятие этого Закона не снимает проблемы правовой регуляции процесса интегрированного обучения. Сохраняется необходимость разработки подзаконных актов, направленных на:

- определение статуса интегрированного ребенка и общеобразовательных детских учреждений, принимающих его;

- внесение изменений в статус специальных учреждений за счет дополнения его функцией оказания коррекционной помощи интегрированным детям;

- внесение изменений в нормативные документы, регулирующие материально-техническое обеспечение массовых общеобразовательных учреждений в целях создания в них условий для воспитания и обучения детей-инвалидов и детей с отклонениями в развитии.

Подводя черту под кратким анализом проблематики интегрированного образования в нашей стране стоит резюмировать следующее. Отечественной наукой создана оригинальная концепция интегрированного обучения детей с отклонениями в развитии с учетом "российского фактора", разработаны и апробированы вариативные модели интеграции, выявлено, что интегрированное обучение эффективно лишь для части детей с отклонениями в развитии, показана необходимость оперативной разработки правовой базы процесса интеграции, целенаправленной "подготовки и переподготовки кадров специалистов [7]. Вместе с тем, нужно отметить, что признание интеграции как одной из ведущих тенденций современного этапа в развитии отечественной системы специального образования не означает ни в

какой мере необходимости свертывания системы дифференцированного специального обучения разных категорий детей. Напротив, эффективная интеграция возможна лишь в условиях постоянного совершенствования систем массового и специального образования. В этой области принципиально важна взвешенная государственная политика, не допускающая "перекосов" и "перегибов".

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Аксенова Л.И.* Правовые основы специального образования и социальной защиты детей с отклонениями в развитии // Дефектология. – 1997. – № 1.
2. Актуальные проблемы интегрированного обучения // Материалы Международной научно-практической конференции по проблемам интегрированного обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья (с особыми образовательными потребностями). – М.: Права человека, 2001.
3. Интегративные тенденции современного специального образования / Под ред. Н. Н. Малофеева. – М.: Полиграф сервис, 2003. – 284 с.
4. Комплексная реабилитация инвалидов: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Под ред. Т. В. Зозули. – М.: «Академия», 2005. – 304 с.
5. *Лошакова И.И., Ярская-Смирнова Е.Р.* Интеграция в условиях дифференциации: проблемы инклюзивного обучения детей-инвалидов // Социально-психологические проблемы образования нетипичных детей. Саратов: Изд-во Педагогического института СГУ, 2002. С. 15-21.
6. *Малофеев Н.Н.* Институт коррекционной педагогики. Цели и приоритеты // Дефектология. – 1993. – № 3.
7. *Малофеев Н.Н.* Становление и развитие государственной системы социального образования в России: Дис... д-ра пед. наук. – М., 1996. – 368 с.
8. *Ратнер Ф.Л., Юсупова А.Ю.* Интегрированное обучение детей с ограниченными возможностями в обществе здоровых детей. – М.: ВЛА-ДОС, 2006. – 175 с.
9. Федеральный закон РФ «О социальной защите инвалидов в Российской Федерации» от 24 ноября 1995 // Достоинство. – 1996, №1.
10. *Цыденова Л.В.* Управление социальной адаптацией детей-инвалидов в школьном (общем образовании): Дис. канд. пед. н. – Чита, 2004. – 193 с.
11. *Чирва Е.И.* Особенности воспитания детей с ограниченными возможностями в общеоб-

разовательной школе: Дис. канд. пед. н. – Горно-Алтайск, 2005. – 172 с.

*Зарицкий В. Д., проф.*

*Белгородский государственный институт культуры и искусства*

## КВИНТЕТ ДУХОВЫХ ИНСТРУМЕНТОВ: ИСКУССТВО И ПЕДАГОГИКА

noob45\_91@mail.ru

*Статья посвящена месту ансамблевого музицирования в подготовке музыканта-духовика. Рассматриваются различные аспекты работы с камерным ансамблем как особого вида музыкально-педагогической деятельности. Прослеживаются важнейшие вехи развития жанра квинтета духовых инструментов.*

**Ключевые слова:** музыкант-духовик, ансамблевая подготовка, квинтет, камерный духовой ансамбль.

Искусство совместного исполнения музыки до настоящего времени остается серьезной проблемой в системе отечественной подготовки музыканта-духовика (Тютюнникова 2010). Необходимо поднять на качественно новый уровень авторитет и квалификацию педагогов классов камерного ансамбля и оркестра, разработать современную концепцию и методику обучения коллективной игре.

Искусство ансамблевого исполнения основывается на умении исполнителя соразмерять свою художественную индивидуальность, свой исполнительский стиль, технические приемы с аналогичными способностями своих партнеров, что обеспечивает слаженность и стройность исполнения в целом.

В своих заметках доцент ПГИИК г. Пермь Юрий Ивонин так пишет о пользе занятий в духовом квинтете: «Обучение игре в квинтете является одним из обязательных элементов в современной системе музыкального образования на духовых инструментах. Считается, что умение играть в квинтете, включающем в себя разнохарактерные инструменты, являющиеся ядром духовой группы оркестра, помогает приобрести навыки, необходимые при оркестровой игре — чистое интонирование звука, чувство ансамбля и др.»

Основная масса выпускников духовых отделений кафедр готовится к работе в различных оркестрах. Естественно, духовик-оркестрант должен хорошо владеть своим инструментом, быть отличным солистом, однако это качество не исчерпывает функции артиста оркестра: он должен знать особенности творческой личности композитора и, разумеется, понимать его самобытность в истории музыки.

Работа с камерным ансамблем представляет собой интересный и сложный вид музыкально-педагогической деятельности. Она требует обширных музыкальных познаний, эрудиции, высокой культуры, а также соответствующие методические познания, понимание психологии учащихся, хорошие организаторские способности. Кроме того, важно сломать сложившееся отношение к ансамблю как делу второстепенному.

Ансамбль (от французского ensemble – вместе) представляет собой группу исполнителей, выступающих совместно. Сюда относятся главным образом немногочисленные составы, в которых каждую партию исполняет один музыкант (дуэты, трио, квартеты, квинтеты).

В XVI – XVIII вв. были распространены различные формы полифонических ансамблей. В эпоху венских классиков сложились характерные ансамблевые жанры, сохранившие свое значение до настоящего времени (струнный квартет) и т.д. В эпоху романтизма также преобладает преобладание струнных инструментов. Вторая половина 19 столетия и 20 век являются периодом становления и бурного развития различных ансамблей с участием духовых инструментов и самостоятельных коллективов духовых инструментов. Однако современные брасс-квинтеты, включающие трубы, валторну, тромбон, тубу), квинтеты деревянных духовых с валторной, включающие флейту, гобой, кларнет, фагот, валторну, сформировались лишь в XIX в., благодаря произведениям композиторов, имена которых мало известны сегодня даже профессиональным музыкантам.

Одним из основоположников жанра квинтета духовых инструментов является чешско-французский композитор Антонин Рейха (1770 – 1836 гг.). Он является автором многочисленных опер и симфоний, инструментальных концертов, реквиема, струнных квартетов, струнных квинтетов и др. Однако в настоящее время в репертуаре исполнителей сохранились главным образом квинтеты для деревянных духовых инструментов.

Сам факт появления в начале XIX в. до сих пор не существовавшего камерного состава уже является вехой в истории развития ансамблевой музыки. Первые опыты, как известно, базировались на классической основе. Постепенно, однако, композитор отошел от традиционных классических канонов и форма сонатного allegro стала отличаться от традиционной и привычной для исполнителей и слушателей. Во многих своих квинтетах для деревянных духовых инструментов (флейта, гобой, кларнет, фагот) с валторной композитор экспериментировал с формой сонатного allegro, в которой использовал до пяти самостоя-

тельных тем. К этому времени все деревянные духовые инструменты имели уже достаточно удобную механику клапанов и рычагов, поэтому все инструменты ансамбля стали равноправными в проведении тем. Это обеспечило возможность ярче раскрывать образ, сделать его темброво и технически более разнообразным.

В настоящее время практически все его квинтеты служат отличным учебным и концертным материалом для студентов как среднего, так и высшего звена музыкального образования, кроме того, являясь непременным условием исполнительского репертуара современного квинтета духовых инструментов.

Другое имя, которое необходимо вспомнить в связи со становлением ансамблевой музыки, – это Франц Данци (1763 – 1826 гг.). Его жизнь и творчество не только совпали с переходом европейской музыки от классицизма к романтизму, но и обозначили собой данный переход в качестве одной из ключевых фигур. Композиторское наследие Ф. Данци обширно: оперы, включая знаменитейшие «Полночь» и «Гурандот», симфонии, концерты для различных инструментов, камерные произведения, кантаты, мессы и др. Однако в настоящее время Ф. Данци известен главным образом как композитор, создавший ряд квинтетов для деревянных духовых инструментов с валторны.

После смерти композитора его произведения для духовых инструментов не забылись, хотя в XIX веке целиком более не издавались. Выход в свет собрания всех квинтетов Данци был осуществлен лишь в 1980 г. известным издательством «Петерс» в г. Лейпциге.

Необходимо вспомнить и В.В. Эвальда (1860 – 1935 гг.), российского ученого, основоположника научного строительного материаловедения, заслуженный профессор, действительный статский советник. Однако он был еще и заметным композитором, играл на виолончели, корнете, трубе. Наибольшую известность В.В. Эвальд приобрел в музыкальном мире, благодаря созданию 4-х сочинений для brass-квинтета. Состав brass-квинтетов В. Эвальда, совпадая по голосам с современным, несколько отличается по инструментарию: два корнета, альт и тенор – саксофоны, труба. В нынешний же ансамбль такого рода входят две трубы, валторна, тромбон, труба. Очевидно, выбор Эвальдом инструментария был продиктован техническим уровнем исполнителей и популярностью инструментов.

Необходимо иметь в виду, что на протяжении многих лет квинтеты В. Эвальда считались первыми оригинальными произведениями, написанными специально для ансамбля, который принято называть brass-квинтетом.

Первым, кто откликнулся на революционные изменения в конструкции медных духовых ин-

струментов, по всей видимости, был Ж.-Ф. Беллон (1795 – 1869 гг.). Его квинтеты исполнялись в концертах Филармонического общества, в Парижской консерватории в начале 1850-х годов, однако затем их след теряется. Каждый из brass-квинтетов Ж.-Ф. Беллона представляет собой четырехчастный цикл, написанный для существовавших в то время медных духовых инструментов (корнет, валторна, тромбон, офикленд).

Первую половину XIX столетия можно назвать революционной для исполнительства на медных духовых инструментах, в связи с новшествами в их конструкции: во второй четверти века труба и валторна стали хроматическими. Данное обстоятельство способствовало возникновению жанра brass-квинтета, что стало логическим продолжением в развитии ансамблевого исполнительства.

Вышесказанное свидетельствует о большом значении ансамблевой подготовки музыканта-духовика. При этом необходимо иметь в виду, что игра в ансамбле – это постоянный диалог, беседа с партнерами по совместному музицированию. Хороший собеседник, как известно, должен уметь не только содержательно и интересно говорить, но и слушать. Одна из главных задач ансамбля заключается в достижении **синхронности исполнения**. Принцип синхронности требует одновременного начала звука, одновременного его окончания и перехода к другому звуку, единого восприятия темпа, метра и ритма, одинакового исполнения *accelerando* и *ritardando* и т.д. Для достижения синхронности участники ансамбля должны хорошо видеть друг друга и, в первую очередь, своего лидера.

Не менее важным требованием совместной игры является **чистое интонирование**. Фальшивая интонация способна перечеркнуть любые достоинства участников ансамбля. Подлинное интонационное единство формируется в процессе достаточно длительного совместной работы и музицирования. Работать над интонацией целесообразно в медленном темпе и тихих нюансах, без вибрато.

Огромное значение в ансамблевом исполнительстве имеет **проблема синтеза голосов участников**. В хорошем ансамбле разбросанные в пространстве звуки инструментов собираются в общее, как бы объединенное «единым куполом» звучание. Решающую роль в синтезе тембров играет динамика, точнее говоря, динамический баланс голосов. Добиваясь этого баланса, участники ансамбля должны учитывать функции своей партии в каждый момент игры, специфику тембра и динамические возможности своего и других инструментов, тембровые и динамические особенности различных регистров. Распространенными типами ансамблевой фактуры являются унисоны и октавные удвоения. В унисонах необходима

такая динамическая регуляция голосов, при которой не превалировал бы ни один инструмент, но возник бы новый единый синтетический тембр. В октавах часто более заметным должен быть нижний голос. Большой точности в определении необходимой степени громкости требует от ансамблистов исполнение аккордов. Аккорд должен звучать в требуемом нюансе ровно и монотонно. Для того чтобы обеспечить темброво-динамическое равновесие аккорда, исполнитель должен мгновенно определить необходимый нюанс своего звука, учитывая динамическое обозначение автора, регистры, динамические и тембровые особенности других совместно звучащих инструментов, свой регистр. Решающее значение при этом имеет тщательный слуховой контроль всех участников, позволяющий немедленно проводить необходимые коррективы.

Видное место в искусстве ансамблевого музицирования должно отводиться **артикуляции**. Выбор атаки и штриха определяется в ансамбле не только содержанием исполняемого произведения, но и характером той артикуляции, которую избирают партнеры. Несогласованность атаки и штрихов вносит в коллективное исполнение разобщенность, пестроту, артикуляционный разбой. Вибрато в ансамбле может являться и средством объединения, и средством противопоставления. Так, в интересах единства, гобоист, исполняющий мелодию после кларнета, должен почти отказаться от вибрато. Играя же после активно вибрирующей флейты, применить такое же вибрато. Каждый участник ансамбля должен знать специфику инструментов, возможности, характерные приемы и манеру игры партнеров, считаться с ними, учитывать и отражать в исполнении своей партии. В случае необходимости нужно уметь сыграть в манере партнера, с тем, чтобы у слушателя создалось впечатление, что в ансамбле играет один человек. «Эффективным инструментом подготовки оркестранта является камерный ансамбль. Повышенный интерес к разнообразным камерным ансамблям сделал особенно актуальной задачу воспитания музыкантов – ансамблистов. Эта задача, решать которую необходимо на всех стадиях обучения, начиная с самой ранней» [1].

Камерный ансамбль находится между сольным и оркестровым исполнительством, сочетает в себе достоинство как сольной, так и коллективной игры, позволяет проявить тонкость индивидуального музицирования, познать радость коллективного творчества. В хорошем ансамбле координация общих усилий не стесняет действий каждого партнера, а служит источником силы.

Стиль исполнения произведения в ансамбле сочетает в себе чертность и камерность. Звучание камерного ансамбля отличается изысканностью и тонкостью артикуляции, разнообразием

звуковой палитры, мягкостью динамических нюансов.

Начинать создание камерного ансамбля следует с правильного подбора участников. Будущие участники ансамбля не должны резко отличаться друг от друга уровнем своего исполнительского мастерства. Большое значение имеет выбор репертуара. Лучше начинать, думается, с сочинений композиторов-классиков. В дальнейшем, по мере накопления ансамблевого опыта, репертуар обогащается за счет включения более сложных произведений современных композиторов. Изучение этих сочинений подготовит учащихся к интонационному, ритмическим и фактурным сложностям современного оркестра. Легче всего достичь гармонического слияния голосов в ансамблях однородных составов (скажем, дуэт, трио или квартет флейт, валторн, фаготов, кларнетов, труб и т.д.).

Классическим духовым ансамблем является квинтет для флейты, гобоя, кларнета, фагота и валторны. Для него великими композиторами разных времен и народов написано большое количество произведений. Неисчерпаемыми выразительными возможностями обладает brass-квинтет (квинтет для двух труб, валторны, тромбона и трубы). Репертуар этого ансамбля охватывает произведения разных жанров и стилей – от барокко до авангарда и джаза.

Основной метод работы над произведением для камерного ансамбля идентичен методу работы над сольным произведением. Он включает в себя три основных этапа: от предварительного целого к частностям, от частностей – к завершаемому целому. Знакомство с новым сочинением начинается с предварительного его проигрывания от начала до конца. При этом участниками осмысливается его форма и художественное содержание, особенности фактуры, функции голосов, их взаимодействие, динамический план, общие очертания фразировки.

Педагогическая ценность совместного музицирования несомненна, однако она все же еще не оценена по достоинству, еще не исследован до конца ее социально-психологический и образовательный потенциал, нет монографий, научных работ, поэтому, возможно, оно слишком часто используется в преподавании, хотя о пользе ансамблевой игры для развития учащихся говорят достаточно давно.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Роль ансамблевого музицирования в реализации принципов развивающего музыкального образования: методические рекомендации // Автор-составитель Н.В. Андреева. – Сыктывкар, 2009.
2. Тютюнникова Т.Э. Видеть музыку и танцевать стихи... Творческое музицирование, импровизация и законы бытия. – М., 2010.

# ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

Полюнов В. П. д-р хим. наук, проф.  
Харьковский институт экологии и социальной защиты

## ОТНОШЕНИЕ ЧЕЛОВЕКА С ОКРУЖАЮЩИМИ ЕГО ЛЮДЬМИ

zchs@intbel.ru

Статья посвящена проблеме отношения человека с окружающими его людьми. В ней рассматриваются существующие подходы при становлении отношений человека с другими людьми. Предпринята попытка показать влияние обстоятельств жизни на отношение людей друг с другом.

**Ключевые слова:** человек, отношения, общество, справедливость, мужество, мудрость

**Актуальность.** Исследования обусловлены необходимостью осмысления проблемы отношения человека с другими людьми.

**Цель работы.** Определить и раскрыть такие понятия, как «добродетель», «мудрость», «мужество», «умеренность» и «справедливость» в отношении людей друг с другом.

**Практическая значимость.** Дальнейшая разработка и конкретизация ключевых категорий философии, как «мудрость», «добродетель», «умеренность», «мужество» и «справедливость» с позиции диалектики.

**Научные исследования.** В настоящей работе исследуются существующие подходы при проявлении и становлении отношений человека с окружающими его людьми.

**Задачи.** Рассматриваются наиболее важные вопросы отношения человека с другими людьми и проблемы религиозно-нравственной жизни современного общества.

Опираясь на заложенное Богом добродетельную природу первозданного человека, нравственные нормы становятся достоянием его через голос совести и разума. Пользуясь ими, люди создают доверие, мир и понимание в своих отношениях друг с другом.

Отношение к нравственным законам общественной жизни, справедливости, общему благу, личной и общественной пользе является основным побуждением для человека. Они возникли еще в дохристианском мире, получили дальнейшее развитие и способствуют человеку лучше разбираться и принимать правильное решение по многим сложным вопросам нравственной, социальной жизни и помогают ему улучшать свои отношения с окружающими его людьми.

У греков и римлян античного мира особенно уважались четыре добродетели: мудрость, мужество, умеренность и справедливость.

Мудрость учит человека действовать осмотрительно и умело для достижения успеха. Она учит размышлять о сущности мира и принципах морали. Наряду с умелым использованием наукой и техникой мудрость является одним из главных элементов культуры.

В Ветхом Завете мудрость воспринималась евреями как дар Божий. Её получил Соломон по своей молитве, и она проявилась в его умении рассуждать, и в искусстве управления. Истинная мудрость всегда исходит от Бога, который дает человеку «сердце разумное, чтобы различать, что добро и что зло» (3 Цар. 3, 9). Следовательно, любой человек, сведущий в своей профессии, уже заслуживает названия мудрый (Ис. 40, 20). Мудрецом считался тот, кто был сведущ в искусстве правильно жить, кто смотрит на окружающий мир трезвым взглядом и без иллюзий, кто видит пороки этого мира, но относится к ним без одобрения (Притч. 13, 7; Сир. 13, 21).

Мудрый человек знает, что таится в человеческом сердце, что для него - радость и что - горе (Притч. 13, 12; 14, 13), но не ограничивается ролью наблюдателя. Он несет в жизнь определенные правила: осмотрительность, сдержанность и правдивость в речах.

Её основанием является благоразумие, которое несет в себе практический здравый смысл. Человек, обладающий им, всегда думает о том, что он делает и как его дело повлияет на его отношения с людьми.

Апостол Иаков в своем послании призывает человека заботиться о «мудрости, нисходящей свыше» (Иак. 3, 13-17).

«Мудрость, сходящая свыше, - говорит апостол, чиста, мирна, скромна, послушлива,

полна милосердия и добрых плодов и нелегко мерна» (Иак. 3, 17).

Преподобный Антоний Великий говорит: «Муж мудрый основательно знает значение и обстановку своего пути. По этой причине он не спешит говорить, но выжидает и рассматривает, что ему следует сказать и что выслушать». Священномученик Петр Дамаскин делится с нами своим наблюдением за мудрыми людьми. «Мудрый, - говорит он, - удерживает волю свою и терпит происходящее от этого огорчение. Почитая себя недостойным наслаждений, он бывает благоразумен... трудится в воздержании и других добродетелях, считая себя должником во всем» [7]. Святитель Василий Великий возводит понимание мудрости до премудрости, говоря, что премудрость есть «знание вещей божественных и их причин». Её следует вымолить у Бога как духовный дар [2].

Священномученик Петр Дамаскин называет четыре вида премудрости: знание того, что должно или не должно делать и бдительность ума (мудрость); цельность, собранность ума, помогающая человеку удерживать себя вне всякого дела, слова, помышления, не угодного Богу (целомудрие); крепость и терпение в трудах по Богу и в искушениях (мужество); распределение сил, отдающее каждой из этих добродетелей по праву (правда) [7].

По слову преподобного Исаака Сирина, он узнает об этом «от самой мудрости, которая в сокровенности его и в чувствах учит его смиренным нравам, и в уме открывает ему, как будет принято его смирение» [5].

При осуществлении каждого доброго дела, направленного на становление добрых отношений с людьми, человеку необходима волевая решимость, последовательное и стойкое мужество, выражающееся в собранности, крепости, неодолимости благого расположения воли.

Владимир Мономах, ценя особенности этой добродетели, в своем «Поучении детям» советует им всячески развивать в себе такие волевые и нравственные качества, как выносливость, быстрота, подвижность, смелость, отвага, храбрость, чтобы в минуты испытаний они смогли быть благонадежными и выносливыми помощниками своему отцу и князю.

Известно, что путь нашей жизни сходен с плаванием по обширному морю. На нем иногда бывает тихо, иногда дует попутный ветер, но чаще на нем - буря. Видя наступление бури и саму бурю, человек может смутиться, прийти в отчаяние и уныние. Поэтому человеку надо укрепляться мужеством, противостоят волнам и противоборствовать противному ветру. Иначе его душевный корабль подвергнется крушению

и может даже затонуть. Бывает, что во время бури случится чему-либо сломаться или повредиться на душевном корабле. В этом случае необходимо проявить волевую решимость, отвергнуть уныние и дать отставку смущению. Лучше всего высмотреть благонадежную пристань, войти в нее, починить и поправить поврежденное, а потом продолжить плавание в надежде на Всемогущего Бога.

Мудрый и мужественный раб Христов рассматривает бури как посланные ему Богом опыты жизни, чтобы с пользой отточилось его мастерство, стал искусным плавателем и мог находить ближайшую пристань для душевного корабля. По учению Отцов Церкви, ими являются: молитва в сокрушении духа, чтение Священного Писания и Отеческих книг, а также совет ближнего, если он способен его дать.

Человеку свойственно пользоваться обстоятельствами жизни для предлежащего дела и удобным временем, чтобы с соответствующей выдержкой и благоразумием смотреть в лицо опасности и обрести в себе силы для перенесения боли. Святые Отцы повелевают подвизающимся выдерживать духовные брани, находящиеся от злых духов, не оставляя места, на котором живут, в особенности если в нем нет явных поводов ко греху. Монах, оставляющий по причине душевных браней место своего жительства, никогда не сможет стяжать духовных плодов.

Стойкость - одно из первых достоинств земного и небесного воина. В битвах опытные воины почитают признаком храбрости отважное нападение на неприятельский строй. Выдержку, безбоязненность видят при безмолвном и твердом стоянии под снарядами и картечью неприятельских батарей, когда этого требует общий план военачальника. На таких стойких воинов он наиболее может положиться в бою.

Господь Иисус Христос, на таких воинов полагается и венчает их знаками духовной доблести. Подобное делание заповедано всем людям Духом Святым: «Аще взлетит на тя дух сильного, ты места своего не оставь». Нестойких воинов он укоряет, объявляя их лишенными дарований духовных. «Человек, по свидетельству преподобного подвижника аввы Исаии, нуждается в великом сердечном мужестве для хранения заповедей Божиих» [1].

Премудрый Господь установил, чтобы люди входили в Небесное Царство многими скорбями, ибо они теряют его чрез безвременное и незаконное стремление к наслаждению. Человек показывает себя склонным к запрещенному плоду познания добра, зла и вещественному утешению. Он очень скоро обольщается обманчивым призраком духовного рассуждения и

добродетели, под личиной которых прячется зло. Скорби посылаемые Промыслом Божиим, действуют против наслаждений, противостоят нашему падению и способствуют восстановлению духовного благоразумия. По этим свойствам скорбь человеку необходима. Она - пробный камень нашему духовному мужеству и путеводительствует ко спасению.

Сердечное мужество нуждается в духовном разуме, который Отцы Церкви называют смиренномудрием. Дьявол стремится развлечь наши взоры так, чтобы из них ускользнула вечность, а мы оказались в сетях ловителя и не смогли бы стремиться к совершенству и строить по-христиански правильные отношения друг с другом.

Верующий человек поручает распознавать помыслы своему сердцу. При всей благовидности, помысл, отнимающий у сердца мир и тонко приводящий к потере любви к ближнему, является вражеским. Обладающий сердечным мужеством не спорит с таким помыслом, не рассуждает с ним, чтобы не оказаться уловленным и не вкусить от запретного древа. Мужественный человек скорее вооружится против него и гонит его прочь от себя духовным оружием: славословием и благодарением Бога, преданием себя Его святой воле, укорением себя, молитвой к Богу и святым Его. Превосходное оружие при сильной брани, дает человеку привычка приходить в свою комнату, повергнут в уединении на минуту пред Богом на колени, просить Его помощи в предстоящей брани и предать себя Его воле. При сильной брани это повторяется несколько раз в день и очень помогает в созидании стойкости и неодолимости стояния в добре [3].

Евангелие учит, что слабое сердце неспособно к христианским добродетелям. Для того, чтобы оно обрело силу, нужно укрепить верой, самоотвержением, сделать его победителем при посредстве внутренних борений и побед. За одержанные победы нисходит в сердце святая, живая, сильная вера в Бога и делает верующего во Христа мужем, то есть личностью, ядром которой становится мужество, стойкость духа и воли (1 Кор. 13, 11). В таком понимании это слово употребил Христос, когда сказал: «В мире будете иметь скорбь, но мужайтесь, Я победил мир» (Ин. 16, 33).

Умеренность - это одно из проявлений внутреннего равновесия человека, незамедлительно сказывающегося и на отношениях людей друг с другом. Особенно она нужна людям в молодые годы, когда им свойственны увлечения, эмоциональные возбуждения при недостаточной зрелости ума и знания жизни.

Прежде чем научиться умеренности, надо уметь воздерживаться во всем: в пище, питии, одежде и развлечениях. Настоящую науку об умеренности и воздержании создали христианские подвижники - аскеты. Они говорят, что «человеку должно быть умеренным во всех моментах жизни: благость расторгать строгостью, мудрость - рассудительностью, слово - делом, и все упование возлагать на Господа, а не на себя» [6].

Умеренности учит человека Слово Божие. Вся земная жизнь Спасителя и Его учеников являла высокий образец строгой воздержанности. Призывами к воздержанию проникнуто и их учение (Мф. 6, 13-34; 1 Фес. 5, 22).

Соглашаясь на воздержание, человек свидетельствует, что материальная жизнь сама по себе, отделенная от Бога, не есть для нас цель и благо. Свободно подчиняя все низшие стремления и потребности материальной природы высшей воле, человек вводит текущую жизнь в вечный план божественного действия. Связывая с Богом нашу повседневную деятельность, воздержание допускает нам в жизнь только необходимое и исключает все лишнее [10].

При строительстве добрых отношений с людьми воздержание отводится много внимания. Оно присутствует в речах, которые человек адресует окружающим. Воздержание языка требует не говорить слишком много, не злословить, не обижать словом, не празднословить о чем не должно, не клеветать, не открывать тайн ближнего другим. Для слуха воздержание - велит не поражаться пустой молвой; воздержание для глаз - не устремлять взора на все приятное и на что-либо неприличное. В раздражительности воздержание дает человеку умение обуздывать гнев и не вдруг воспламеняться; воздержание помыслов - низлагать их страхом Божиим, не склоняться на помысл обольстительный, не услаждаться им; воздержание в желании порочного сластолюбия - владеть чувством, не потакать случайным пожеланиям, не склоняться на помыслы, внушающие сладострастие, обуздывать страсти страхом Божиим. Только тот воздержан, кто желает бессмертных благ и, к ним устремляясь умом, отвращается от плотского вождения, не пленяется телесной наружностью, не услаждается приятным для обоняния и не увлывается словами лести [4].

Не предполагая абсолютного отказа от удовольствий, воздержание пробуждает и воспитывает в человеке чувство меры, когда он предается удовольствиям. Оно учит человека не переумодерничать, возмущать благоразумных границ в них. При этом в силу определенных разумных причин человек воздерживается от того, что вовсе не клеймит

его, как таковое. Христианин может счесть для себя необходимым отказ от целого ряда вещей в силу тех или иных причин: от брака, от мяса, от пива и от кино. Но в тот момент, когда он начинает утверждать, что все эти вещи плохи сами по себе, или свысока смотреть на тех людей, которые себе в этих вещах не отказывают, он встает на неверный путь [9].

Отцы Церкви называют справедливостью такую настроенность души, которая помогает человеку воздавать за все по достоинству. Другими словами, справедливостью характеризуется соотношение между достоинством людей и их вознаграждением.

В древнем мире греческие философы Платон и Аристотель придавали большое значение справедливости в распределении жизненных благ среди людей соответственно их индивидуальной природе и положению в обществе. Для большинства людей эта добродетель достигалась большим трудом, потому что одни, по недостатку разума, не могли понять, как воздавать каждому должное, а другие, подверженные человеческим страстям, нарушали справедливость. Законы у язычников различны и тем вводят в затруднение умы людей, не составивших себе точного понятия о правде.

Бог открывает человеку путь добра. Человек же учится на этом пути распознавать судьбы правды Божией и соответственно познанному действовать. Правда, Божия - это заповеди. Судьбы правды Божией (Пс. 18, 7) - это Божии повеления - что, когда и как следует делать человеку, чтобы угодить Богу и наследовать спасение. Эти знания приобретаются не вдруг, а постепенно. Вначале приступающий к делу Божию сам не рассуждает, а спрашивает у умеющих рассудить. При строгом внимании к руководству, дела за делами, успешно совершенные, дают его душе навык и самой определять кое-что. Навык этот растет с преуспеяниями в жизни, и, наконец, человеком приобретает внутренняя правда, что и как делать. Дух правый вселяется в очищенное сердце человека и, постоянно обновляя его, учит по справедливости строить свои отношения с людьми [12].

В человеке присутствует две правды. Одна побуждает его отдавать ближнему должное. Поступая с правым расположением сердца, человек, не достигая должного в точности, все же далеко не уклоняется от цели. Есть и еще правда, которая нисходит на человека с Неба от Бога. Эта правда животворит человека во Христе, показывая нам того, кто «сделался для нас премудростью от Бога, праведностью и освящением и искуплением» (1 Кор. 1, 30). Она приходит к человеку через Откровения Божии, содержащи-

еся в Божественных Писаниях. Откровения являются сутью правды по нравственным заповедям и истиной по смыслу, заключенному в самих словах. Познание истины, которой является Христос, вводит в душу Божественную правду и изгоняет оскверненную грехом правду человеческую. Свое вохождение в душу Божественная правда свидетельствует миром Христовым. Следовательно, справедливость дает душе человека мир, основанный на правде и истине Божией и соотносением с поступками и мнениями людей.

Оно полезно тем, что помогает правильно разбирать сомнительные дела. Соломон имея точные понятия о справедливом, правильно и удачно решил спор двух женщин о младенце (3 Цар. 3, 16-28). Так как не было свидетелей тому, что говорили женщины, Соломон обратился к природе и при ее помощи нашел неизвестное: чужая женщина без сожаления согласилась на убийство младенца, а мать, по естественной любви, не могла даже слышать о его страданиях. Поэтому тот, кто узнал истинную правду и через нее научился отдавать каждому должное, может совершать суд.

В христианском обществе справедливость широко применяется в отношении человека к другим людям. На принцип справедливости указывал еще Иоанн Креститель, говоря: «У кого две одежды, тот дай нищему. У кого есть пища, делай то же» (Мк. 11). Его подчеркнул Христос в Нагорной проповеди: «Во всем, как хотите, чтобы с вами поступали люди, так поступайте и вы с ними, ибо в этом закон и пророки» (Мф. 7, 12). «Какою мерою мерите, такую и вам будут мерить» (Мф. 7, 1-2).

Бог дал нам законы, чтобы при исполнении их «хорошо было нам во все дни, чтобы сохранить нашу жизнь» (Втор. 6, 24). Таким образом, любое поведение будет греховным, если оно противоречит заповедям Божиим, голосу нашей совести и общественно-моральным требованиям. «Делающий грех, - говорит апостол Иоанн Богослов, - делает беззаконие, ибо грех есть беззаконие» (1 Ин. 3, 4).

Грех коренится внутри человеческого сердца. Он вырастает из себялюбия, как из своего корня. В грехе человек замыкается на себе, не желая пустить в свое сердце Христа, и любит только самого себя. Завладевая душой человека, а затем и телом, грех устраивает все его существо и всем силам души сообщает превратное направление. В результате чего из его сердца «исходят злые помыслы, прелюбодеяния, любодеяния, убийства, кражи, лихоимство, злоба, завистливое око, богохульство, гордость, безумство. Все это исходит изнутри и оскверняет человека» (Мк. 7, 21).

Христос Спаситель, придя в мир, обличил грех и его силу. Он открыл нам, что грех, войдя в человека, являет свою враждебность к Богу и тому «свету, который Христос принес в мир» (Ин. 3, 19). Грех создает в душе непроницаемость тьмы и пользуется этим. Боязнь порождает ненависть к свету: «Каждый, делающий злое, ненавидит свет» (Ин. 3, 20).

Живя в мире, каждый из нас окружен соблазнами. Враг рода человеческого то и дело засеивает в человеке плевелы греховных помыслов, соблазнительных образов и безнравственных желаний, влекущих его ко греху. Человек часто обольщается ими. Движения собственной похоти увлекают его установить связь с ними и сдружиться. «Похоть же, зачав, рождает грех» (Иак. 1, 15).

Вовне грех проявляет себя не сразу. Человек, приняв его в свое сердце, может постепенно довести его до полного созревания. Отцы Церкви указывают шесть стадий в развитии греха: прилог, внимание, услаждение, желание, решимость и дело.

Прилогом называется повод ко греху. Он появляется в сознании человека через образ или мысль. Инициатором этого повода является диавол. Человеку в этом случае необходимо сделать мгновенный выбор: либо побороть искушение, отогнать его от себя, либо сознательно ему подчиниться. В прилоге еще нет греха, он лишь предстает взору человека и рекламирует себя.

Внимание открывает в разуме человека путь уступок в пользу данного прилога. Усиление внимания к возникшему образу с целью рассмотреть его и побеседовать с ним вызывает заинтересованность, которая непременно отзывается в эмоциях человека чувством удовольствия и может склонить волю ко греху. Так как внимание привлекает чувство и волю человека к рекламируемому греху, то создается реальная опасность положить его начало. Если разумная воля не оттолкнет от себя соблазняющий образ, то наступит другая стадия в развитии греха.

Связано услаждение с сердцем человека и отображает отношение к заинтересовавшему его образу. Проникая в сердце, греховный образ делается человеку по душе, нравится ему и вызывает предвкушение насладиться им. Душа, со-улаждаясь греховным помыслом, искушается к совершению греха реальным прикосновением к нему, хотя еще и не дает своего полного согласия. В этот момент начинается внутренняя брань души с наседающими на нее греховным помыслом.

Услаждение усиливает внутреннюю борьбу, которая может закончиться желанием со-

вершить роковой шаг к греховному делу. Быстрота наступления такого желания будет зависеть от степени привязанности души к добру и готовности противостоять злему помыслу. Чем слабее сила добра в душе, тем быстрее рождается и растет греховное желание склониться волей ко греху. Тогда наступает следующая стадия - решимость.

Решимость полагает на человека четко выраженную «печать» готовности совершить грех. Склонная к совершению греха воля набирает огромную силу влечения ко греху через уверенность в том, что греховное дело желанно и может быть безнаказанно совершено. За это время человек уже представил себе весь ход греховного дела, учел все средства для его достижения. Таким образом, у решившегося все учтено и продумано. Грех уже мысленно совершен. Остается только ждать подходящего случая, чтобы задуманное привести в исполнение [8].

Мучивший человека грех через греховное дело изнутри выходит наружу. Зачатый и выношенный внутри грех приносит свой плод вовне - беззаконие. Как только грех совершен, внутренний контроль человека, его совесть, сразу же предлагает ему выбор: отдать себя в рабство случившемуся греху или же совершить безотлагательное покаяние перед Богом с твердой решимостью впредь, с помощью Божией, избегать греха.

Начинается грех с видения соблазнительного предмета, с воспоминания о нем и представления его образа. Вот тут-то и надо отсекают этот образ от себя, решительно отводить внимание от него, не останавливаясь на нем, говоря: «Это не для меня; мне это совсем ни к чему». При такой встрече греховного помысла услаждение им и желание его не успеет пробудиться в душе. Не произойдет и склонения воли к решимости совершить грех.

В развитии греха от помысла до реального дела контроль над собой принадлежит самому человеку. Если грех совершен, то внутренний самоконтроль сразу же предлагает человеку совершить безотлагательное покаяние перед Богом и совестью, хотя и сохраняет свободу остаться во грехе. Покаяние несет в себе пресечение начавшегося греховного процесса и создает определенную блокаду греху, чтобы помощью Божией и добродетелями вытеснить грех из поступков человека. В противном случае человек отдает себя в рабство греху и страстям.

Основной грех - это непослушание Богу и Его законам. Из него вытекают прочие грехи. Нарушив норму жизни, данную Богом, первый человек совершил грех непослушания. Своим непослушанием человек нарушает волю Божию,

совершает различные грехи, приносящие ему вред и душевные терзания.

По силе воздействия на душу грехи бывают легкими и тяжелыми.

Легкий грех - это быстро исправимый грех, от него можно легко освободиться. Этот грех не подавляет дух человека и не лишает его связи с Богом. Он ранит человека, но не лишает возможности искренне обращаться к Богу в покаянии, молитве, делать дела добра и получать облегчение.

Тяжелый грех становится таковым, когда укореняется в душе, приобретает господствующее положение в жизни человека. Переживается такой грех человеком мучительно и его тяготит. Развивается подобный грех из какой-либо одной страсти, живущей в человеке: чревоугодия, блуда, сребролюбия, печали, уныния, тщеславия и гордости. Борьба с господствующим грехом тяжела и требует постоянного бодрствования духа, напряжения всех сил человека для его искоренения.

Грех может быть невольным, когда возникает в результате нарушения человеком заповедей Божиих и нравственного закона, на нарушение ненамеренного и непроизвольного. Такой грех становится приманкой для диавола. По слову преподобного Симеона Нового Богослова, «как только душа человека мысленно склонится ко греху, тотчас подсакивает к ней тиран и насилуетель душ, который всегда стоит позади нее и зорко смотрит за ее движениями, подсказывает и тащит ее на совершение греха делом. Отсюда очевидно: грех бывает по воле человека и не по воле, потому что ум сам склоняется на грех; бывает и не по его воле, потому что когда склоняется он совершить грех делом, то на это бывает влеком и нудим диаволом» [11].

Совершаемый грех с участием воли человека, именуется грехом вольным. Господствующий вольный грех навязывает человеку определенные состояния, приводящие его к утрате духовно-нравственных качеств. Часто повторяясь в жизни человека, такой грех становится страстью, которая берет в плен его ум, чувства и волю. Удовлетворение страсти связано с сильными переживаниями и изменениями в душе. Нередко страсти приводят к ослеплению рассудка, извращению сердечных чувств, порабощению юли. Человек, поддавшийся страсти, интересуется преимущественно тем, что имеет отношение к предмету его страсти. Для духовных чувств и устремлений у него остается мало времени и места. Под влиянием страсти теряют силу требования нравственного закона, веления долга, самообладание и снижается самоконтроль.

Страсть - это грех, целиком захвативший человеческое существование, сущность человека и обязавший его служить себе с повышенной мобилизацией сил. В страсти наблюдается обострение всех греховных чувств и рабское служение греху. Бывают страсти двух видов: чувственные и духовные.

В основе чувственных страстей лежат телесные инстинкты и потребности. Они развиваются в результате чрезмерного внимания к ним и их удовлетворения. К ним относятся чревоугодие и блуд.

Духовные страсти образуются от искаженных склонностей и влечений души и духа. К ним относятся остальные шесть страстей. Они создаются самим человеком в результате его склонности уступать их требованиям.

Если привычка нарушать нравственный закон в угоду господствующей страсти привьется человеку, тогда страсть переходит в порок. В нем человек предается страсти без внутреннего покаянного чувства, без стыда и совести. Порок может рассматриваться как трудноизлечимая болезнь. В пороке страсть совершенно обессиливает человека, доводит его волю до предела безволия. Часто смерть забирает человека в момент, когда он необдуманно предается предмету страсти. Человек в этом состоянии не лишен возможности покаяться и получить от Бога благодатную помощь и выздоровление.

Преподобный Моисей советует помнить желающим стяжать добродетель, что «сила добродетели в том, чтобы не малодушествовать, когда случится пасть, но снова продолжать свой путь. Не падать свойственно только Ангелам».

Преподобный Серафим Саровский, утешает подвизающихся словами: «Должно терпеть свои недостатки так же, как терпим недостатки других, и снисходить душе своей в ее немощах и несовершенствах. Вместе с тем не должно предаваться нерадению: должно заботиться усердно о исправлении и усовершенствовании себя».

Покаяние - это свободное внутреннее делание самого человека, в котором никто не может заменить его: только сам человек добровольно может поставить себя перед лицом Божиим, узнать самого себя в своих деяниях и пострадать покаянным сердцем свою виновную грешность. В покаянии должен зачатся новый человек: новому видящий, любящий, постигающий, желающий и действующий. По самому глубокому смыслу в покаянии происходит отрыв от прежнего и являет свое начало новое. Этим новым, закрепляется завет человека с Богом об исправлении своей жизни.

Духовное очищение обычно начинается с усвоения различия: одно дело то, что по-моему;

другое - что есть на самом деле. Человек призван судить себя по совести, которая действительно ведаёт добро на самом деле, добивается истины и не мирится со взором личного мнения. Следовательно, покаяние стремится поколебать и преодолеть в человеке противодуховную позицию. В покаянии человек полагает начало новому самосознанию, суждению о себе в свете нового измерения. Это равносильно духовному пробуждению, которое нередко начинается с глухой неудовлетворенности самим собой. Другими словами, покаянное очищение требует, чтобы в человеке было нарушено самодовольство, так как самодовольный человек не меряет себя высшим масштабам.

Решившийся совершать очистительный путь начинает его с пересмотра своих жизненных содержаний и состояний с целью найти тот Божий луч, от которого каждый предмет начинает сиять, радовать и отодвигать от себя все то, что этого лишено.

Заповеди, данные Спасителем, требуют любви к ближнему. В этой любви, служении ближнему и заключается наша возможность проявить свою любовь к Богу (Мф. 26, 35-36). Через преуспевание во второй заповеди: «Возлюби ближнего твоего, как самого себя» (Мк. 12, 31) – можно преуспеть и в первой: возлюбить Бога. Отсюда становится ясным, что любовь к ближнему взаимно обусловлены, так что в каждой из них непременно мыслится и другая. «Хотя любовь к Богу и много важнее, - свидетельствует преподобный Исидор Пелусиот, - однако делается еще ценнее, когда соединяется с любовью к человеку».

Особенность любви состоит в простирании её на всех людей. Она должна выражаться не только к Богу, но и к человеку, без различия племен, народностей и религий по заповеди: «Возлюби ближнего твоего, как самого себя» (Мк. 12, 31). Это значит передать свое я в другое я и одновременно воспринять другое я в свое собственное я. В любви все люди воспринимаются человеком как цель для него, но не как средство. Истинно любить другого - значит забыть себя для себя, чтобы найти себя в другом для его блага. Все это создает неотъемлемый элемент любви - самопожертвование. Высшим образом его является жертвенная любовь к нам Христа Спасителя, любовь до смерти крестной [2].

Любовь есть высшая норма отношений христиан друг к другу. Следовательно, христианину надо заботиться не о любви к себе, а о своих обязанностях перед Богом и ближними. Вы-

полняя их, человек может правильно разрешить все вопросы о себе.

Любить самого себя можно лишь в Боге и в ближних. Центром такой любви будут не я, а Бог и ближний, а я буду им смиренным слугой. Здесь человек должен уповать не на свои силы, а на помощь Божию, на благодатные дары Святого Духа. Получая их, человек еще освящает себя и достигает того, что божественное начало его любви получает деятельное выражение в его жизни. Благодать обращает человека к Богу, а человек соглашается с ней своей волей. В этом истинное и доброе дело, когда человек действует в Боге, то и Бог действует в человеке.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Авва Исаия // Отечник : Избранные изречения св. иноков и новости из жизни их, собранные епископом Игнатием Брянчаниновым. 4-е изд. / Авва Исаия. - СПб., 1903. - С. 101 - 114.*
2. *Беляев А., проф. Любовь Божественная. / А. Беляев. - М., 1880. - С. 47*
3. *Василий Великий, свт. Творения. / Василий Великий. - Св. - Тр. Серг. Лавра, 1900. Ч. 4. - С. 181, 194*
4. *Гордеев П., прот. Нравственное богословие. / П. Гордеев. - СПб., 1907. - С. 1*
5. *Ефрем Сирин, преп. Творения. / Ефрем Сирин. - М., 1993. Т. 1. - С. 20*
6. *Исаак Сирин, Творения. / Исаак Сирин. - Изд. 3-е. Серг. Посад. 1911. - С. 167*
7. *Макарий Великий, преп. Духовные беседы. / Макарий Великий. - 4-е изд. Сер. Посад, 1904. - С. 144*
8. *Петр Дамаскин, сиич. Творения. / Петр Дамаскин. - Ч. 1. - С. 22 - 48*
9. *Павел Флоренский, свящ. Из богословского наследия. / Павел Флоренский. // Богословские Труды. М., 1977. № 17. - С. 105 - 108*
10. *Соловьев Вл. Духовные основы жизни. / Вл. Соловьев. - Брюссель, 1982. - С. 28*
11. *Симеон Новый Богослов, преп. Творения. / Симеон Новый Богослов. - Св. - Тр. Серг. Лавра, 1993. Т. 1. - С. 126*
12. *Феофан (Говоров), еп. Начертание христианского нравоучения. / Феофан (Говоров). М.: Паломник, 1994. Т. 2. - 386 с.*

## НАШИ АВТОРЫ

### Ата Эль-Карим Шоеаб Солиман

Адрес: P.O.BOX 11790, Ein Helwan, Helwan, Cairo, Egypt Helwan University, Arabic republic Egypt. Тел.: 0022 55 69064, e-mail: info@helwan.edu.sg

### Берёзкина Юлия Викторовна

Адрес: Россия, 628011, г. Ханты-Мансийск, Ханты-Мансийский автономный округ – Югра, Тюменская обл. ул. Мира, 104. Югорский институт развития строительного комплекса, кафедра «Строительство».

Тел.: (3467) 32-32-04, e-mail: berezkina\_yv@mail.ru

### Ивашенко Юрий Григорьевич

Адрес: Россия, г. Саратов, ул. Политехническая 77, корп. 3. Саратовский государственный технический университет, кафедра Производство строительных изделий и конструкций.

Тел.: (8452) 99-88-90, e-mail: saratov-psk@mail.ru

### Клименко Василий Григорьевич

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра неорганической химии.

E-mail: belengec@intbel.ru

### Логанова 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) 48-27-37; e-mail: fmatem@pguas.ru

### Болотских Николай Николаевич

Адрес: Россия, г. 61002, Харьков, ул. Сумская, 40. Харьковского национального университета строительства и архитектуры, кафедры теплогазоснабжения, вентиляции и использования тепловых вторичных энергоресурсов.

E-mail: bolotskikh@kstuca.kharkov.ua

### Кафтаева Маргарита Владиславовна

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра городского строительства и хозяйства.

E-mail: kaftaeva61@yandex.ru

### Верешака 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

### Мустафа Осман

Адрес: P.O.BOX 11790, Ein Helwan, Helwan, Cairo, Egypt Helwan University, Arabic republic Egypt. Тел.: 0022 55 69064, e-mail: info@helwan.edu.sg

### Строкова Валерия Валерьевна

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра строительного материаловедения, изделий и конструкций, секция «НСМ».

Тел.: (4722) 55-87-85; e-mail: strokova@intbel.ru.

### Лесовик Валерий Станиславович

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра строительного материаловедения, изделий и конструкций.

Тел.: (4722) 55-82-01; e-mail: naukavs@mail.ru

**Клюев Сергей Васильевич**

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г.Шухова, кафедра сопротивления материалов и строительной механики.

E-mail: Klyuyev@yandex.ru

**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: ludmilasuleymanova@yandex.ru

**Фадин Юрий Михайлович**

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г.Шухова, кафедра механического оборудования.

Тел.:(4722) 30-99-39; e-mail: v.s\_bogdanov@mail.ru

**Семикопенко Игорь Александрович**

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г.Шухова, кафедра механического оборудования.

Тел.:(4722) 30-99-39; e-mail: v.s\_bogdanov@mail.ru

**Чалов Владимир Александрович**

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г.Шухова, кафедра ГТУ.

e-mail: Chalov-v@mail.ru

**Романович Алексей Алексеевич**

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им.В.Г.Шухова, кафедра подъемно-транспортных и дорожных машин.

Тел.: (4722) 55-13-66; e-mail: AlexejRom@mail.ru

**Хабибуллина Ляйсан Рамильевна**

Адрес: 452681 г. Нефтекамск, ул. Тракторная, 1. Нефтекамский филиал Башкирского государственного университета, кафедра финансового менеджмента.

E-mail: leysanhab@mail.ru

**Давлетбаева Альфия Филусовна**

Адрес: Россия, 450000, г. Уфа, ул. К. Маркса, д.3/4, Республика Башкортостан Башкирский государственный университет, кафедра национальной экономики.

Тел.: (347) 229-96-08; e-mail: super.alfik@mail.ru

**Трунова Екатерина Викторовна**

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г.Шухова, кафедра финансового менеджмента.

E-mail: Trunova\_EV@mail.ru

**Всяких Максим Владимирович**

Адрес: Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85. Белгородский государственный университет, кафедра финансов и кредитов.

E-mail: vsyakh@mail.ru

**Ваганова Оксана Валерьевна**

Адрес: Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85. Белгородский государственный университет, кафедра экономики и управления на предприятии.

E-mail: pryadko@bsu.edu.ru

**Исмагилов Дамир Дависович**

Адрес: Россия, 450074, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. Заки Валиди, 32. Башкирский государственный университет, кафедра «Национальная экономика».

E-mail: fed\_urist@mail.ru

**Дорошенко Юрий Анатольевич**

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г.Шухова, кафедра стратегического управления.

Тел.: (4722) 55-22-91

**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

**Шевелев Артем Александрович**

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г.Шухова, кафедра стратегического управления.

E-mail: ROGOVA@intbel.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

**Доможирова Ольга Владимировна**

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г.Шухова, кафедры экономики и организации производства.

E-mail: super.alfik@mail.ru

**Рудычев Анатолий Андреевич**

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г.Шухова, кафедра экономики и организации производства.

Тел.: (4722)30-99-01

**Рыбакова Марина Владимировна**

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г.Шухова, кафедры технологии цемента и композиционных материалов.

E-mail: marina-rybakova@yandex.ru

**Игнатьева Елена Олеговна**

Адрес: Россия, 443100 г. Самара ул. Молодогвардейская, 244. Самарский государственный технический университет, кафедра общей и неорганической химии

E-mail: windy22@mail.ru

**Казин Вячеслав Николаевич**

Адрес: Россия, 150057, Ярославль, проезд Матросова, 9. Ярославский государственный университет, кафедра общей и физической химии.

Тел. (4852)48-39-15. e-mail: kaz@bio.uniyar.ac.ru

**Бондаренко Надежда Ивановна**

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г.Шухова, кафедра технологии и художественной обработки стекла.

Тел.:(4722) 55-83-07; e-mail: bondarenko-71@mail.ru

**Чичварин Александр Валерьевич**

Адрес: Россия, 309500, Белгородская обл., г. Старый Оскол, кпр. Макаренков 40. Старооскольский технологический институт (филиал) ФГОУ ВПО НИТУ «МИСиС», кафедра химии.

E-mail: ach82@mail.ru

**Алиматов Баходыр Абдуманнович**

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г.Шухова, кафедра сервиса транспортных и технологических машин.

E-mail: aba02101949@rambler.ru

**Кузнецов Валерий Алексеевич**

Адрес: Россия 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, д. 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра энергетики теплотехнологии.

Тел.: (4722) 55-04-86, e-mail: kouzn@intbel.ru

**Полуянов Валерий Петрович**

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова 46. БГТУ им. В.Г.Шухова, кафедра защиты в чрезвычайных ситуациях.

Тел.: (4722) 54-58-11; e-mail: zchs@intbel.ru

**Поляков Владимир Михайлович**

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра ПОВТАС.

Тел.: (4722) 54-95-09; e-mail: p\_v\_m@mail.ru

**Потапенко Анатолий Николаевич**

Адрес: Россия 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, д. 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра электротехники и автоматики.

Тел.: (4722) 55-63-03 e-mail: potapenko@intbel.ru

**Леденева Татьяна Михайловна**

Адрес: Россия, 394026 г. Воронеж, Московский проспект, д. 14. Воронежский государственный технический университет, кафедра АВС.

E-mail: dean@amm.vsi.ru

**Заряева Елена Владимировна**

Адрес: Россия, 394038, г. Воронеж, ул. Космонавтов, 21. Воронежская государственная медицинская академия им. Н.Н. Бурденко, кафедра гигиенических дисциплин

E-mail: lena.zaryueva@yandex.ru

**Старостина Ирина Викторовна**

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра промышленной экологии.

Тел.: (4722) 55-47-96; e-mail: pe@intbel.ru.

**Свергузова Светлана Васильевна**

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра промышленной экологии.

Тел.: (4722) 55-47-96; e-mail: pe@intbel.ru.

**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.

**Зарицкий Владимир Денисович**

Адрес: Россия, 308033 г. Белгород, ул. Королева, 7. Белгородский государственный институт культуры и искусств, кафедра «Оркестровые инструменты».

E-mail: noob45\_91@mail.ru

Научное издание

**«Вестник БГТУ имени В.Г. Шухова»  
№ 4, 2011 г.**

Научно-теоретический журнал

**Ответственный за выпуск Н.И. Алфимова  
Компьютерная верстка Н.И. Алфимова  
Дизайн обложки В.Б. Бабаев**

**Учредитель журнала** – Государственное образовательное учреждение высшего и профессионального образования «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова»  
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

Журнал зарегистрирован Министерством РФ по делам печати, телерадиовещания и средств массовой информации ПИ №ФС77-26533

Сдано в набор 1.01.11. Подписано в печать 25.10.11 Формат 60x84/8

Усл. печ. л. 26,3. Уч.-изд. л. 24,76.

Тираж 1000 экз. Заказ 261. 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