

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. В.Г. ШУХОВА

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

№ 12, 2016 год

Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова

Главный редактор: д-р техн. наук, проф. Е.И. Евтушенко

Зам. главного редактора: канд. техн. наук, доц. Н.И. Алфимова

Редакционная коллегия по основным направлениям работы журнала:

академик РААСН, д-р техн. наук, проф. Баженов Ю.М.;

академик РААСН, д-р техн. наук, проф. Бондаренко В.М.;

д-р техн. наук, проф. Богданов В.С.; д-р техн. наук, проф. Борисов И.Н.;

д-р экон. наук, проф. Глаголев С.Н.; д-р техн. наук, проф. Гридчин А.М.;

д-р экон. наук, проф. Дорошенко Ю.А.;

член-корреспондент РААСН, д-р техн. наук, проф. Лесовик В.С.;

д-р техн. наук, проф. Мещерин В.С.; д-р техн. наук, проф. Павленко В.И.;

д-р техн. наук, проф. Патрик Э.И.; д-р техн. наук, проф. Пивинский Ю.Е.;

д-р техн. наук, проф. Рубанов В.Г.; Ph. D., доц. Соболев К.Г.;

д-р техн. наук, проф. Строкова В.В., н. с. Фишер Ханс-Бертрам;

д-р техн. наук, проф. Шаповалов Н.А.

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

Загороднюк Л.Х., Гридчин А.М., Лесовик В.С., Володченко А.А., Воронов В.В., Канева Е.В.

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДСТВА СУХИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ СМЕСЕЙ
В РОССИИ

6

Низина Т.А., Балыков А.С., Макарова Л.В.

ПРИМЕНЕНИЕ МОДЕЛЕЙ «СОСТАВ – СВОЙСТВО» ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ
СВОЙСТВ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ДИСПЕРСНО-АРМИРОВАННЫХ
МЕЛКОЗЕРНИСТЫХ БЕТОНОВ

15

Лесовик В.С., Загороднюк Л.Х., Чернышева Н.В., Глаголев Е.С., Кучерова А.С., Дребезгова М.Ю., Канева Е.В.

СОВРЕМЕННЫЕ ТРЕХМЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ФАКТОРЫ СДЕРЖИВАЮЩИЕ ИХ

22

Лесовик Р.В., Агеева М.С., Богусевич Г.Г., Сопин Д.М.

РАЗРАБОТКА СОСТАВОВ ЗАКЛАДОЧНЫХ СМЕСЕЙ

31

Дегтев И.А., Тарасенко В.Н., Хуркова Д.А.

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ ДОСТУПНОГО ЖИЗНЕННОГО
ПРОСТРАНСТВА В «ЗЕЛЕНОМ» СТРОИТЕЛЬСТВЕ

35

Загороднюк Л.Х., Лесовик В.С., Канева Е.В., Кучерова А.С.

О РОЛИ ШУМОВОЙ АГРЕССИИ НА КОМФОРТНОСТЬ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ
ЧЕЛОВЕКА

40

Косухин М.М.

ОТ ИСТОРИИ СОЗДАНИЯ ДО СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ И ПЕРСПЕКТИВ
РАЗВИТИЯ ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИИ

48

Лебедев В.М., Ломтев И.А.

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СИСТЕМА РЕКОНСТРУКЦИИ ОБЪЕКТОВ

55

Рязанов М.А., Шишов И.И., Рощина С.И., Лукин М.В.

РАСЧЕТ ИЗГИБАЕМЫХ ЭЛЕМЕНТОВ С УЧЕТОМ ФИЗИЧЕСКОЙ НЕЛИНЕЙНОСТИ
ДЕФОРМИРОВАНИЯ

58

Завадская Е.П., Ковальчук О.А.

РАСЧЕТ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СЕЙСМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ
НА РЕЗЕРВУАРЫ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ СЖИЖЕННОГО ПРИРОДНОГО ГАЗА В ЮЖНОЙ
ЧАСТИ ОСТРОВА САХАЛИН, ЗАЛИВ АНИВА

65

Ярмош Т.С., Храбатина Н.В., Мирошниченко В.В.

СКЛАДЧАТЫЕ КОНСТРУКЦИИ. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ НОВЫХ ФОРМ

71

Черныш Н.Д., Тарасенко В. Н.

МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОСТЬ ЗАДАЧИ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ
В СФЕРЕ СОЗДАНИЯ БЕЗБАРЬЕРНОЙ АРХИТЕКТУРНОЙ СРЕДЫ

76

Затолюкина Н.М., Кононова О.Ю.

ОСОБЕННОСТИ УСТАНОВЛЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ ГОРОДСКОЙ ЧЕРТЫ
И АНАЛИЗ ЗЕМЕЛЬНО-ХОЗЯЙСТВЕННОГО УСТРОЙСТВА ТЕРРИТОРИИ
Г. СТАРЫЙ ОСКОЛ

80

Лебедев В.М., Мартынова Н.В.

ИНФОГРАФИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СОЦИАЛЬНО-ПОТРЕБИТЕЛЬСКОЙ
ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ЗДАНИЙ

84

Косухин М.М., Семак А.В., Косухин А.М.

ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛА ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ ЭНЕРГОАУДИТА

89

Логачев И.Н., Попов Е.Н.

ВЕРОЯТНОСТНО-СТАТИСТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОПИСАНИЮ
АЭРОДИНАМИЧЕСКОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КОЛЛЕКТИВА ПАДАЮЩИХ
ЧАСТИЦ С ВОЗДУХОМ: СЛУЧАЙ ПОЛИФРАКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА

95

Климова Е.В., Калатози В.В., Рыжиков Е.Н., Калатози Э.К.

АНАЛИЗ ПРОБЛЕМЫ ОХРАНЫ ТРУДА В СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

100

Степанов А.М., Лаптева А.В.

ПОДГОТОВКА СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ

105

МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ

Семикопенко И.А., Воронов В.П., Вялых С.В. К ВОПРОСУ О ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ДЕЗИНТЕГРАТОРА С ВЕРТИКАЛЬНОЙ ЗАГРУЗКОЙ МАТЕРИАЛА	111
Трофимченко В.Н., Мордовская О.С., Ханин С.И. ИССЛЕДОВАНИЕ АГРЕГАТОВ ЧАСТИЦ ГРУБОМОЛОТОГО МЕРГЕЛЯ И ПРОЦЕССА ИХ ДЕЗАГРЕГАЦИИ В СЕПАРАТОРЕ С УСТРОЙСТВОМ В ВИДЕ МНОГОЗАХОДНЫХ ЛЕНТ	114
Бестужева О.В., Федоренко М.А., Бондаренко Ю.А. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ РОТАЦИОННОЙ ОБРАБОТКИ ПОВЕРХНОСТЕЙ ВРАЩЕНИЯ ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ДЕТАЛЕЙ	121
Пчёлкин В.М., Дуюн Т.А. ЭМПИРИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ТВЕРДОСПЛАВНЫХ ПЛАСТИН ПРИ ТОЧЕНИИ КОРРОЗИОННО-СТОЙКОЙ ЖАРОПРОЧНОЙ СТАЛИ	126

ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ

Дектерев П.Е., Завьялов В.А. ОСНОВНЫЕ КОНЦЕПЦИИ ИНТЕГРАЦИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ ОБЪЕКТОВ СТРОИТЕЛЬСТВА И АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ЗДАНИЯМИ	132
Заставной Д.А. МЕТОДЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ WINMAP	138
Рыбак Л.А., Мамаев Ю.А., Вирабян Л.Г. СИНТЕЗ АЛГОРИТМА КОРРЕКЦИИ ТРАЕКТОРИИ ДВИЖЕНИЯ ВЫХОДНОГО ЗВЕНА РОБОТО- ГЕКСАПОДА НА ОСНОВЕ ТЕОРИИ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ	142

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Лаптева С.Н., Павленко В.И., Гладких Ю.П. СВЧ-ОБРАБОТКА ПОВЕРХНОСТНО-МОДИФИЦИРОВАННОГО КВАРЦЕВОГО ПЕСКА И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА ТВЕРДЕНИЕ И ПРОЧНОСТЬ ГИПСО-ПЕСЧАНЫХ КОМПОЗИЦИЙ	152
Черкашина Н.И., Прут Э.В., Матюхин П.В. ВЛИЯНИЕ ВЫСОКИХ ДАВЛЕНИЙ ПРЕССОВАНИЯ ПРИ СИНТЕЗЕ НА ИЗМЕНЕНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ ТЕРМОПЛАСТИЧНЫХ ЭЛАСТОМЕРОВ	155
Свергузова С.В., Сапронова Ж.А., Святченко А.В. ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩЕГО КОАГУЛЯНТА ИЗ ОТХОДОВ СТАЛЕПЛАВИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА ДЛЯ ОЧИСТКИ ЛИВНЕВЫХ ВОД	160
Ястребинский Р.Н., Павленко З.В. СТРУКТУРНО-ФАЗОВЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ В СИСТЕМЕ CaO-FeO И FeO-SiO ₂ ПРИ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ	165
Шешин Е.П., Денисова Л.В. РАДИАЦИОННОЕ МОДИФИЦИРОВАНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ГАММА ОБЛУЧЕНИИ	170
Матюхин П.В. ЭЛЕКТРОННО-МИКРОСКОПИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МАГНЕТИТОВОГО ЖЕЛЕЗОРУДНОГО КОНЦЕНТРАТА ПОДВЕРГНУТОГО ВОЗДЕЙСТВИЮ ВЫСОКИХ ДАВЛЕНИЙ ПРЕССОВАНИЯ	174
Ястребинская А.В., Карнаузов А.А. ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДИСПЕРГИРОВАННОЙ ДРОБИ ГИДРИДА ТИТАНА	183

Гребенюк А.А., Борисов И.Н. СНИЖЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ОБРАЗОВЫВАЮЩИХСЯ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПРИ СИНТЕЗЕ СУЛЬФОФЕРРИТНОГО КЛИНКЕРА	188
Прут Э.В., Черкашина Н.И., Ястребинская А.В. РАЗРАБОТКА ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ТЕРМОПЛАСТИЧНЫХ ЭЛАСТОМЕРОВ	195
Скурятина Е.Ю., Онищук В.И., Жерновая Н.Ф., Затаковая Р.А. ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОЛЕМАНИТА В ТЕХНОЛОГИИ ЛИСТОВОГО СТЕКЛА	200
Матвеева Л.Ю., Кукса П.Б., Ефремова М.А., Ястребинская А.В. НОВЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ ГЕРМЕТИКИ С ДЕМПФЕРНЫМИ СВОЙСТВАМИ НА ОСНОВЕ УРЕТАНОВОГО ФОРПОЛИМЕРА	206

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Всяких М.В., Матвийчук Л.Н. ОСОБЕННОСТИ УЧЕТНО-АНАЛИТИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРИНЯТИЯ К УЧЕТУ ОБЪЕКТОВ ОСНОВНЫХ СРЕДСТВ В СТРОИТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЯХ	212
Кара К.А., Ширина Н.В. НАПОЛНЕННОСТЬ ГОСУДАРСТВЕННОГО КАДАСТРА НЕДВИЖИМОСТИ СВЕДЕНИЯМИ О ГРАНИЦАХ И ЗОНАХ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ	215
Сероштан М.В. ВОСТРЕБОВАННОСТЬ ВЫПУСКНИКОВ ВУЗОВ В СФЕРЕ ИНЖЕНЕРНОГО ДЕЛА, ТЕХНОЛОГИЙ И ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК НА РЫНКЕ ТРУДА	222
Костромицкая О.И. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ПОНИМАНИЮ КАТЕГОРИИ «ИННОВАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ» В ЭКОНОМИКЕ	229
Калачук Т.Г., Ширина Н.В. РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ ПУТЕМ ОРГАНИЗАЦИИ РОДОВЫХ УСАДЕБ (ЧАСТЬ 2)	235
Всяких М.В. СОПОСТАВЛЕНИЕ АНАЛИТИЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ БУХГАЛТЕРСКОЙ ОТЧЕТНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ РОССИИ И УКРАИНЫ	242
Щетинина Е.Д., Кондрашов И.Б. НЕМАТЕРИАЛЬНЫЕ АКТИВЫ РЕГИОНА: СУЩНОСТЬ, РОЛЬ И ФУНКЦИИ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ РЕГИОНАЛЬНОЙ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬЮ	245
Баранов В.М., Шилова В.С. ГОТОВНОСТЬ ВЫПУСКНИКА БГТУ ИМ. В.Г. ШУХОВА К ОБЕСПЕЧЕНИЮ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ: ОСНОВНЫЕ КРИТЕРИИ СФОРМИРОВАННОСТИ	252
Растворцева С.Н., Усманов Д.И. АНАЛИЗ СТЕПЕНИ ВКЛЮЧЕННОСТИ РОССИИ В ГЛОБАЛИЗАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ (ЧАСТЬ 2)	256

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

DOI: 10.12737/22638

*Загороднюк Л.Х., д-р техн. наук, проф.,
Гридин А.М., д-р техн. наук, проф.,
Лесовик В.С., член-корр. РААСН, д-р техн. наук, проф.,
Володченко А.А., канд. техн. наук, доц.,
Воронов В.В., аспирант,
Канева Е.В., аспирант*

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДСТВА СУХИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ СМЕСЕЙ В РОССИИ*

LHZ47@mail.ru

Особое место среди современных материалов занимают сухие строительные смеси, они имеют неоспоримые преимущества и высокую эффективность, как в техническом, так и в экономическом отношении, от них зависит архитектурная выразительность и эстетика градостроительства, создание комфортных условий проживания, рациональное использование топливно-энергетических ресурсов и многое другое. Вступление России во Всемирное торговое общество вызывает разноречивые мнения и серьезные опасения у специалистов строительного комплекса страны. Присоединение Российского строительного комплекса к ВТО безусловно повлияет на развитие инновационных процессов в отрасли применения современных технологий и материалов. Рассматривая тенденцию развития производства сухих строительных смесей можно выделить два основных фактора, тормозящих и ускоряющих развитие их производства. Производство сухих строительных смесей в России, в ближайшем будущем имеет благоприятные перспективы развития, поскольку возрастающий объем строительства предопределяет повышение спроса на ССС, при этом важным фактором увеличения емкости рынка является замещение конкурентно способной отечественной продукцией импортных аналогов.

Ключевые слова: тенденция развития, производство сухих строительных смесей, строительный рынок, факторы развития производства сухих строительных смесей, энергосбережение.

Введение. В настоящее время в России осуществляется неуклонный рост объемов гражданского строительства, в значительной мере этому способствуют государственные целевые жилищные программы, как «Жилище», «Доступное и комфортное жилье – гражданам России».

По итогам 2012 года Россия заняла второе место в Европе по числу построенных квартир, за этот год в стране было построено 5,8 квартир на 1000 жителей, что на 75 % выше среднего показателя для 27 европейских стран. Лидером по числу построенных квартир в Европе заняла Франция с показателем 7,8 квартиры. По данным Росстата (2012 г.) в России было построено 838 тысяч квартир общей площадью 65,7 млн. кв.м. Лидерами по строительству жилья стали Московская обл., Краснодарский край и Москва. По числу построенных квартир на 1000 человек – Московская обл., Краснодарский край и Белгородская область. При этом, став лидером в процессе строительства, Россия сильно отстает от Европы в результатах – обеспеченности жильем [1].

Основная часть. В связи с утверждением государственной программы «Обеспечение доступным и комфортным жильем и коммунальными услугами граждан Российской Федерации» в 2013–2020 гг. предусматривается строительство жилья экономкласса и объектов инфраструктуры на вовлеченных в экономический оборот площадях, примыкающих к крупным городам. Для реализации этой масштабной долгосрочной строительной программы по жилищному строительству потребуется значительное количество разнообразных эффективных строительных материалов нового поколения, с гарантированным обеспечением современных требований по качеству, по номенклатуре, по энергоэффективности, экологическим и прочим требованиям, приближенным к стандартам Европейского Союза [2].

Особое место среди современных материалов занимают сухие строительные смеси (ССС) [13–27]. СССР имеют неоспоримые преимущества и высокую эффективность, как в техническом, так и в экономическом отношении (рис. 1). Сухие смеси – это зеркало современной стройиндустрии, от их мощности и эффективно-

сти зависят архитектурная выразительность и эстетика градостроительства, создание комфортных условий проживания, рациональное

использование топливно-энергетических ресурсов и многое другое.

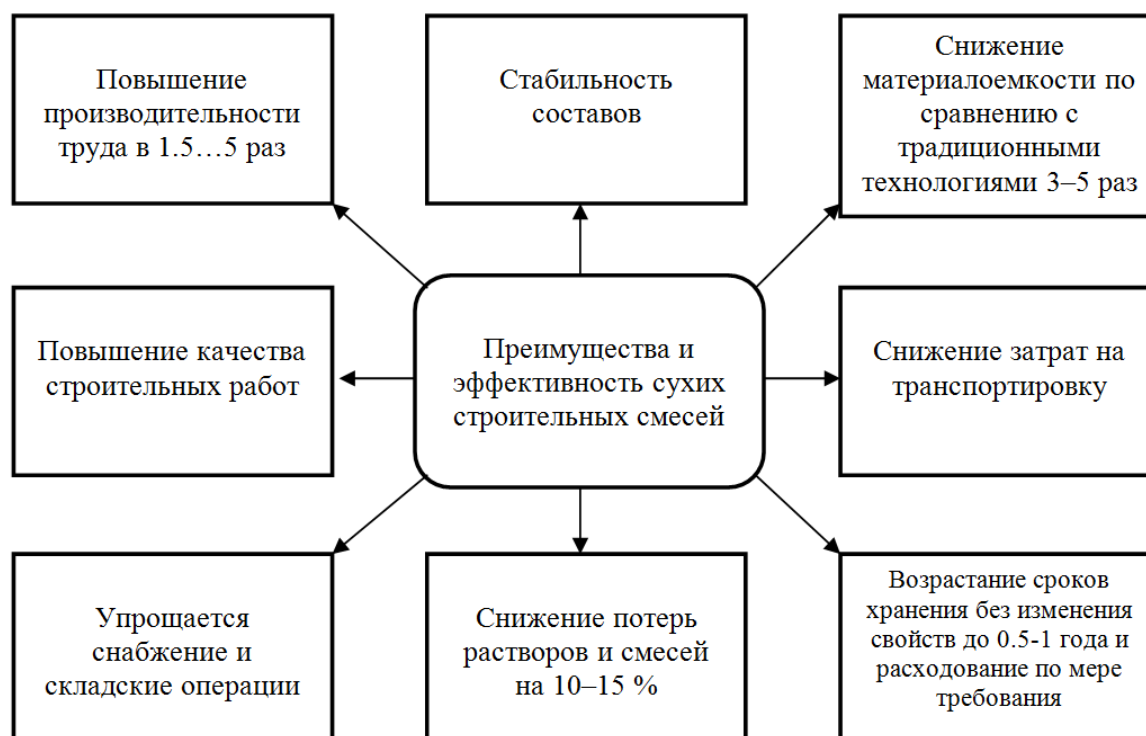


Рис. 1. Преимущества и эффективность использования сухих смесей

Недавнее вступление России во Всемирное торговое общество (2012 г.) вызывает разноречивые мнения и серьезные опасения у специалистов строительного комплекса страны [3–6].

Крупным производителям ССС представляется, что качественная составляющая продуктов многих российских производителей уже достаточно высока, чтобы защищать себя от возможной интервенции со стороны европейских и азиатских производителей (Китай, Ближний Восток). Для остальных компаний – это лишний повод задуматься о новом, качественно новом уровне производства, о возможном выживании в еще более жестких условиях рынка. Для того чтобы выжить необходимо ликвидировать имеющиеся огромные проблемы в строительном комплексе, в том числе и в плане наличия строительных материалов, необходимы новые подходы для создания конкурентной продукции и организации выпуска их с требуемыми свойствами для удовлетворения потребностей строительного комплекса.

Анализ основных проблем строительного комплекса России показывает, что вступление нашей страны в ВТО будет способствовать развитию инновационных процессов в отрасли применения современных технологий и материалов (рис. 2).

По мнению крупных производителей ССС, этот шаг серьезно не отразится на развитии от-

расли. Им представляется, что качественная составляющая продуктов многих российских производителей уже достаточно высока, чтобы защитить себя от возможной интервенции со стороны европейских и азиатских производителей [7]. По истечении года присутствия России в ВТО, даже при некотором ослаблении тарифной защиты, экономическая ситуация в России остается достаточно стабильной [8].

Для строительного комплекса вступление в ВТО – скорее благо, чем угроза: строителям придется научиться конкурировать со своими иностранными коллегами, что будет способствовать развитию инновационных процессов в отрасли и стимулировать применение современных технологий и материалов [5]. В настоящее время в Западной Европе и США сертифицировано по стандартам ИСО 9001-2008 более 80 % компаний, в Китае число таких предприятий достигло 40 %. Именно эти компании могут вытеснить наших производителей с их места на рынке. Вот в связи с этим необходимо разрабатывать отечественные эффективные материалы на основе новых теоретических подходов к их разработке и отвечающих высоким требованиям по качеству продукции и соответствующих европейским образцам.

Плюсом вступления России в ВТО для строительной отрасли в первую очередь является рост конкуренции на рынке. Строителей этот

шаг подтолкнет к повышению производительности труда. Заставит подтянуть дисциплину на своих предприятиях, сократить сроки строительства и использовать новейшие материалы и технологии, снизить использование ручного труда, уменьшить энергозатраты, повысить эф-

фективность производственного процесса, и, конечно же, усилить управленческую команду. Минусы в том, что некоторые строительные организации могут не выдержать конкуренции с более сильными участниками рынка.



Рис. 2. Преимущества строительного комплекса РФ от вступления в ВТО

Но прежде необходимо решить глубочайшие проблемы российской стройки - это устаревшая база нормативной технической документации, дефицит квалифицированных кадров, административные барьеры, препятствующие развитию строительства – старые технологии строительства.

Российский строительный комплекс должен обеспечиваться российскими же строительными материалами. В целом, вступление в ВТО – позитивный для страны процесс, он означает, что мы движемся по пути развитых европейских государств [6].

Присоединение Российского строительного комплекса к ВТО должно способствовать развитию инновационных процессов в отрасли применения современных технологий и материалов, а для этого необходимы обоснованные теоретические основы и специфические подходы для разработки отечественных материалов на местных материалов, в частности ССС различного функционального назначения.

Использование ССС в строительстве позволяет повысить производительность труда в 1,5-5 раз, снизить материалоемкость (снижение

потерь на доставках, при производстве работ – в 3–10 раз), повысить качество и долговечность выполненных строительных работ (рис. 1). Именно с этим связаны столь широкое применение ССС в развитых странах и высочайшие темпы роста их использования в РФ. Так темпы ежегодного прироста выпуска модифицированных ССС в РФ составляют около 50 % в объемном выражении, для районов же, не входящих в группу депрессивных, эти темпы еще выше. На данный момент годовое потребление ССС в РФ в пересчете на душу населения составляет 9–10 кг, тогда как в странах ЕС этот показатель превышает 30 кг/чел., а в отдельных странах ЕС - свыше 80 кг/чел. [9].

Сухие строительные смеси - это высокоэффективный строительный материал, обеспечивающий надежность, качество и эффективность. Длительный срок службы и неизменность свойств растворов, приготовленных на основе ССС, являются одними из главных факторов, которые обеспечивают низкие эксплуатационные расходы на содержание зданий. Эти качества также имеют положительное влияние на снижение затрат для застройщика. Вторым ас-

пектом является постоянно высокое качество ССС, которое обеспечивает требуемую подвижность раствора, способствуя улучшению результатов строительных работ. Третьим аспектом является эффективность ССС, которые позволяют оптимально использовать получаемые строительные материалы, поддерживая очень высокий уровень производительности,

что, в свою очередь, сокращает сроки строительства и его стоимость.

В современных условиях следует выделить ряд факторов, оказывающих существенное влияние на развитие производства ССС: ускоряющих и тормозящих развитие их производства (рис. 3).

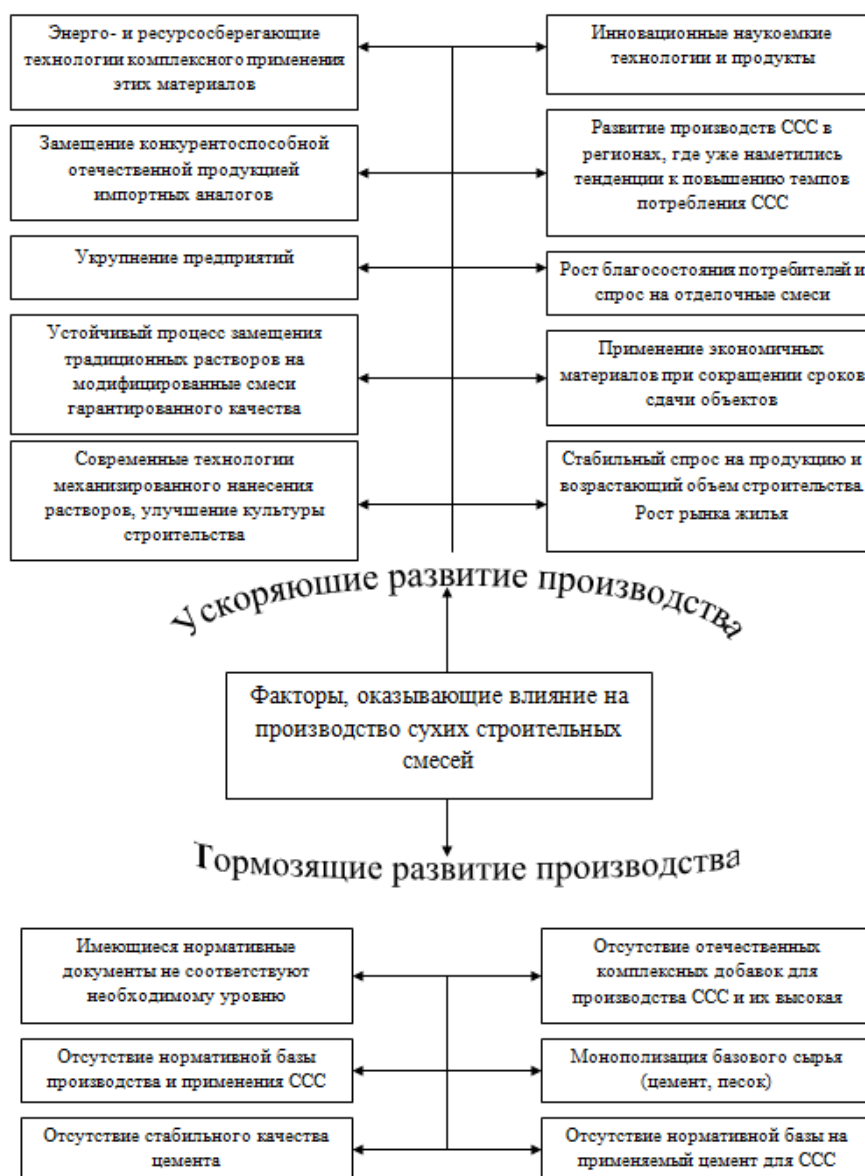


Рис. 3. Факторы, оказывающие влияние на развитие производства сухих строительных смесей

Рассматривая тенденцию развития производства ССС, следует выделить два основных фактора, тормозящих и ускоряющих развитие их производства (рис. 3). К тормозящим факторам, оказывающим значительное влияние на замедленное развитие производства ССС, можно отнести, прежде всего, отсутствие нормативной базы производства и применения ССС. К сожалению, имеющиеся нормативные документы, как правило, не соответствуют требуемому

уровню, а зарубежные не адаптированы к нашим условиям.

Портландцемент, используемый для производства ССС, выпускаемый отечественными производителями не стабилен по качеству, что отражается на качестве конечного продукта и его долговечности. Кроме того, отсутствует нормативная база на цементы для производства ССС.

Основной дорогостоящий компонент ССС - многофункциональные химические добавки,

необходимые для приготовления ССС, ввозятся из-за рубежа, в связи с отсутствием налаженного производства аналогичных отечественных, а также в связи с монополизацией на рынке базового сырья (цемент, песок).

При возрастающих объемах строительства в стране доминируют факторы, ускоряющие развитие ССС. Устойчивый плавный рост развития производства ССС в РФ в среднесрочной перспективе будет обеспечен ростом благосостояния потребителей и развитием производств ССС в регионах, где уже сейчас наметились тенденции к повышению темпов роста потребления ССС. На данный момент основной фактор конкурентоспособности отечественных ССС – цена – теряет свою актуальность из-за роста цен на ресурсы и необходимую в современных условиях модернизацию производства. Производители вынуждены сконцентрировать усилия на выпуске продукции более высокого качества и широкого ассортимента, привлекая дополнительные капиталы и более высококвалифицированный управленческий, научный и производственный персонал, что не может не повлиять на перераспределение сил на рынке. Мелкие производители будут либо погибать, либо объединяться в крупные компании. В настоящее время отмечается устойчивый процесс замещения не модифицированных смесей на более сложные и качественные. Продолжается снижение интереса к импортным смесям за счет использования продукции отечественных производителей. При современных методах строительства широко внедряются методы машинного нанесения растворов на основе ССС.

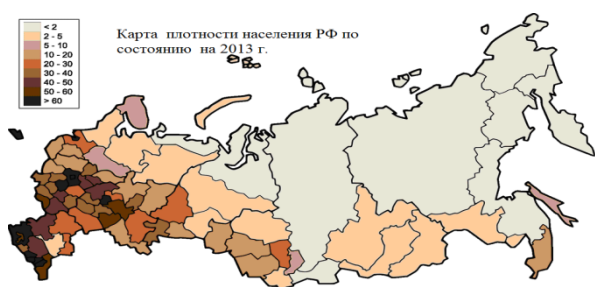


Рис. 4. Карта плотности населения РФ по состоянию на 2013 г.

Положительным моментом, вызывающим рост потребительского спроса на ССС, являются их высокие эксплуатационные и технологические показатели, дающие несомненное преимущество при применении данного вида продукции.

Объективным показателем уровня выпуска ССС является их использование на душу населения. В настоящее время (2016 г.) по разным источникам, в России этот показатель составляет от 6 до 10 кг сухих смесей на человека в год, а потребление в отдельных регионах страны превышает 20 кг. Это свидетельствует как о потенциальной емкости строительного рынка, так и о значительной доли импортной продукции на отечественном рынке. В частности, потенциальный объем рынка в Южном Федеральном округе составляет от 60 до 300 тыс. т. в год, при этом суммарная мощность производителей ССС в регионе существенно ниже. Это естественно, так как отечественное производство ССС стало развиваться только последние десятилетия.

Средняя плотность населения в РФ составляет 8,4 человека (статистика за 2011 г.) на квадратный километр. Но по регионам эта величина резко отличается, так, в Эвенкийском районе плотность населения равна 0,02 человека на квадратный километр, в Московской области с Москвой плотность населения определяется числом 398 на квадратный километр, а в Москве составляет просто фантастическую величину – 10500 жителей на квадратный километр. Наглядное отображение реального распределения населения по России, для каждой области представлено на карте (рис. 4).

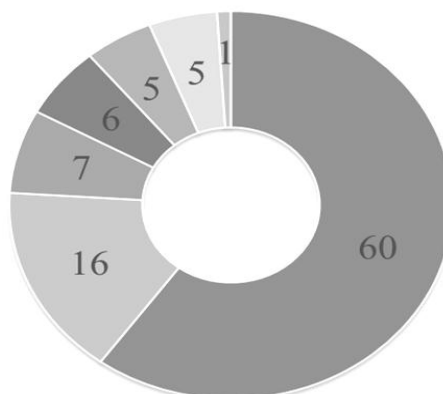


Рис. 5. Структура производства сухих строительных смесей по федеральным округам:

1 – Центральный – 60 %; 2 – Северо-Западный – 16 %; 3 – Уральский – 7 %; 4 – Сибирский – 6 %; 5 – Приволжский – 5 %; 6 – Южный и Северо-Кавказский – 5 %; 7 – Дальневосточный – 1 %

Структура производства ССС по федеральным округам РФ, представленная на рисунке 5 и карта федеральных округов РФ (рис. 6) свидетельствует о далеко неравномерном распределении производства этого материала по стране; так лидерами по производству ССС являются Центральный и Северо-Западный округа, выпускающие соответственно 60 и 16 % от всего объема ССС, производимых в России.

Анализ размещения производств ССС по территории России свидетельствует, что на основной части нашей страны ССС не произво-

дятся, а, следовательно, при строительстве объектов, строители либо завозят этот эффективный строительный материал, затрачивая огромные средства на транспортировку, либо используют в строительстве устаревшие технологии, которые не могут обеспечить качества строительных работ в соответствии с современными требованиями, удовлетворяющими требованиям ЕС.

Настоящее состояние, сложившееся в строительной отрасли по выпуску ССС является недопустимым.



Рис. 6. Карта федеральных округов России:

1 – Центральный; 2 – Южный и Северо-Кавказский; 3 – Северо-Западный; 4 – Дальневосточный; 5 – Сибирский; 6 – Уральский; 7 – Приволжский

Необходимо повсеместно, особенно в районах Уральского, Сибирского, Приволжского, Южного, Северо-Кавказского и Дальневосточного федеральных округов организовать и наладить выпуск этого современного эффективного материала, для этого в этих регионах страны имеются все предпосылки для организации производства, включая наличие местных

сырьевых материалов в достаточных количествах.

Анализируя рынок ССС России следует отметить, что в настоящее время лидируют производители предприятий Кнауф, Юнис, Старатели, Волма, которые прочно утвердились и удерживают свои позиции за счет выпуска продукции стабильного качества (рис. 7).

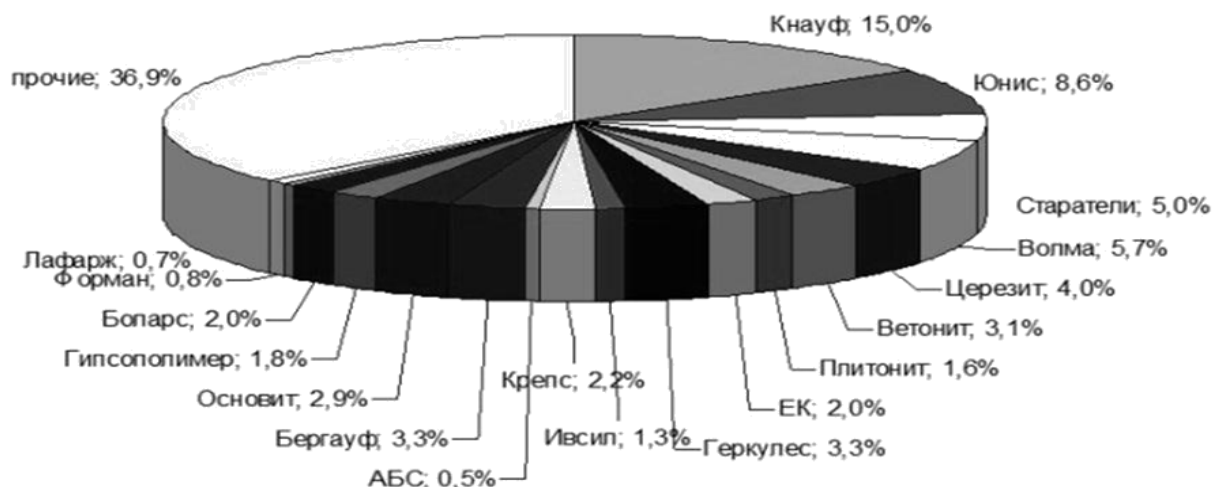


Рис. 7. Основные производители сухих строительных смесей России и их доли рынка в натуральном выражении (по данным 2012 г.)

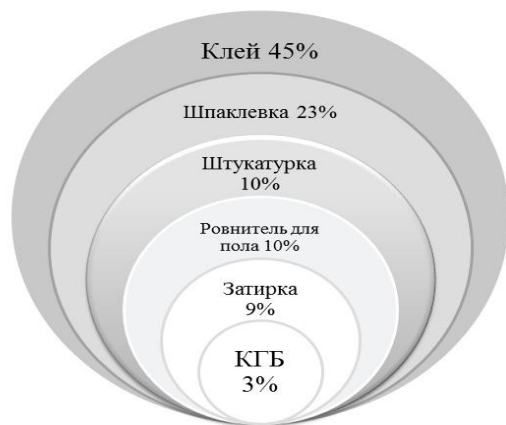


Рис. 8. Соотношение объемов реализации сухих строительных смесей различных торговых марок (по состоянию на июль 2013г.)

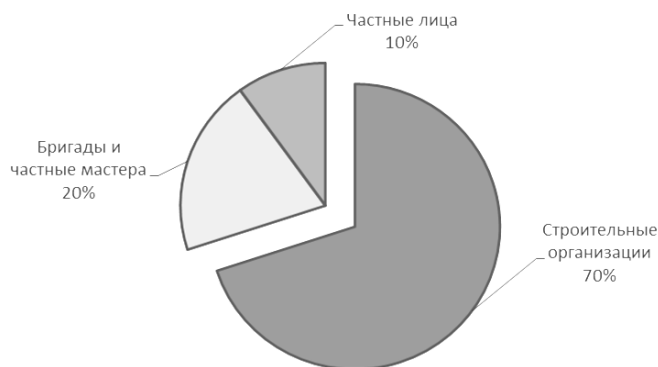


Рис. 9. Распределение сухих строительных смесей среди потребителей

При возрастающих объемах производства (рис. 8) наибольшую долю среди ССС занимают цементные клеи, в последние годы популярность приобретают затирки для швов, полимерные шпаклевки и ровнители для пола на гипсовой основе.

При строительстве промышленных зданий и сооружений предъявляются особые требования к прочности и гладкости готовой поверхности. Здесь на первый план выходят цементные и полимерные смеси.

Потребление ССС распределяется следующим образом (рис. 9), что свидетельствует о широком использовании этого эффективного материала строительными организациями. Разумеется, в каждой отрасли строительства предъявляются определенные требования к применяемым ССС. В индивидуальном жилищном строительстве и при возведении зданий общественного назначения в большинстве случаев используются гипсовые ССС, потому что они более легкие, экономичные и экологически чистые.

В последние годы, в связи с ужесточением требований по теплозащите зданий в России возникла острая необходимость в теплозащитных материалах. «В соответствии с государственной программой «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности» мы должны к 2016 г. постараться снизить расходы тепловой энергии на 30 %, а к 2020 г. - на 40 %, однако, чтобы добиться этого, нужно активнее использовать современные строительные материалы. Низкая энергоэффективность — большая проблема и для жилых, и для производственных зданий. Очень часто мы отапливаем улицу, платим за это из собственного кармана. В России на 1 тыс. кв. м расходуется практически 20т нефтяного эквивалента, а в других странах с со-

поставимым климатом типа Норвегии, Дании, Финляндии, Швеции этот показатель в 2 раза меньше. Это тот индикатор, к которому мы должны стремиться. В России отмечается низкий уровень современных теплоизоляционных материалов, наиболее часто используемым является минеральная вата. При реализации программ энергоэффективности в сфере строительства и ЖКХ необходимо по максимуму применять отечественные материалы. В этом заинтересованы руководители регионов и компаний, причем, конечно, речь идет не столько о традиционных материалах, но и о самых современных. Нужно подумать о тех механизмах, которые бы стимулировали предприятия переходить на производство энергоэффективных видов строительных материалов, и на то, чтобы эти материалы использовались в строительстве» заявил премьер-министр РФ Дмитрий Медведев на совещании Совета Министров РФ 30.10 2012г. [10].

Президент России Владимир Путин заявил, что доктрина национальной энергетической безопасности России решает целый комплекс задач, включая обеспечение надежных поставок энергоресурсов и инновационного развития топливно-энергетических комплексов, не дискриминационного доступа отечественных экспортеров на внешние рынки, а также повышения энергоэффективности [10].

Полученный опыт применения теплозащитных навесных фасадов в районах Сибири показал, что они неприемлемы для холодных климатических районах нашей страны [11]. В настоящее время в Сибири набирают популярность штукатурные («мокрые») фасады, так в Новосибирске и Томске фасадная штукатурка постепенно отвоевывает позиции. На то есть свои причины. Одна из основных — застройщики открывают для себя преимущества этой техно-

логии. В сибирской столице устали от эстетического «холода» навесных вентилируемых фасадов, а в Томске сама архитектурная среда старинного города подводит инвесторов к штукатурке. Следует отметить, что и в Омске планируется переход на штукатурные фасады, сохраняющие архитектурное пространство города [12].

В последние годы наметилась устойчивая тенденция роста отечественного рынка недвижимости, обусловленная постоянно повышающимся спросом на жилье, причем как на элитное, так и на квартиры экономического класса, чему способствуют такие развивающиеся финансовые инструменты, как, например, ипотечное кредитование. В свою очередь, наращивание темпов и объемов строительства жилья влечет за собой увеличение объемов производства строительной продукции, в том числе СССР.

Масштабы потребления строительных материалов и в том числе сухих смесей различны, и зависят от масштаба стройки. Так потребление сухих смесей различается на порядки при возведении частного строительства или при создании крупных промышленных зданий. Учитывая высокую востребованность на строительном рынке сухих строительных смесей различного функционального назначения в настоящее время имеется значительное количество научных разработок [13–23], которые готовы к внедрению.

Выводы. Таким образом, производство СССР в России, в ближайшем будущем имеет благоприятные перспективы развития, поскольку возрастающий объем строительства предопределяет повышение спроса на СССР, при этом важным фактором увеличения емкости рынка является замещение конкурентно способной отечественной продукцией импортных аналогов.

**Работа выполнена в рамках договора РФФИ №14-41-08002 «Теоретические основы проектирования и создания интеллектуальных композитов заданными свойствами» и г/б НИР №1978 от 31.01.2014 г. «Повышение эффективности производства энергосберегающих, инвестиционно-привлекательных стеновых и отделочных материалов за счет использования неорганических пластифицирующих систем».*

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. <http://realty.mail.ru>. Обеспеченность жильем
2. Государственная программа "Обеспечение доступным и комфортным жильем и коммунальными услугами граждан Российской Федерации". Распоряжение от 30 ноября 2012 г. № 2227-р подписано Премьер-министром РФ Дмитрием Медведевым.
3. <http://www.cement-online.ru>. Строительный портал, 2006
4. <http://news.mail.ru/economics>. Экономические новости
5. <http://rossouz.ru/index.php/press-tsentr/lenta-novostej/453-chto-zhdet-v-vto-stroitelnyj-kompleks-rossii>. РОССИОЗ. Национальное объединение строителей, 2012
6. <http://www.interfax.ru/realty/realtyinf>.
7. <http://www.cement-online.ru>.
8. <http://news.mail.ru/economics>.
9. <http://alibrant.ru/alibrant/about.htm>. Сухие строительные смеси, 2011
10. <http://top.rbc.ru/economics>. РБК весь мир. Экономика, 2014
11. <http://www.ids55.ru/ais/articles/stroyindustria/776-2012.html>. Издательский дом Сорокиной. Стройиндустрия. Основные тенденции развития рынка сухих строительных смесей, 2012
12. <http://www.omsk-newreview.ru>.
13. Zagorodnuk L.H., Lesovik V.S., Shkarin A.V., Belikov D.A., Kuprina A.A. Creating Effective Insulation Solutions, Taking into Account the Law of Affinity Structures in Construction Materials // World Applied Sciences Journal. 2013. №24 (11): 1496–1502.
14. Лесовик В.С., Чулкова И.Л. Управление структурообразованием строительных композитов. Омск: СибАДИ, 2011. 462 с.
15. Лесовик В.С., Загороднюк Л.Х., Чулкова И.Л. Закон сродства структур в материаловедении // Фундаментальные исследования. 2014. № 3. Ч. 2. С. 267–271.
16. Лесовик В.С., Загороднюк Л.Х., Беликов Д.А., Щекина А.Ю., Куприна А.А. Эффективные сухие смеси для ремонтных и восстановительных работ // Строительные материалы. 2014. №7. С. 82–85.
17. Загороднюк Л.Х., Лесовик В.С., Шамшуров А.В., Беликов Д.А. Композиционные вяжущие на основе органо-минерального модификатора для сухих ремонтных смесей // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2014. № 5. С. 25–31.
18. Загороднюк Л.Х., Лесовик В.С., Беликов Д.А. К проблеме проектирования сухих ремонтных смесей с учетом сродства структур // Вестник Центрального регионального отделения РААСН, Выпуск 18. Москва. 2014. С. 112–119.
19. Загороднюк Л.Х., Лесовик В.С., Гайнутдинов Р. Специфика твердения строительных растворов на основе сухих смесей // Вестник Центрального регионального отделения РААСН. 2014. С. 93–98.

20. Lesovik V.S., Zagorodnuk L.H., Tolmacheva M.M., Smolikov A.A., Shekina A.Y., Shakarina M.H.I. Structure-formation of contact layers of composite materials // Life Science Journal. 2014. 11(12s). С. 948–953.

21. Kuprina A.A., Lesovik V. S., Zagorodnyk L.H., Elistratkin M. Y. Anisotropy of Materials Properties of Natural and Man-Triggered Origin // Research Journal of Applied Sciences. 2014. № 9. С 816–819.

22. Lesovik V.S., Chulkova I.L., Zagordnyuk L. Kh., Volodchenko A.A., Popov D.Y. The Role of the Law of Affinity Structures in the Construction

Material Science by Performance of the Restoration Works // Research Journal of Applied Sciences. 2014. № 9. С. 1100–1105.

23. Загороднюк Л.Х., Лесовик В.С., Чулкова И.Л. Практическая реализация закона сродства структур при реставрации исторических объектов // Научные технологии и инновации: Сб. докл. Международной научно-практич. конференции, посвященная 60-летию БГТУ им. В.Г. Шухова, 2014. Ч.3. С. 242–246.

Zagorodnuk L.H., Gridchin A.M., Lesovik V.S., Volodchenko A.A., Voronov V.V., Kaneva E.V.
TRENDS OF MANUFACTURING OF DRY MIXES IN RUSSIA

A special place among modern materials occupy dry mixes, they have undeniable advantages and high performance, both technically and economically, depends on them architectural expressiveness and urban planning aesthetics, creating comfortable living conditions, the rational use of energy resources and more more. Russia's accession to the World Trade Company is divergent views and serious concerns among professionals of the construction sector of the country. Joining the building complex of the Russian accession to the WTO will certainly affect the development of innovative processes in the industry application of modern technologies and materials. Considering the trend of development of the production of dry building mixtures can distinguish two main factors hindering development and accelerating their production. Production of dry building mixes in Russia in the near future has favorable prospects as the increasing volume of construction determines the increase in demand for CAS, while an important factor in increasing the capacity of the market is the replacement of competitive domestic products imported counterparts.

Key words: the trend of development, the production of dry building mixes, constructive market factors for the production of dry building mixes, energy-efficiency.

Загороднюк Лилия Хасановна, доктор технических наук, профессор кафедры строительного материаловедения, изделий и конструкций.

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

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

E-mail: LHZ47@mail.ru

Гриджин Анатолий Митрофанович, доктор технических наук, профессор.

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

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Лесовик Валерий Станиславович, член-корр. РААСН, доктор технических наук, профессор кафедры строительного материаловедения, изделий и конструкций.

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

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

E-mail: naukavs@mail.ru

Володченко Александр Анатольевич, кандидат технических наук, доцент кафедры строительного материаловедения, изделий и конструкций.

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

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

E-mail: naukavs@mail.ru

Воронов Василий Васильевич, аспирант кафедры строительного материаловедения, изделий и конструкций.

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

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Канева Елена Вячеславовна, аспирант кафедры строительного материаловедения, изделий и конструкций.

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

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

DOI: 10.12737/22644

Низина Т.А., д-р техн. наук, проф.,
Балыков А.С., аспирант

Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва
Макарова Л.В., канд. техн. наук, доц.
Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

ПРИМЕНЕНИЕ МОДЕЛЕЙ «СОСТАВ - СВОЙСТВО» ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СВОЙСТВ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ДИСПЕРСНО-АРМИРОВАННЫХ МЕЛКОЗЕРНИСТЫХ БЕТОНОВ*

nizinata@yandex.ru

В статье приведены результаты использования экспериментально-статистических моделей «модифицирующие добавки, дисперсные волокна – свойство» для исследования физико-механических характеристик модифицированных дисперсно-армированных мелкозернистых бетонов. Показаны преимущества применения моделей данного класса. Приведены графические зависимости, представляющие собой вторичную модель из 7 треугольных диаграмм Гиббса-Розебома, построенных с применением программы Statistica 10.0.1011, фиксируемых в 7 точках несущего треугольника с изолиниями максимумов исследуемых свойств.

Ключевые слова: экспериментально-статистическая модель «модифицирующие добавки, дисперсные волокна – свойство», план эксперимента, коэффициенты полиномиального уравнения, треугольная диаграмма Гиббса-Розебома, дисперсно-армированный мелкозернистый бетон.

Введение. При разработке композиционных строительных материалов с требуемым комплексом свойств на основе методов планирования эксперимента требуется получить количественные соотношения между показателями качества материала, параметрами его структуры, рецептурно-технологическими и эксплуатационными факторами [1–7]. Решение данных задач осуществляется, как правило, с помощью полу-

чаемых по экспериментальным данным моделей разных типов, среди которых наиболее широко используются многофакторные полиномиальные модели [1, 8], в частности класс регрессионных моделей, эквивалентных разложению функции $Y(x_1, x_2, \dots, x_k) = Y(\vec{x})$ в ряд Тейлора [8, 9] – полиномы степени m от k взаимонезависимых переменных:

$$\hat{Y} = b_0 + \sum_{i=1}^k b_i \cdot x_i + \sum_{i \neq j} b_{ij} \cdot x_i \cdot x_j + \sum_{i=1}^k b_{ii} \cdot x_i^2 + \dots + \sum_{i=1}^k b_{ii} \cdot x_i^m. \quad (1)$$

Преимущества использования полиномиальных моделей класса (1) и основанных на них методов планирования эксперимента на гиперкубе в рецептурно-технологических исследованиях очевидны. Однако с их помощью решить задачи анализа и оптимизации свойств строительных материалов, например, мелкозернистых фибробетонов под влиянием дисперсного армирования и модифицирующих добавок как мно-

гокомпонентных систем невозможно в тех случаях, когда нужно охватить областью эксперимента весь диапазон содержания определенного вида фибры или модификатора (от 0 до 100 %). Это обусловлено тем, что все способы описания рецептуры q -компонентной системы [8, 10] вытекают из уравнения её материального баланса, имеющего в правой части константу G_Σ :

$$G_1 + G_2 + \dots + G_i + \dots + G_q = \sum_{i=1}^q G_i = G_\Sigma = const. \quad (2)$$

Равенство (2) линейно связывает все рецептурные факторы: любое изменение содержания любого компонента системы влечет за собой изменение содержания хотя бы одного другого.

$$v_1 + v_2 + \dots + v_i + \dots + v_q = 1. \quad (3)$$

Использование полиномиальных моделей (1) для описания q -компонентной системы возможно при определенных вариантах записи варьируемых факторов и представляет некоторые сложности, что в конечном итоге сказывается на качестве исследования многокомпонентных систем. Поэтому для их описания в работе [8]

Разделив обе части (2) на G_Σ , состав запишется в виде долей (в частности, массовых) каждого компонента $0 \leq v_i \leq 1$:

предлагается применять иные чем (1) классы экспериментально-статистических моделей и приемов планирования эксперимента.

Методология. В физической химии, в металлостроении и других химико-технологических науках в качестве стандартных инструментов исследований широко применяются симплексы

(выпуклые многогранники, не имеющие диагональных сечений): прямая, треугольник, тетраэдр, пентагон и др. [8, 11]. Для наглядного представления изменения исследуемых характеристик материалов при варьировании в составах трех факторов предпочтительным является использование правильного треугольника как базы трехкомпонентных диаграмм, позволяющего выразить точно, графическим путем, не только качественно, но и количественно взаимные отношения и свойства, не зная в большинстве случаев алгебраического уравнения функции, определяющей соотношения между составом и свойствами однородного тела. Наглядность треугольника послужила основанием для выбора его Гиббсом (по соотношению отрезков) и Розебомом (по соотношению высот) в качестве поля для отображения отношений связей между трехкомпонентным составом и термодинамическими константами вещества.

Т.В. Ляшенко был предложен [8] существенно новый подход, заключающийся в разработке специального класса полиномиальных моделей для описания систем «смесь I, смесь II, технология – свойства», дающего возможность перехода от раздельного анализа диаграмм «химико-минералогический состав – свойство» и «зерновой состав – свойство» наполненных полимерных композиций к объединенному. Данная методика учитывала как физические особенности композитов, так и опыт моделирования систем «технология – свойства» и «состав – свойства». Кроме этого были предложены алгоритмы решения оптимизационных задач в системах с линейно связанными элементами, а

$$\hat{y} = b_{12} \cdot v_1 \cdot v_2 + b_{13} \cdot v_1 \cdot v_3 + b_{23} \cdot v_2 \cdot v_3 + d_{12} \cdot w_1 \cdot w_2 + d_{13} \cdot w_1 \cdot w_3 + d_{23} \cdot w_2 \cdot w_3 + k_{11} \cdot v_1 \cdot w_1 + k_{21} \cdot v_2 \cdot w_1 + k_{31} \cdot v_3 \cdot w_1 + k_{12} \cdot v_1 \cdot w_2 + k_{22} \cdot v_2 \cdot w_2 + k_{32} \cdot v_3 \cdot w_2 + k_{13} \cdot v_1 \cdot w_3 + k_{23} \cdot v_2 \cdot w_3 + k_{33} \cdot v_3 \cdot w_3. \quad (4)$$

Модель (4) является более содержательной и информативной по сравнению с рассматриваемым ранее полиномом (1), благодаря учету в своей структуре ряда физических особенностей объектов моделирования. К основным преимуществам данной модели можно отнести охват полной области составов наполнителя, включая однокомпонентные; четкий физический смысл численных параметров моделей; низкие экспериментальные затраты на их построение по сравнению с моделями того же уровня информативности (например, полиномы Шеффе) и т.д. [8].

Основная часть. В процессе экспериментального исследования изучалось влияние дисперсных волокон и модифицирующих добавок на предел прочности при сжатии (ГОСТ 310.4) и на растяжение при изгибе (ГОСТ 310.4), плот-

также методы и средства отражения результатов моделирования для решения конкретных инженерных задач с использованием полученных моделей.

Системы «смесь I, смесь II, технология – свойства» ($M_I M_{II} TQ$; «mixture, technology, quality») при фиксировании одной или двух групп переменных переходят в системы «смесь I, смесь II – свойства» ($M_I M_{II} Q$) и «смесь (состав) – свойства» (MQ) [8]. Систему $M_I M_{II} Q$ целесообразно и эффективно применять, в том числе для моделирования и исследования свойств модифицированных мелкозернистых фибробетонов при совместном влиянии модифицирующих добавок (смесь I) и дисперсного армирования (смесь II). При этом приведенный ниже полином (4) для описания данной модели представляет собой многочлен второй степени относительно трех линейно связанных факторов v_i , задающих смесь I (модифицирующие добавки), и трех линейно связанных факторов w_i , задающих смесь II (дисперсные волокна), коэффициенты которого имеют четкий физический смысл [8]. Каждый из девяти коэффициентов k_{ij} в модели (4) численно равен величине свойства композита $\hat{y}$, наполненного одной парой основных мононаполнителей (модификатор + фибра); коэффициенты b_{ij} и d_{ij} оценивают нелинейность (синергизм или антагонизм по отношению к данному свойству) влияния смешивания двух модификаторов (b_{ij}) или фибр (d_{ij}):

ность в нормальных влажностных условиях (ГОСТ 12730.1-78) в возрасте 28 суток дисперсно-армированных мелкозернистых бетонов.

При построении полиномиальных моделей физико-механических характеристик использовались данные, полученные в ходе экспериментальных исследований, при планировании которого были учтены результаты исследований, приведенных в работах [12–15] и предварительных экспериментов по определению границ целесообразного применения модифицирующих добавок и фибр.

Серии образцов-призм $40 \times 40 \times 160$ мм изготавливались с использованием портландцемента класса ЦЕМ I 42,5Б производства ОАО «Мордовцемент»; в качестве мелкозернистого заполнителя применялся речной песок с размером зерна менее 5 мм, добываемый в посёлке

Смольный Ичалковского района Республики Мордовии; в качестве пластификатора для обеспечения необходимых реологических свойств – высококачественный суперпластификатор Melflux 1641 F производства BASF Constraction Polymers (Trostberg, Германия), вводимый в количестве 0,5 % от массы вяжущего.

В эксперименте варьировалось 6 рецептурных факторов, образующие две группы:

1) массовые доли модифицирующих добавок ($0 \leq v_i \leq 1$; $\sum v_i = 1$; $i = 1, 2, 3$): v_1 – микрокремнезем конденсированный уплотненный (МКУ-85) производства ОАО «Кузнецкие ферросплавы», МКУ; v_2 – высокоактивный метакраолин белый производства ООО «Мета-Д», ВМК; v_3 – гидроизоляционная добавка в бетонную смесь «Пенетрон Адмикс» производства завода гидроизоляционных материалов «Пенетрон» (г. Екатеринбург), Адмикс;

2) массовые доли дисперсных волокон ($0 \leq w_i \leq 1$; $\sum w_i = 1$; $i = 1, 2, 3$): w_1 – полипропиленовое мультифиламентное волокно с длиной резки 12 мм, диаметром 25÷35 мкм, плотностью 0,91 г/см³, ППН; w_2 – полиакрилонитрильное синтетическое волокно специальной обработки для бетонов FibARM Fiber WB с длиной резки 12 мм, диаметром 14÷31 мкм, плотностью 1,17±0,03 г/см³, ПАН; w_3 – модифицированная астраленами базальтовая микрофибра под фир-

менным названием «Астрофлекс-МБМ» длиной 100÷500 мкм, средним диаметром 8÷10 мкм, насыпной плотностью 800 кг/м³, с содержанием астраленов 0,0001÷0,01 % от массы фибры, МБМ.

Уровни варьирования исследуемых рецептурных факторов в кодированных величинах и их численные значения представлены в таблице 1. Для исследования физико-механических характеристик модифицированных мелкозернистых дисперсно-армированных бетонов был синтезирован насыщенный D-оптимальный план эксперимента [8], содержащий 15 опытных точек.

Технология изготовления дисперсно-армированной бетонной смеси включала несколько этапов. На первом этапе осуществлялось введение и перемешивание в сухом состоянии требуемого количества вяжущего, заполнителя и модифицирующих добавок; на втором – вводились дисперсные волокна с первой порцией воды (В/Ц=0,2); на третьем – производилась корректировка составов водой для получения равноподвижных составов. Данная ступенчатая схема приготовления дисперсно-армированной бетонной смеси позволяет избежать комкования волокон при перемешивании, тем самым позволив максимально использовать преимущества дисперсного армирования цементных композитов.

Таблица 1

Уровни варьирования исследуемых факторов экспериментального исследования

Варьируемые факторы			Уровни варьирования			
			0	0,333	0,5	1
Вид добавки	v_1	МКУ, % от массы цемента	0	6,667	10	20
	v_2	ВМК, % от массы цемента	0	2	3	6
	v_3	Адмикс, % от массы цемента	0	0,5	0,75	1,5
Вид фибры	w_1	ППН, % от массы цемента	0	0,333	0,5	1
	w_2	ПАН, % от массы цемента	0	0,5	0,75	1,5
	w_3	МБМ, % от массы цемента	0	1,667	2,5	5

Прочностные характеристики (предел прочности при сжатии и на растяжение при изгибе) определялись на установке WilleGeotechnik® (модель 13-PD/401) для испытания строительных материалов. Настройка основных параметров и фиксирование полученных экспериментальных результатов осуществлялось с применением программного обеспечения GEOSYS 8.7.8.

Экспериментально-статистические модели зависимости исследуемых физико-механических показателей качества мелкозернистых фибробетонов от его наполнителей, включающих моди-

фицирующие добавки (смесь I) и дисперсные волокна (смесь II) задавались в виде приведенного полинома $M_I M_{II} Q$ «смесь I, смесь II – свойство» вида (4). Выбор используемого плана эксперимента и аппроксимирующего полинома второй степени обусловлен приведенными выше преимуществами данных ЭС-моделей.

По результатам проведенных исследований были получены полиномиальные уравнения отражающих связь между исследуемыми свойствами композитов и содержанием варьируемых факторов:

- предел прочности при сжатии (МПа)

$$\sigma_{\text{сж.}} = 12,65 \cdot v_1 \cdot v_2 - 25,24 \cdot v_1 \cdot v_3 - 2,98 \cdot v_2 \cdot v_3 + 24,16 \cdot w_1 \cdot w_2 + 29,04 \cdot w_1 \cdot w_3 + 11,09 \cdot w_2 \cdot w_3 + 29,17 \cdot v_1 \cdot w_1 + 31,09 \cdot v_2 \cdot w_1 + 36,32 \cdot v_3 \cdot w_1 + 28,21 \cdot v_1 \cdot w_2 + 53,36 \cdot v_2 \cdot w_2 + 40,76 \cdot v_3 \cdot w_2 + 24,12 \cdot v_1 \cdot w_3 + 42,26 \cdot v_2 \cdot w_3 + 38,29 \cdot v_3 \cdot w_3; \quad (5)$$

гибе (МПа)

- предел прочности на растяжение при из-

$$\sigma_{\text{изг.}} = 0,65 \cdot v_1 \cdot v_2 - 3,28 \cdot v_1 \cdot v_3 - 1,02 \cdot v_2 \cdot v_3 + 2,16 \cdot w_1 \cdot w_2 + 1,02 \cdot w_1 \cdot w_3 + 3,03 \cdot w_2 \cdot w_3 + 4,70 \cdot v_1 \cdot w_1 + 3,69 \cdot v_2 \cdot w_1 + 4,73 \cdot v_3 \cdot w_1 + 4,92 \cdot v_1 \cdot w_2 + 5,88 \cdot v_2 \cdot w_2 + 4,82 \cdot v_3 \cdot w_2 + 3,68 \cdot v_1 \cdot w_3 + 5,59 \cdot v_2 \cdot w_3 + 5,13 \cdot v_3 \cdot w_3. \quad (6)$$

- плотность в нормальных влажностных условиях (кг/м³)

$$\rho = -240,7 \cdot v_1 \cdot v_2 + 163,4 \cdot v_1 \cdot v_3 + 5,63 \cdot v_2 \cdot v_3 + 1,35 \cdot w_1 \cdot w_2 - 110 \cdot w_1 \cdot w_3 + 179,4 \cdot w_2 \cdot w_3 + 1989,6 \cdot v_1 \cdot w_1 + 2139,5 \cdot v_2 \cdot w_1 + 2124,3 \cdot v_3 \cdot w_1 + 2025,4 \cdot v_1 \cdot w_2 + 2203,9 \cdot v_2 \cdot w_2 + 2237,7 \cdot v_3 \cdot w_2 + 2006,5 \cdot v_1 \cdot w_3 + 2147,3 \cdot v_2 \cdot w_3 + 2210,5 \cdot v_3 \cdot w_3. \quad (7)$$

Из модели $\hat{y}(v_1, v_2, v_3; w_1, w_2, w_3)$ ($M_I M_{II} Q$) получаются два вида моделей «смесь I (модифицирующие добавки) – свойство» ($\hat{y}(v_1, v_2, v_3)$; $M_I Q$) и «смесь II (дисперсные волокна) – свойство» ($\hat{y}(w_1, w_2, w_3)$; $M_{II} Q$) при фиксировании соответствующей группы рецептурных факто-

ров. При этом для каждой исследуемой физико-механической характеристики и каждого вида моделей построено по 7 треугольных диаграмм Гиббса-Розебома в виде двумерных карт линий уровня (рис. 1, 2) с использованием программы Statistica 10.0.1011.

Таблица 2

Планы экспериментального исследования максимумов свойств

№ со- става	Варьируемые факторы в кодированных величинах					
	Вид добавки			Вид фибры (волокна)		
	v_1 (МКУ)	v_2 (ВМК)	v_3 (Адмикс)	w_1 (ППН)	w_2 (ПАН)	w_3 (МБМ)
1	1	0	0	1	0	0
2	0	1	0	0	1	0
3	0	0	1	0	0	1
4	0,5	0,5	0	0,5	0,5	0
5	0,5	0	0,5	0,5	0	0,5
6	0	0,5	0,5	0	0,5	0,5
7	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333

Для дальнейшего анализа влияния наполнителей на свойства цементных композитов вводился обобщающий показатель – числовая характеристика поля свойства в виде абсолютного значения исследуемого показателя, соответствующего её максимуму $\hat{y}_{\text{max}}$. Для этого были синтезированы 2 плана эксперимента, содержащий по 7 точек каждый (таблица 2), уровни варьирования рецептурных факторов представле-

$$\hat{y}_{\text{max}} = b_1 \cdot v_1 + b_2 \cdot v_2 + b_3 \cdot v_3 + d_{12} \cdot v_1 \cdot v_2 + d_{13} \cdot v_1 \cdot v_3 + d_{23} \cdot v_2 \cdot v_3 + k_{123} \cdot v_1 \cdot v_2 \cdot v_3; \quad (8)$$

$$\hat{y}_{\text{max}} = b_1 \cdot w_1 + b_2 \cdot w_2 + b_3 \cdot w_3 + d_{12} \cdot w_1 \cdot w_2 + d_{13} \cdot w_1 \cdot w_3 + d_{23} \cdot w_2 \cdot w_3 + k_{123} \cdot w_1 \cdot w_2 \cdot w_3. \quad (9)$$

Используя коэффициенты полиномиальных уравнений (8) и (9), приведенные в таблице 3, были построены по 2 треугольные диаграммы Гиббса-Розебома для каждой исследуемой ха-

рактеристики, отображающие соответствующие системы $\hat{y}_{\text{max}}(v_1, v_2, v_3)$ и $\hat{y}_{\text{max}}(w_1, w_2, w_3)$.

Таблица 3

Числовые значения коэффициентов регрессий (8) и (9)

Члены уравнений регрессии	Числовые значения коэффициентов регрессии для исследуемого свойства композита		
	плотность, кг/м ³	предел прочности на растяжение при изгибе, МПа	предел прочности при сжатии, МПа
v_1 / w_1	2060,8 / 2139,5	5,35 / 4,73	34,73 / 36,32
v_2 / w_2	2220,5 / 2237,7	6,49 / 5,88	53,36 / 53,36
v_3 / w_3	2268,9 / 2210,5	5,73 / 5,59	45,60 / 42,26
$v_1 \cdot v_2 / w_1 \cdot w_2$	-240,7 / -29,03	0,068 / 0,778	3,85 / 13,70
$v_1 \cdot v_3 / w_1 \cdot w_3$	163,4 / -140,4	-3,86 / 0,106	-26,08 / 21,11
$v_2 \cdot v_3 / w_2 \cdot w_3$	5,63 / 179,4	-1,02 / 3,03	-10,94 / 11,09
$v_1 \cdot v_2 \cdot v_3 / w_1 \cdot w_2 \cdot w_3$	0 / 45,57	0,87 / -2,47	13,20 / 8,10

На заключительном этапе эксперимента методами компьютерной графики для каждой исследуемой физико-механической характеристики производился синтез вторичных моделей с целью анализа влияния модифицирующих добавок (v_i) и дисперсных волокон (w_i) на обобщающий показатель $\hat{y}_{\max}$, отражающий соответственно роль дисперсного армирования (w_i) и модифицирования активными минеральными добавками (v_i). Для отображения изменяющихся трехкомпонентных диаграмм «модифицирующие добавки – свойство» и «дисперсные волокна – свойство» целесообразно использовать [5] их дискретный набор на соответствующих

треугольниках «дисперсные волокна – максимум свойства» и «модифицирующие добавки – максимум свойства», при этом вторичные модели $\hat{y}_{\max(w)}(v)$ и $\hat{y}_{\max(v)}(w)$ отображаются в виде треугольника, «скользящего» по несущему треугольнику и фиксируемого в семи точках-центроидах (3 угла + 3 середины сторон + центр тяжести). Примеры получаемых графических моделей, описывающих изменение предела прочности при сжатии дисперсно-армированных мелкозернистых бетонов на треугольниках «дисперсные добавки – максимум свойства» и «модифицирующие добавки – максимум свойства» приведены, соответственно, на рис. 1.

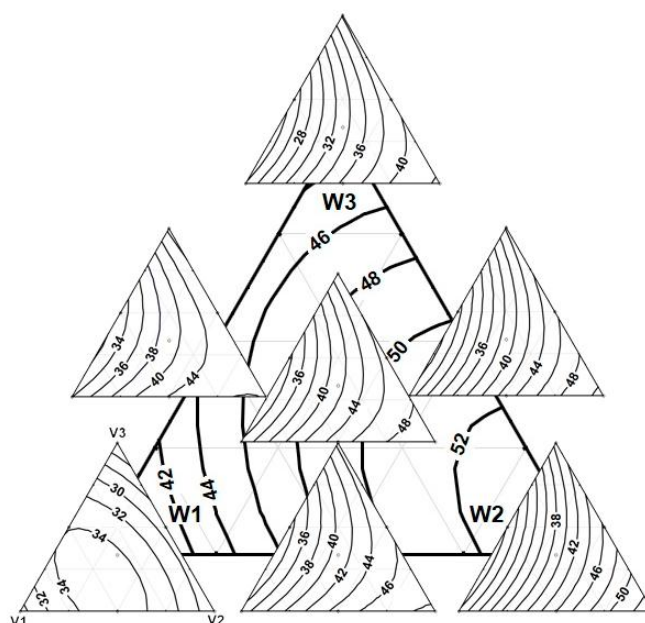


Рис. 1. Диаграммы «модифицирующие добавки – свойство» и изолинии максимальных значений предела прочности при сжатии цементных дисперсно-армированных мелкозернистых бетонов на треугольнике «дисперсные волокна – максимум свойства» (МПа)

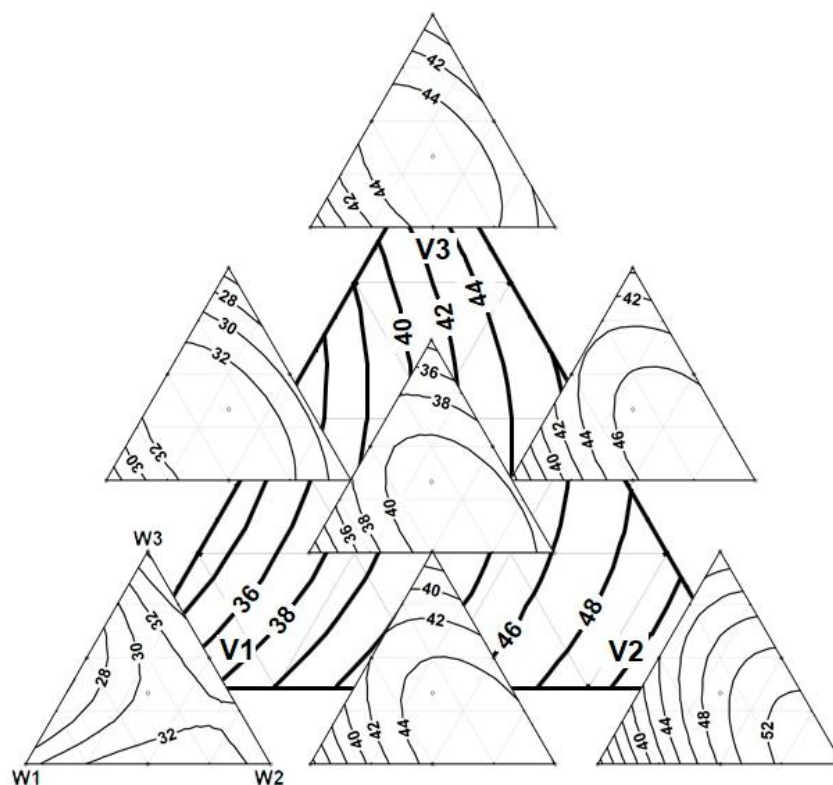


Рис. 2. Диаграммы «дисперсные волокна – свойство» и изолинии максимальных значений предела прочности при сжатии цементных дисперсно-армированных мелкозернистых бетонов на треугольнике «модифицирующие добавки – максимум свойства» (МПа)

Выводы.

Экспериментально-статистические модели вида «смесь I, смесь II – свойство» являются более содержательными по сравнению с аналогами благодаря учету в своей структуре ряда физических особенностей объектов моделирования, а также низкими экспериментальными затратами на их построение по сравнению с моделями того же уровня информативности. Графическое отображение данной системы в виде вторичной модели, представляющей дискретный набор 7 треугольных диаграмм исследуемых свойств от содержания наполнителей на несущем треугольнике с изолиниями обобщающего показателя, позволяет наглядно показать изменение исследуемых свойств дисперсно-армированных модифицированных мелкозернистых бетонов и извлечь максимальные сведения при анализе данной модели.

**Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 16-33-50103.*

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Налимов В.В. Теория эксперимента. М.: Наука, 1971. 207 с.
2. Вознесенский В.А., Ляшенко Т.В. ЭС-модели в компьютерном строительном материаловедении. Одесса: Астропринт, 2006. 116 с.
3. Вознесенский В.А., Ляшенко Т.В., Иванов Я.П., Николов И.И. ЭВМ и оптимизация

композиционных материалов. Киев: Будивельник. 1989. 240 с.

4. Ляшенко Т.В. Области допустимых технологических решений в полном и локальных полях свойств композитов // Вісник Одес. ДАБА. Одеса: Місто майстрів. 2001. Вип. 5. С. 75–80.

5. Вознесенский В.А., Ляшенко Т.В. Методы компьютерного материаловедения и технология бетона // Будівельні конструкції: Міжвід. наук. техн. зб. Киев: НДІБК. 2002. Вип. 56: Сучасні проблеми бетону та його технологій. С. 217–226.

6. Карповский Е.Я., Ляшенко Т.В., Чернецкий А.А. Повышение качества и эффективности исследований при использовании математической теории эксперимента. Киев: Общество «Знание» УССР, 1981. 26 с.

7. Гарькина И.А., Данилов А.М., Королев Е.В., Смирнов Е.В. Преодоление неопределенностей целей в задаче многокритериальной оптимизации на примере разработки сверхтяжелых бетонов для защиты от радиации // Строительные материалы. 2006. № 9. Наука. № 8. С. 23–26.

8. Ляшенко Т.В. Оптимизация наполнителей полиэфирных связующих на основе моделей нового класса: дис. ... канд. техн. наук. Одесса, 1984. 236 с.

9. Налимов В.В., Чернова Н.А. Статистические методы планирования экстремальных экспериментов. М.: Наука, 1965. 340 с.

10. Вознесенский В.А., Выровой В.Н., Керш В.Я. и др. Современные методы оптимизации композиционных материалов. Киев: Будівельник, 1983. 144 с.

11. Коваль С. Оптимизация реологических параметров матрицы самоуплотняющегося бетона с использованием моделей «смесь – технология – свойства» // Вестник НТУ «ХПИ»: Сборник научных трудов. Тематический выпуск «Хімія, хімічна технологія та екологія». Харьков: НТУ «ХПИ», 2011. №59. С. 86–92.

12. Селяев В.П., Низина Т.А., Балбакин А.В. Многофункциональные модификаторы цементных композитов на основе минеральных добавок и поликарбоксилатных пластификаторов // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия:

Строительство и архитектура. Ч. 2. Вып. 31 (50), Волгоград. 2013. С. 156–163.

13. Низина Т.А., Балыков А.С. Построение экспериментально-статистических моделей «состав – свойство» физико-механических характеристик модифицированных дисперсно-армированных мелкозернистых бетонов // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2016. С. 54–66.

14. Низина Т.А., Балыков А.С. Экспериментально-статистические модели свойств модифицированных дисперсно-армированных мелкозернистых бетонов // Инженерно-строительный журнал. 2016. №2. С. 13–25.

15. Низина Т.А., Пономарев А.Н., Балыков А.С. Мелкозернистые дисперсно-армированные бетоны на основе комплексных модифицирующих добавок // Строительные материалы. 2016. №7. С. 68–72.

Nizina T.A., Balykov A.S., Makarova L.V.

APPLICATION OF MODELS «COMPOSITION – PROPERTY» FOR RESEARCH PROPERTIES OF MODIFIED FIBER-REINFORCED FINE-GRAINED CONCRETES

In the article results of use of experimental-statistical models "modifying additives, dispersible fibers – property" for study of physico-mechanical characteristics of modified fiber-reinforced fine-grained concretes are shown. Advantages of application of the models in this class are displayed. 7 triangular Gibbs-Roseboom's diagrams fixed in 7 points of bearing triangle with the isolines of maximums of the investigated properties, built with the use of the program Statistica 10.0.1011, and graphic dependences of its are given.

Key words: *experimental-statistical models «modifying additives, dispersible fibers – property», plan of experiment, coefficient of polynomial equation, triangular Gibbs-Roseboom's diagram, statistical regression analysis, fiber-reinforced fine-grained concrete.*

Низина Татьяна Анатольевна, доктор технических наук, профессор, кафедры строительных конструкций. Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва.
Адрес: Россия, 430005, г. Саранск, ул. Советская, 24.
E-mail: nizinata@yandex.ru

Балыков Артемий Сергеевич, аспирант. Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва.
Адрес: Россия, 430005, г. Саранск, ул. Советская, 24.
E-mail: artbalrun@yandex.ru

Макарова Людмила Викторовна, кандидат технических наук, доцент. Пензенский государственный университет архитектуры и строительства
Адрес: Россия, 430005, г. Пенза, ул. Титова, 28.
E-mail: mak.78_08@inbox.ru

DOI: 10.12737/23011

Лесовик В.С., член-корр. РААСН, д-р техн. наук, проф.,
Загороднюк Л.Х., д-р техн. наук, проф.,
Чернышева Н.В., д-р техн. наук, проф.,
Глаголев Е.С., канд. техн. наук, доц.,
Кучерова А.С., аспирант,
Дребезгова М.Ю., аспирант,
Канева Е.В., аспирант

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

СОВРЕМЕННЫЕ ТРЕХМЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ФАКТОРЫ СДЕРЖИВАЮЩИЕ ИХ

LHZ47@mail.ru

В статье приведены сведения о современных трехмерных технологиях и основных факторах, сдерживающих их развитие. В последние десятилетия появились новые революционные подходы для строительства, в частности трехмерные технологии печати строительных объектов, позволяющие отказаться от традиционной опалубки, что значительно сокращает расходы и позволяет создавать разнообразные архитектурные формы зданий и сооружений. Для развития строительных технологий нового поколения необходимо создание новых эффективных материалов с требуемыми регулируемыми свойствами: быстрыми сроками схватывания, высокими показателями прочности, однородности и прочности сцепления между различными слоями. Применение технологии аддитивного производства для возведения зданий и сооружений позволит существенно сократить затраты за счет снижения расходов материалов и повышения производительности, откроет новые творческие подходы для создания разнообразного архитектурного облика наших городов.

Ключевые слова: трехмерные технологии, аддитивное производство, 3D печать, технологические свойства, укладываемые смеси, экструзия.

Введение. Строительство – отрасль жизнедеятельности, появившаяся, одновременно с самим человеком. Этапы развития технологий строительства растянулись в истории человечества на тысячелетия. Начиная от первого шалаша, состоящего из листьев и деревянных палок и заканчивая капитальным строительством с использованием современных технологий и композиционных материалов, человечество решало проблему создания безопасности и комфортности проживания. Технологии аддитивного строительства – визитная карта XXI века. Аддитивные технологии имеют огромный потенциал в деле снижения энергетических затрат на создание самых разнообразных видов продукции. Несмотря на многие положительные особенности 3D-печати, внедрение данных технологий в России ещё не достигло значительного уровня.

Основная часть. Строительство представляет собой отдельную самостоятельную область экономики, которая предназначена для ввода в действие новых, а также расширения, реконструкцию и техническое переоснащение действующих объектов жилищного и промышленного назначения. Определяющая роль отрасли заключается в создании условий для динамичного развития строительного комплекса страны. Как отрасль материального производства строительство имеет ряд особенностей, отличающих его от других отраслей. Особенности отрасли

объясняются характером его конечной продукции, своеобразными условиями труда, спецификой применяемых технологий, организации производства, управления и материально-технического обеспечения строительства. К общим, присущим всей отрасли, независимо от сооружаемых объектов и их назначения, особенностям следует отнести (рис. 1).

В строительной отрасли отмечается низкая производительность, дефицит квалифицированных специалистов, ограниченность архитектурных возможностей, медленные темпы строительства, высокая себестоимость и недостаточная экологическая безопасность.

В настоящее время появились новые революционные подходы для строительства, в частности, трехмерные технологии печати строительных объектов, позволяющие отказаться от традиционной опалубки, что сокращает расходы до 45 % [1], и создавать разнообразные архитектурные формы зданий, сооружений.

Появление технологии 3D печати или аддитивного производства (от англ. *additivemanufacturing*) не было внезапным и принято считать, что основы были заложены далеко в прошлом. Сущность аддитивного производства – в сложении, в таком способе создания детали сложной формы, когда материал наносится последовательно, как правило, слой за слоем, поэтому расходуется его столько,

сколько необходимо для создания требуемых форм. Процессом управляет компьютер, в чьей памяти заложена трехмерная модель будущей детали, нарезанная на тонкие слои-сечения. Устройство, подающее материал движется по траекториям, заданным компьютером, слой за слоем, конструируя будущее изделие. Предпо-

лагается, что готовая деталь не нуждается в традиционной механической обработке. Аддитивное производство – это еще один способ изготовления деталей и предметов из разных материалов наряду с литьем, прокатом, штамповкой и резкой.



Рис.1. Особенности строительной отрасли

Ничто не возникает на пустом месте, во всех направлениях науки и техники имеются предшественники. И хотя на протяжении последних 20 лет аддитивные технологии рассматриваются как нечто новое, их история насчитывает 150 лет, уходя корнями в такие области, как картография и фотоскульптура. Именно в этих областях деятельности впервые придумали разделить исходную модель на слои или фрагменты, а затем с их помощью воссоздать цельный объемный объект.

В 1984 году Чарльз Халл запатентовал технологию и основал компанию 3D Systems, которая в 1986 году начала промышленное использование стереолитографии.

После изобретения принципа и его первого успешного практического использования события всегда развиваются по нарастающей. В 1985 году появляется технология ламинирования LOM (Laminated Object Manufacturing), в 1986 году – технология послойного наплавления FDM (Fused Deposition Modeling). Уже в 1990-х аддитивные технологии с использованием нагрева лазерным и электронным лучом для получения металлических объектов стали частью мирового производственного ландшафта.

Поначалу технологии создания трехмерных объектов называли «быстрым прототипированием». В 1995 году студенты Массачусетского технологического института предложили термин «3D-Printing». Из этого названия следует, что 3D-печать лишь часть большой группы технологий, используемых в аддитивном производстве.

Уровень развития приближенный к настоящему был заложен сравнительно недавно, в 80-90 года прошлого столетия, причём в зарубежных странах. Уже сейчас наблюдается заметный прогресс перехода от индивидуального процесса 3D печати предметов к производству в больших масштабах на предприятиях развитых стран [2–8].

Заслуживают внимания работы, проводимые в Дрезденском техническом университете по созданию технологии трехмерной печати для монолитного бетонного строительства [1].

В настоящее время в России начали развивать современные технологии 3D печати. Вопрос о её внедрении в нашей стране является весьма актуальным и целесообразным. Следует отметить следующие преимущества аддитивного промышленного производства (рис. 2).

Доля России на мировом рынке промышленного применения АМ-технологии в 2014 г. составила всего 1,4 % [3]. Большинство специалистов в области инновационных технологий отмечают, слабое развитие АМ-технологии в России. Отдельные ведущие отечественные предприятия авиационной, автомобильной промышленности, энергетики и предприятия Росатома и многие другие уже имеют опыт практического использования 3D печати в различных отраслях промышленности, однако широкого распространения эти технологии пока не полу-

чили. Можно сказать, однако, что наблюдается большой интерес со стороны различных организаций и предприятий. Так, работы по освоению аддитивных технологий активно развиваются Минпромторгом России, Минобрнауки России, Роскосмосом, Государственной корпорацией «Ростех», Госкорпорацией «Росатом», ОАО «Объединенная авиастроительная корпорация», ОАО «Объединенная двигателестроительная корпорация», научными организациями ФАНО России [2].

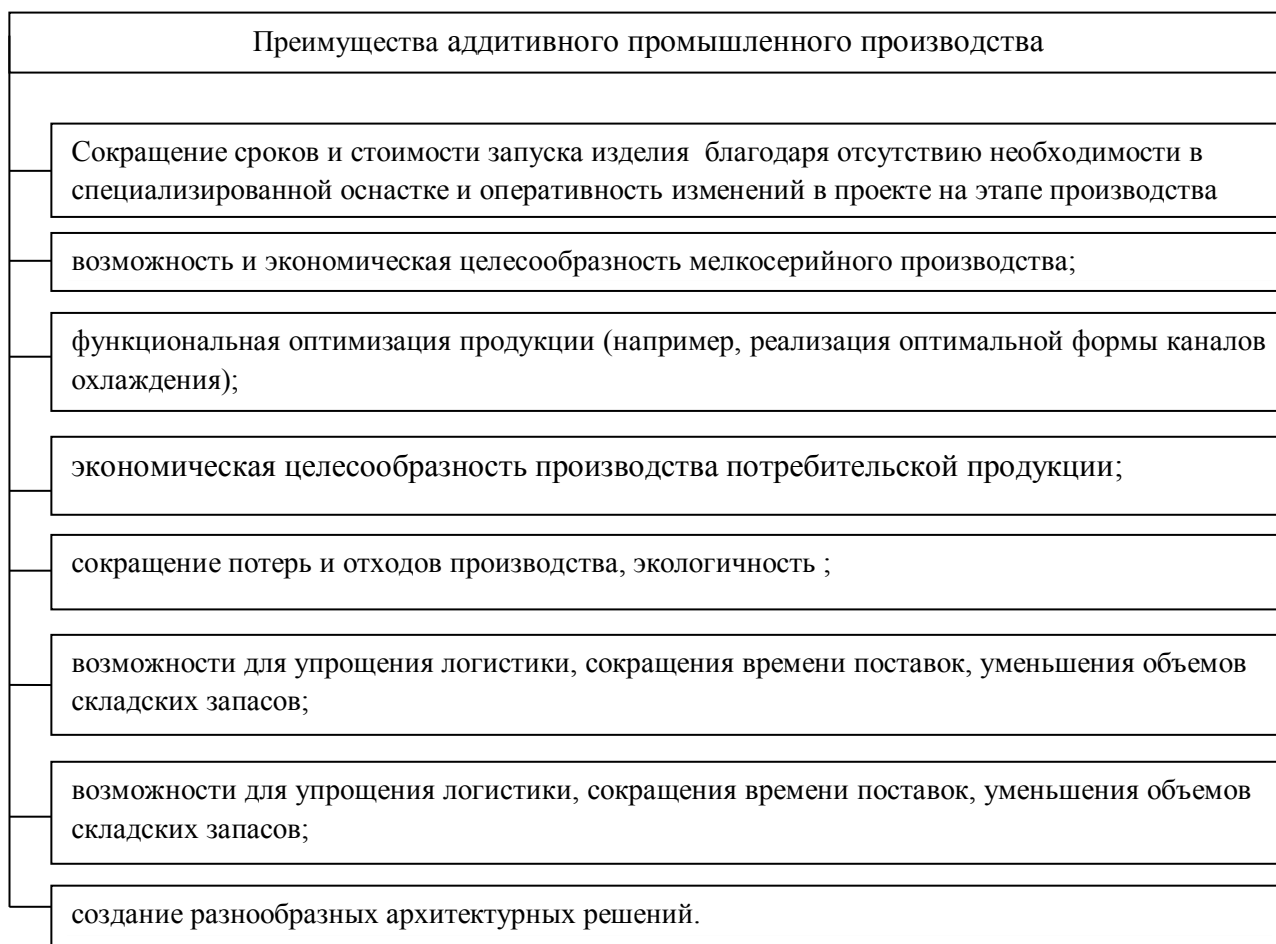


Рис. 2. Преимущества аддитивного промышленного производства

Новый малоформатный 3D принтер запущен в серийное производство в Ярославле [9]. Особенность принтера в том, что он смонтирован на базе штатного прицепа (штатная грузоподъемность прицепа – 750 кг) к легковому автомобилю, что позволяет оперативно доставить его к месту печати, быстро установить и подготовить к работе. Загрузку и разгрузку принтера легко может сделать один человек при помощи лебёдки, входящей в комплектацию прицепа. Малоформатный принтер S-2020 предназначен для печати бетоном малых форм и

элементов беседок, всевозможных ландшафтных построек непосредственно на месте.

В настоящий момент главными направлениями развития аддитивных технологий в России являются:

- создание исходных материалов и оборудования для их производства;
- разработка комплексных технологий аддитивного производства изделий;
- формирование сети центров коллективного пользования, в том числе для проведения испытаний, сертификации и стандартизации материалов и изделий аддитивного производства.

Наряду с прикладными задачами, в развитии аддитивного производства заметное место должны занять следующие направления фундаментальных и поисковых научных исследований (рис. 3).

Одной из проблем в российской промышленности является то, что в силу известных ограничений лучшие образцы зарубежного оборудования не всегда доступны, а те, что предлагаются к приобретению, в ряде случаев отличаются недостаточной производительностью и не имеют потребных характеристик. Так, шведская установка Agsam A2 является одним из лучших решений в классе аддитивных технологий для аэрокосмической продукции, однако размеры изготовленных деталей ограничены в силу её

конструкции. Другой проблемой промышленного российского производства при внедрении технологии AD является недостаточная обеспеченность ресурсами соответствующего качества. В частности, как отмечалось на конференции во Всероссийском научно-исследовательском институте авиационных материалов (ВИАМ) существует необходимость в разработке технологий производства порошков требуемых размеров и состава, их последующей сертификации. Сегодня решение этой проблемы находится в начальной стадии. Кроме того, отмечается необходимость учитывать и проблемы хранения порошков, например при их транспортировке, в результате которой может возникать их деформация: комкование [2].



Рис. 3. Основные направления фундаментальных и поисковых научных исследований

Технология трехмерной печати предусматривает тесную совместную работу машины и материала. В связи с этим необходимо иметь оборудование, отвечающее высоким стандартам по способности перекачивать и подавать бетонную смесь с определенной скоростью выгрузки и геометрической точностью, что обеспечивается мощной роботизированной системой для автоматического перемещения форсунки печатающей головки. Для обеспечения надлежащего качества перекачки формуемая смесь должна обладать требуемой текучестью, относительно низкой пластической вязкостью и низким пределом текучести. При этом для обеспечения стабильного процесса послойной печати смесь должна быть менее текучая с более высоким пределом текучести и пластической вязкостью. При данной технологии особую роль отводят «скорости печати», которая должна быть оптимальной, позволяющей ранее напечатанным

слоям набрать начальную прочность и достаточно быстрой для того, чтобы обеспечить надлежащее сцепление между отдельными слоями. Второй важной составной частью технологии является создание материала с требуемыми технологическими показателями: изменение реологических свойств формуемых смесей во времени и в требуемых параметрах для перекачки, подачи и укладки бетонной смеси в изделие с учетом скорости выгрузки и геометрических размеров печатающей головки; обеспечение процессов твердения формуемых смесей в требуемое время.

Для создания стабильного технологического процесса необходимо разработать композиционное вяжущее и подобрать заполнители обеспечивающие необходимые технологические, физико-механические и эксплуатационные свойства затвердевшему композиту. Разработанные укладываемые смеси должны обладать

требуемыми технологическими и физико-механическими свойствами (рис.4).

Строительный 3D-принтер в своей работе использует технологию экструдирования (трехмерная экструзия), при которой каждый новый

слой строительного материала выдавливается из принтера поверх предыдущего слоя по заданной программой контуру, выращивая стены здания практически любой формы из специальных видов бетонных смесей (рис. 5).



Рис. 4. Технологические и физико-механические свойства укладываемых смесей

Поверхность, на которой создается объемное изделие, имеет размеры, задаваемые величиной хода «сопла» 3D-принтера. Толщина слоя, наносимого за один прием, должна быть около 5-8 см. При больших толщинах возможно оплывание слоев. Нанесение последующих слоев бетонной смеси зависит от скорости ее твердения, определяемой температурой воздуха, видом вяжущего, наличием добавок (ускорителей и пластификаторов). То есть, состав бетонов нужно проектировать таким образом, чтобы он

быстро схватывался и не растекался, иначе верхний слой будет разрушать нижний.

Для развития строительных технологий необходимо создание новых эффективных материалов с требуемыми регулируемыми свойствами: быстрыми сроками схватывания, высокими показателями прочности, однородности и прочности сцепления между различными слоями [10–21]. Недостаточная прочность сцепления слоев ведет к низкой структурной устойчивости боковых слоев.



Рис. 5. Возведение стены путем экструдирования из рабочего «сопла» бетонной смеси на ранее выложенный слой

Работы по созданию технологии и оборудования для 3D – аддитивных технологий продолжают во многих странах мира, но ввиду не-

значительного количества исследований и данных к настоящему времени нет единых сформулированных научных подходов к созданию

эффективных композитов для таких технологий. Мало сведений о разработанных составах материалов, удовлетворяющих всем требованиям для их применения в 3D-технологиях. Нет научного обоснования эффективности использования необходимых, доступных, в том числе и новых, природно-сбалансированных сырьевых ресурсов с учетом их генезиса и устойчивости системы «человек – материал – среда обитания».

В настоящее время в БГТУ им. В.Г. Шухова в рамках реализации Программы стратегического развития на 2012–2016 годы активно занимаются разработкой инновационных материалов и композитов для 3D-аддитивных технологий. Особый интерес представляют эффективные композиты нового поколения на основе многокомпонентных систем с микро-, ультра- и нанодисперсными наполнителями в сочетании их с другими добавками.

Для этих целей предлагается быстротвердеющий реакционно-порошковый бетон, армированный стальной или полимерной микрофиброй, особенностью которого является отсутствие крупного заполнителя без потери в соотношении вяжущая/твердая составляющие, а также высокие эксплуатационные характеристики (бетон класса В60 и более). Песчаные бетоны на реакционно-порошковой связке имеют высокий коэффициент конструктивного качества, что дает возможность создавать конструкции с меньшим объемом по сравнению с обычными конструкциями, соответственно с меньшим весом и сниженным расходом материалов [22].

Для быстрого возведения доступного жилья с помощью 3D-технологий могут быть использованы более дешевые мелкозернистый и песчаный виды бетонов, модифицированные органическими добавками, минеральным волокном. В качестве арматуры может быть применена инновационная технология тканых объемно-сетчатых каркасов.

Разработан целый спектр строительных композитов на основе быстротвердеющих водостойких композиционных гипсовых вяжущих (КГВ), модифицированных различными видами минеральных добавок разных генетических типов [23–29].

С целью получения не расслаивающихся бетонных смесей на КГВ для применения при изготовлении густоармированных или тонкостенных строительных изделий и конструкций в технологии послойного синтеза, применяли комплексные химические добавки, включающие замедлители сроков схватывания, супер- и гиперпластификаты, способные обеспечить возможность регулирования и управления структу-

рообразованием в пластичном состоянии и в процессе формирования структурной прочности композитов (увеличить скорость твердения КГВ от 2 до 4 раз): С-3+ЦФ (цитратный фильтрат); СБ-3+ЦФ; лимонная кислота + MELMENTF10; Полипласт СП-1+ЦФ, Полипласт СП-1 + лимонная кислота; UniplastP211 + UniplastSP95, лимонная кислота + SikaPlast 2135.

Высокодисперсные наполнители с удельной поверхностью не менее 500...600 м²/кг, получаемые тонким измельчением техногенного сырья (отходов мокрой магнитной сепарации железистых кварцитов, отсева дробления кварцитопесчаника, бетонного лома и др.) сырьевых материалов природного происхождения (кварцевого песка, опоки, перлита, туфа, мела и др.) способствуют эффективному управлению процессами внутреннего структурообразования композитов, обеспечивая высокое качество изделий на их основе.

Процесс формирования единой гипсоцементной матрицы активизировали за счет зародышеобразователя, в качестве которого выступали тонкомолотые отходы бетонного лома.

Разработаны составы КГВ с микродисперсными минеральными добавками из техногенного сырья, с армирующими волокнами и комплексными химическими добавками повышенной водостойкости и долговечности классов по прочности на сжатие В5–В30, средней плотностью D1000–2100 кг/м³, морозостойкостью F20–F50, K_р=0,65–0,78.

Положительные свойства гипсовых композиционных материалов (невысокая стоимость, экологическая чистота, быстрый набор прочности, хорошие тепло- и звукоизолирующие свойства, отсутствие усадочных деформаций, хорошая термоизоляционная и звукопоглощающая способность, огнестойкость, положительное влияние на здоровье людей путем создания в помещениях благоприятного микроклимата и др.) позволяют сохранять и повышать эксплуатационные качества зданий и комфорт их внутренней среды.

Таким образом, разработка составов строительных композитов, в том числе и порошковых, а также организация их производства для аддитивных технологий позволит:

- обеспечить строительную отрасль промышленности изделиями сложной формы, с высокими эксплуатационными характеристиками;
- исключить технологическую зависимость от зарубежных компаний - поставщиков изделий для отечественного производства;
- снизить себестоимость изготовления изделий сложной формы за счет отказа от дорогостоящих операций механической обработки;

- повысить конкурентоспособность высокотехнологичных изделий на международном и отечественном рынках;

- многократно сократит сроки строительства и др.

У гипсовых композиционных материалов большое будущее. Темпы прироста их производства и применения будут значительно больше, чем у всех остальных строительных материалов и позволит не только улучшить экологическую обстановку, снизить энергоёмкость строительной индустрии, но и создать комфортные условия для существования человека.

Выводы. Аддитивные технологии имеют огромный потенциал в деле снижения энергетических затрат на создание самых разнообразных архитектурных форм и видов продукции, сокращения сроков и стоимости строительства, снижения отходов, упрощения логистики. Несмотря на многие положительные особенности 3D-печати, внедрение данной технологии в России ещё не достигло значительного уровня. Это объясняется наличием понятных проблем, как при создании российских разработок, так и физическими особенностями самой технологии производства. Существует потребность в создании моделей отечественных устройств 3D-печати, в разработке методов контроля и общей системе национальных стандартов. Для развития трехмерных строительных технологий необходимо создание композиционных материалов для обеспечения технологических параметров производственных процессов и физико-механических и эксплуатационных свойств готового продукта. Применение технологии аддитивного производства для возведения зданий и сооружений позволит существенно сократить затраты за счет снижения расходов материалов и повышения производительности, откроет новые творческие подходы для архитектурного облика наших городов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=7285>
2. <http://www.hij.ru>
3. Что такое 3D печать / 3DIndustry, 2013 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.3dindustry.ru/faq/>
4. Зленко М.А., Нагайцев М.В., Довбыш В.М. Аддитивные технологии в машиностроении: пособие для инженеров. М. ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ» 2015. 220 с.
5. Федеральный справочник. Оборонно-промышленный комплекс России. Выпуск 11 [электронный ресурс]. Режим доступа: <http://federalbook.ru/files/OPK/Soderjanie/OPK-11/III/Mihaylov.pdf>
6. Публичный аналитический доклад по развитию новых технологий, октябрь 2014 / ФГБНУ НИИ РИНКЦЭ [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://reestr.extech.ru/docs/analytic/reports/new%20technologies.pdf>
7. <http://3dtoday.ru/blogs/specavia/building-3d-printers-spetsavia/>
8. <http://specavia.pro/>
9. CPI – Международное бетонное производство - №4/ 2016 https://www.cpi-worldwide.com/ru/journals/artikel/46818/ru_04_2016_36_41
10. Zagorodnuk L.H., Lesovik V.S., Shkarin A.V., Belikov D.A., Kuprina A.A. Creating Effective Insulation Solutions, Taking into Account the Law of Affinity Structures in Construction Materials // World Applied Sciences Journal. 2013. №24 (11). С. 1496–1502.
11. Лесовик В.С. Техногенный метасоматоз в строительном материаловедении // Международный сборник научных трудов Строительные материалы-4С. Новосибирск. 2015. С. 26–30
12. Lesovik V.S. Geonics. Subject and objectives. Belgorod: BSTU, 2012. 100 с.
13. Загороднюк Л.Х., Лесовик В.С., Шамшуров А.В., Беликов Д.А. Композиционные вяжущие на основе органо-минерального модификатора для сухих ремонтных смесей // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2014. № 5. С. 25–31.
14. Загороднюк Л.Х., Лесовик В.С., Беликов Д.А. К проблеме проектирования сухих ремонтных смесей с учетом сродства структур // Вестник Центрального регионального отделения РААСН, Выпуск 18. Москва. 2014. С. 112–119.
15. Лесовик В.С., Загороднюк Л.Х., Гайнутдинов Р. Специфика твердения строительных растворов на основе сухих смесей // Вестник Центрального регионального отделения Российской академии архитектуры и строительных наук. Белгород: РААСН, БГТУ им. В.Г. Шухова, 2014. С. 93–98.
16. Lesovik V.S., Zagorodnuk L.H., Tolmacheva M.M., Smolikov A.A., Shekina A.Y., Shkarina M.H.I. Structure-formation of contact layers of composite materials // Life Science Journal. 2014. №11 (12s). С. 948–953.
17. Kuprina A.A., Lesovik V.S., Zagorodnyuk L.H., Elistratkin M.Y. Anisotropy of Materials Properties of Natural and Man-Triggered Origin // Research Journal of Applied Sciences. 2014. №9. С. 816–819.
18. Lesovik V.S., Chulkova I.L., Zagorodnyuk L.Kh., Volodchenko A.A., Popov D.Y. The Role of

the Law of Affinity Structures in the Construction Material Science by Performance of the Restoration Works // Research Journal of Applied Sciences. 2014. № 9. С. 1100–1105.

19. Ильинская Г.Г., Лесовик В.С., Загороднюк Л.Х., Коломацкий А.С. Сухие смеси для отделочных работ на композиционных вяжущих // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2012. №4. С. 15–19.

20. Лесовик В.С., Загороднюк Л.Х., Ильинская Г.Г., Беликов Д.А. Сухие строительные смеси для ремонтных работ на композиционных вяжущих. Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова. 2013. 145с.

21. Лесовик В.С., Загороднюк Л.Х., Шамшуров А.В., Беликов Д.А. Композиционное вяжущее на основе комплексного органоминерального модификатора для сухих ремонтных смесей // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2014. №5. С. 4–9

22. Толстой А.Д. Лесовик В.С., Загороднюк Л.Х., Ковалева И.А. Порошковые бетоны с применением техногенного сырья // Вестник МГСУ. 2015. №11. С. 101–109.

23. Лесовик В.С., Чернышева Н.В., Клименко В.Г. Процессы структурообразования гипсо-содержащих композитов с учетом генезиса сырья // Известия вузов. Строительство. 2012. №4. С. 3–11.

24. Чернышева Н.В. Использование техногенного сырья для повышения водостойкости композиционного гипсового вяжущего // Строительные материалы. 2014. № 7. С. 53–56.

25. Лесовик В.С.. Интеллектуальные строительные композиты для 3D-аддитивных технологий // В сборнике: Эффективные строительные композиты. Научно-практическая конференция к 85-летию заслуженного деятеля науки РФ, академика РААСН, доктора технических наук Баженова Юрия Михайловича. БГТУ им. В.Г. Шухова. Белгород, 2015. С. 356–362.

26. Tschernyschowa N.W., Lessowik W.S., Fischer H.B., Drebesgowa M.J. Gipshaltigekompositbindemittel – zukunftsdes ökologischenbauen// в сборнике: 19-te internationale Baustofftagung Ibausil 2015. 2015. с. 699-706.

27. Murtazaiev S.A.Y., Saidumov M.S., Lesovik V. S., Chernysheva N.V., Bataiev D.K.S. Fine-grained cellular concrete creep analysis technique with consideration for carbonation // Modern applied science. 2015. Т. 9. № 4. С. 233–245.

28. Чернышева Н.В., Дребезгов Д.А. Свойства и применение быстротвердеющих композитов на основе гипсовых вяжущих // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2015. № 5. С. 125–133.

29. Чернышева Н.В., Лесовик В.С., Дребезгова М.Ю. Водостойкие гипсовые композиционные материалы с применением техногенного сырья. Белгород: Изд-во БГТУ, 2015. 321 с.

Lesovik V.S., Zagorodnjuk L.H., Chernysheva N.I., Glagolev E.S., Kuchеров A.S., Drebezova M.Y., Kaneva E.V.

MODERN THREE-DIMENSIONAL TECHNOLOGY AND FACTORS LIMITING THEIR

The article presents information on the modern three-dimensional technologies and the main factors constraining their development. In recent decades there has been revolutionary new approaches to construction, in particular three-dimensional printing technology construction features, allowing you to abandon the traditional formwork, which significantly reduces costs and allows to create various architectural forms of buildings and structures. For the development of construction of next generation technologies requires the development of new materials with desired controlled properties: quick setting time, high strength, uniformity and strength of adhesion between the various layers. The use of additive manufacturing technologies for the construction of buildings and structures will significantly reduce costs by reducing costs of materials and improve performance, discover new creative approaches to create a variety of architectural shape of our cities.

Key words: *three-dimensional technology, additive manufacturing, 3D printing, technological-cal properties of the stacked composites, extrusion.*

Лесовик Валерий Станиславович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой строительного материаловедения, изделий и конструкций.

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

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Загороднюк Лилия Хасановна, доктор технических наук, профессор кафедры строительного материаловедения, изделий и конструкций.

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

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

E-mail: LHZ47@mail.ru

Чернышева Наталья Васильевна, доктор технических наук, профессор кафедры строительного материаловедения, изделий и конструкций.

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

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

E-mail: chernysheva56@rambler.ru

Глаголев Евгений Сергеевич, кандидат технических наук

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

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Кучерова Анна Сергеевна, аспирантка кафедры строительного материаловедения, изделий и конструкций.

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

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Дребезгова Мария Юрьевна, аспирант кафедры строительного материаловедения, изделий и конструкций.

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

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

E-mail: mdrebezgova@mail.ru

Канева Елена Вячеславовна, аспирантка кафедры строительного материаловедения, изделий и конструкций.

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

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

DOI: 10.12737/22641

Лесовик Р.В., д-р техн. наук, проф.,
Агеева М.С., канд. техн. наук, доц.,
Богусевич Г.Г., канд. техн. наук, доц.,
Сопин Д.М. канд. техн. наук

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

РАЗРАБОТКА СОСТАВОВ ЗАКЛАДОЧНЫХ СМЕСЕЙ*

ageevams@yandex.ru

В статье приведены результаты подбора составов закладочных смесей на основе техногенного сырья региона КМА, установлены микроструктурные особенности разработанных композитов, показана активизирующая роль в процессах гидратации доменного гранулированного шлака и отходов обогащения.

Ключевые слова: закладочные смеси, доменный гранулированный шлак, отходы мокрой магнитной сепарации железистых кварцитов.

Введение. Опыт отечественных и зарубежных горно-добывающих предприятий показывает, что проблемы рационального освоения недр, управления горным давлением, повышения полноты и качества извлечения полезных ископаемых, обеспечения безопасности горного производства наиболее полно решаются путем применения систем разработки с закладкой выработанного пространства [1–6].

Использованию систем с твердеющей закладкой в первую очередь способствовали следующие факторы:

- вовлечение в эксплуатацию месторождений со сложными горно-геологическими условиями, безопасная разработка которых возможна лишь при заполнении очистного пространства искусственными материалами, способными противостоять развивающемуся горному давлению;
- повышение требований перерабатывающих отраслей промышленности к качеству минерального сырья;
- требования полноты использования недр, отработки месторождений полезных ископаемых с минимальными потерями;
- положительный опыт горнорудной промышленности в использовании твердеющих смесей, приготовленных на основе местных вяжущих материалов (цементы, различного рода шлаки, зола ТЭЦ, ангидриты, сульфидные хвосты обогатительных фабрик, цементная пыль и др.) [6].

При этом использование в составе закладочных смесей техногенного сырья позволяет решать важные проблемы по снижению вредного влияния последних на окружающую среду. Их использование крайне целесообразно и экономической точки зрения [7–11].

Методология. Основные экспериментальные исследования проводились в Центре высоких технологий, испытательном центре «БГТУ -

сервис», в лабораториях кафедры строительного материаловедения, изделий и конструкций БГТУ им. В.Г. Шухова.

Для получения микрофотографий поверхности, размера зерен, микроструктуры затвердевших вяжущих был использован сканирующий электронный микроскоп высокого разрешения TESCAN MIRA 3 LMU.

Изготовление образцов проводили в соответствии с требованиями ГОСТ 27006 «Бетоны. Правила подбора составов». Материалы применялись в сухом состоянии, твердение образцов происходило в естественных условиях, в камере нормального твердения при температуре 20 °С и относительной влажности 90 %. Испытания образцов на прочность проводили в соответствии с методикой ГОСТ 10180-90 «Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам».

Основная часть. Системы разработки с закладкой выработанного пространства широко используются в мировой практике добычи подземных ископаемых. Их применение возможно практически в любых геологических и горно-технических условиях: в рудах и вмещающих породах любой крепости и устойчивости, при различных мощностях рудных тел и углах падения, при различной морфологии рудных тел с включением или без включения пустых пород.

Объективные преимущества систем разработки с закладкой: эффективное управление горным давлением; высокое (до 95–96 %) извлечение руды из недр; надежное поддержание и сохранение поверхности от обрушения; повышение безопасности отработки месторождений; возможность утилизации отходов горно-обогатительного производства. Эффективность отработки месторождений системами с закладкой зависит от ценности руды, уровня ее извлечения, производительности рудников, стоимости закладки. Снижение стоимости закладки, явля-

ющей составной частью себестоимости руды, является актуальным для всех подземных рудников.

Поэтому в работе были разработаны составы закладочных смесей на основе техногенного сырья региона Курской магнитной аномалии. Для получения закладочных смесей были использованы следующие материалы: портландцемент ЦЕМ I 32,5Н ГОСТ 31108–2003 ЗАО «Бел-

городский цемент», доменный гранулированный шлак «НМЛК», щебень шлаковый 5–20 мм, песок шлаковый (Мк 1,6) и отходы мокрой магнитной сепарации железистых кварцитов с Мк=0,6 (Отходы ММС).

Доменный гранулированный шлак, песок шлаковый размалывали до удельной поверхности 300 м²/кг в вибрационной лабораторной мельнице. Подвижность смеси, ОК>14 см (табл.1).

Таблица 1

Зависимость прочности закладочной смеси от вида вяжущего

№ состава	Расход компонентов, кг/м ³						Плотность образца, ρ, кг/м ³	Прочность при сжатии, R, МПа в возрасте, суток		
	Шлак	ММС	Щебень шлаковый	Песок шлаковый	Цемент	Вода		7	28	90
1	254	1140	208	–	103	376	2030	1,7	6,8	10,2
2	595	1600	–	–	–	520	2010	0,5	2,8	3,9
3	369	1558	–	–	119	470	1880	0,8	3,6	5,2
4	–	1133	206	252	102	389	1960	0,4	2,2	4,5
5	–	1288	–	309	103	391	1930	0,4	2,1	4,1

В результате выполненных исследований установлено, что все разработанные составы соответствуют требованиям, предъявляемым к материалам для закладочных работ. Наибольшую прочность показал состав 1 на основе всех компонентов, без использования песка; наименьшую состав 5-без использования шлака и щебня.

Поскольку дисперсность компонентов за исключением щебня соизмерима с размерами

зерен цемента, наблюдается пластифицирующий эффект. Образование гидросиликатов кальция обеспечивает повышение плотности и прочности цементного камня и, соответственно, бетона и раствора за счет вовлечения тонкомолотой активной части добавок в формирующуюся структуру цементного камня.

Изучение микроструктуры образцов показало, что шлаковый наполнитель имеет хорошую адгезию с цементным камнем (рис. 1).

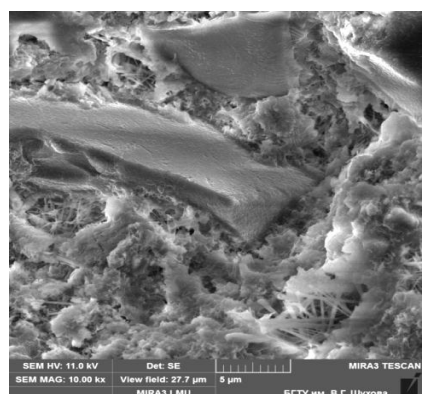
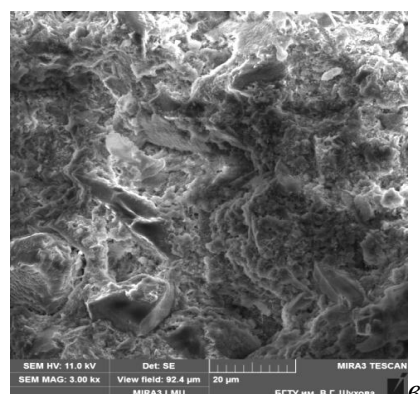
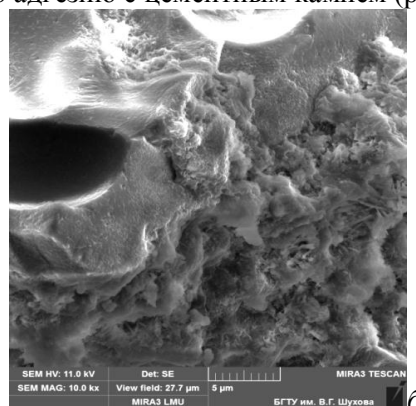
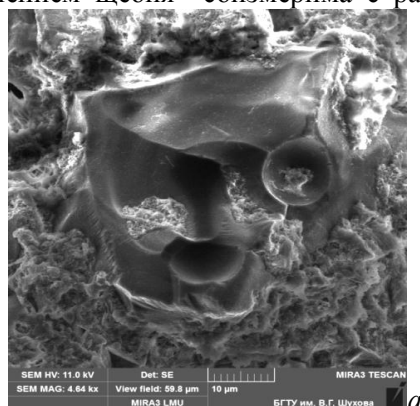


Рис. 1. Микроструктура образцов: а, б – состав 1, в, д – состав 5

Микроструктура затвердевшего композита характеризуется более низким содержанием кристаллического портландита, который частично связан шлаковыми зернами и более плотной гидросиликатной структурой. Поэтому при введении тонкомолотого доменного гранулированного шлака интенсифицируется реакция взаимодействия поверхностей наполнителя с гидроксидом кальция при этом на контактном слое вяжущего и заполнителя образуются слои гидросиликатов кальция, обеспечивающие их срастание друг с другом. Все частички шлака обильно покрыты новообразованиями. Вместе с этим мелкодисперсные частицы могут выступать подложками и центрами кристаллизации, ускоряя процессы гидратации и твердения композита.

При этом халцедоновидная регионально метаморфизованная, а также частично динамометаморфическая генерация кварца отходов ММС железистых кварцитов интенсивно связывают гидроксид кальция в мелкокристаллические нерастворимые гидросиликаты кальция, а контактово-метаморфическая генерация и более крупные частицы шлака выступают подложками и центрами кристаллизации, что в целом способствует уменьшению количества дефектов, снижению кристаллизационного давления и оптимизации структуры материала.

Выводы. Таким образом, разработаны составы закладочных смесей с оптимальным соотношением доменного шлака и отходов ММС железистых кварцитов, позволяющие снизить расход клинкерной составляющей при обеспечении допустимой для производства закладочных смесей активности вяжущего.

**Статья подготовлена в рамках выполнения научного проекта РФФИ №14-41-08006 «Разработка методологии проектирования мелкозернистых фибро-текстиль бетонов на техногенных песках Белгородской области».*

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лесовик Р.В. Мелкозернистые бетоны на композиционных вяжущих и техногенных песках автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук / Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. Белгород, 2009
2. Лесовик Р.В., Ковтун М.Н., Алфимова Н.И. Комплексное использование отходов алмазобогащения // Промышленное и гражданское строительство. 2007. № 8. С. 30–31.
3. Монтянова А.Н. Формирование закладочных массивов при разработке алмазных месторождений в криолитозоне. М.: Горная книга, 2005. 597 с.
4. Housby A.C. Construction and Design of Cement Grouting: A Guide to Grouting in Rock Foundations (Wiley Series of Practical Construction Guides Paperback) // Wiley-Interscience. Desember 3. 2008. 466 p.
5. Ageeva M. S., Sopin D. M., Lesovik G. A., Metrohin A. A., Kalashnikov N. V., Bogusevich V. A. The modified composite slag-cement binder // ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. 2014. T. 9. № 8. С. 1381–1385.
6. Alfimova N.I., Shadskiy E.E., Lesovik R.V., Ageeva M.S. Organic-mineral modifier on the basis of volcanogenic-sedimentary rocks // International Journal of Applied Engineering Research (IJAER). 2015. T. 10. № 24. С. 45131–45136.
7. Соловьева Л.Н., Чантурия Ю.В., Ткебучава П.Д. Оптимизация состава композиционного вяжущего с использованием метода математического планирования эксперимента / «Ресурсоэнергоэффективные технологии в строительном комплексе региона»: Сборник научных трудов по материалам II Всероссийской научно-практической конференции – Саратов: Изд-во СГТУ, 2012. С. 51–55.
8. Богусевич В.А., Лесовик Р.В., Ильинская Г.Г. К вопросу об использовании техногенного сырья КМА для бетонных работ при отрицательных температурах // В сборнике: Научные и инженерные проблемы строительно-технологической утилизации техногенных отходов Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. Белгород, 2014. С. 67–71.
9. Lessowik W.S., Sagorodnjuk L.H., Ilinskaya G.G., Kuprina A.A. Das gesetz uber die verwandtschaft von strukturen als theoretische grundlage fur die projektierung von trockenmischungen // 19-te INTERNATIONALE BAUSTOFFTAGUNG IBAUSIL 2015. 2015. С. 1465–1470.
10. Сулейманова Л.А., Семенов П.Е. Высококачественное композиционное вяжущее с применением техногенного сырья // Актуальные вопросы и строительство: мат-лы V Всероссийской науч.-практ. конф., 2012. Т.1. С. 266–270.
11. Ильинская Г.Г., Лесовик В.С., Загороднюк Л.Х., Коломацкий А.С. Сухие смеси для отделочных работ на композиционных вяжущих // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2012. № 4. С. 15–19.

Lesovik R.V., Ageeva M.S., Bogusevich G.G. Sopin D.M.

THE DEVELOPMENT OF COMPOSITIONS OF BACKFILLING MIXTURES

The results of the selection of compositions of stowing mixes on the basis of technogenic raw materials KMA region, set mikrostukturnye particularly developed composites, illustrates the activation process Rolv hydration of granulated blast slag and tailings.

Key words: filling mixture, granulated blast furnace slag, waste of wet magnetic separation of ferruginous quartzite.

Лесовик Руслан Валерьевич, доктор технических наук, профессор кафедры строительного материаловедения, изделий и конструкций.

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

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Агеева Марина Сергеевна, кандидат технических наук, доцент кафедры строительного материаловедения, изделий и конструкций.

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

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Богусевич Галина Геннадьевна, кандидат технических наук, доцент кафедры строительного материаловедения, изделий и конструкций.

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

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Сопин Михаил Дмитриевич, кандидат технических наук.

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

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

E-mail: beton138@mail.ru

DOI: 10.12737/22849

Дегтев И.А., канд. техн. наук, проф.,
Тарасенко В.Н., канд. техн. наук, доц.,
Хуркова Д.А., магистрант

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ ДОСТУПНОГО ЖИЗНЕННОГО ПРОСТРАНСТВА В «ЗЕЛЕНОМ» СТРОИТЕЛЬСТВЕ

das.kova@yandex.ru

В результате человеческой деятельности может быть создана новая природная среда, обладающая более высокими комфортными показателями для градостроительства и являющаяся в то же время энергетическим источником для систем жизнеобеспечения зданий. Основные принципы формирования доступного жизненного пространства с высоким уровнем комфорта являются приоритетными для «зеленого» строительства.

Ключевые слова: экологическое «зеленое» строительство, минимизация уровня потребления энергетических и материальных ресурсов, энергоэффективные жилые здания.

Экологическое строительство представляет собой важную составляющую такого понятия, как «устойчивое развитие». Это понятие характеризуется определенной моделью развития современного общества, основной задачей которой является удовлетворение потребностей существующего поколения в полном объеме удовлетворять свои собственные нужды [1]. Современный этап развития архитектурной среды, связанный с переходом к стратегии устойчивого развития, предусматривает существенное повышение значимости экологических факторов при ее формировании [2].

Основной составляющей проектирования современных зданий служит понимание того, что комфорт пребывания человека дома, на рабочем месте и в общественных местах напрямую зависит от качества окружающей среды. Ведущее положение архитектуры и строительства XXI века – природа не пассивный фон нашей деятельности: в результате человеческой деятельности может быть создана новая природная среда, обладающая более высокими комфортными показателями для градостроительства и являющаяся в то же время энергетическим

источником для систем климатизации зданий [3].

В настоящее время в нашей стране начали формироваться новые подходы к проектированию, производству и управлению, получившие название «зеленое» строительство [2, 4]. «Зеленое» строительство (Green construction) – это подход к строительству и эксплуатации зданий и сооружений, конечной целью которого является минимизация уровня потребления энергетических и материальных ресурсов на протяжении всего жизненного цикла здания, от проектирования до сноса, повышение качества объектов недвижимости и комфорта их внутренней среды, экологической безопасности для людей и природы [5]. Рост населения планеты – основная причина строительства жилых, общественных и промышленных зданий. Но это так же является причиной большего потребления ресурсов и образования отходов. Население планеты в 1927 г составляло 2 млрд., в 1987 – 5 млрд., осенью 2011 года – 7 млрд. и по прогнозам, если динамика роста не претерпит изменений, в 2024 году будет преодолен рубеж в 8 млрд. человек [6].



Рис. 1. Прирост населения по данным отдела народонаселения ООН [6]

В работе американских ученых Массачусетского технологического университета (рис. 1) было заявлено, что при таком темпе роста населения, а также возрастании промышленного производства увеличивается загрязнение окружающей среды, что впоследствии приведет к «глобальной катастрофе» [6]. Необходимость устойчивого развития рассматривалась еще в начале XX века. Вернадский В.И. говорил, что «человечество, взятое в целом, становится мощной геологической силой, которая определяет новое геологическое эволюционное изменение биосферы». Однако применение альтернативных источников энергии и экологически чистых строительных материалов получило широкое распространение после энергетического кризиса.

В итоге, была разработана концепция устойчивого развития и началось формирование современных принципов «зеленого» строительства и применение новых строительных материалов. С 1974 г. берет начало развитие стратегии энергоэффективности, а уже в 1975 г. начинается строительство демонстрационных энергоэффективных зданий, одним из которых стало офисное здание для администрации общих служб в Манчестере, штат Нью-Гэмпшир, США. В эти годы формируется понимание важности экологического строительства на государственном уровне. В 1990 г. британская компания BRE Global создает добровольный стандарт BREEAM, а в 1992 г. в США разрабатывается программа EnergyStar. С 1993 по 1998 г. выпол-

няются мероприятия по продвижению стратегии сохранения, рационального управления и использования ресурсов, потребляемых при строительстве зданий. Усилиями многих разработчиков были сформулированы комплексные подходы или «зелёные» стандарты строительства, во многих странах политика «зелёного» строительства стала поддерживаться на государственном уровне. С 1998 по 2005 г. разрабатываются инновационные подходы в строительстве для перехода от комплексной эффективности к зданиям с нулевым воздействием и выбросом. В 1998 г. американским советом по экологичному строительству разрабатывается рейтинговая система LEED, в 1999 г. состоялась первая встреча всемирного Совета по экологическому строительству при участии 8 стран: США, Великобритании, Испании, Австралии, ОАЭ, Японии, России и Канады.

Понятие «экологическое строительство» представляет собой комплексный подход ко всему проектному и строительному процессу (рис. 2). Для определения этапов и средств оптимизации влияния на окружающую среду помимо качественных характеристик необходимо учитывать весь процесс производства строительных материалов, систему доставки на строительную площадку, подход к работе и комплектацию объекта, а также особенности эксплуатации, утилизации и многое другое. Только при соблюдении определенных стандартов и норм на каждом из этих этапов строительство действительно можно назвать «зелёным».



Рис. 2. Основные приемы экономии энергии в энергоэффективных жилых домах [7]

Основу экологического строительства составляет ряд принципов.

1. *Строительные материалы* являются важной составляющей экостроительства. Экологически чистые и безопасные материалы не выделяют вредные летучие вещества, которые содержат токсичные или канцерогенные соединения, они безопасны для окружающей среды на

всех этапах жизненного цикла здания. Использование таких материалов позволяет улучшить комфортность пребывания в помещении и уменьшить негативное влияние на окружающую среду. Применение местных строительных материалов минимизирует загрязнение среды транспортными средствами при перевозке. Такой подход позволяет не привлекать крупную

строительную технику на объект, а также после окончания срока эксплуатации быстро и эффективно утилизировать отходы. При этом целесообразно использование материалов с высокими показателями энергоэффективности и энергосбережения.

2. *Количество отходов* необходимо свести к минимуму. Создание ресурсоэффективных конструкций и использование ресурсосберегающих материалов может оптимизировать функциональность и использование природных ресурсов. Одна из целей ресурсоэффективного строительства заключается в снижении количества отходов на стройплощадке. Благодаря переработке и рациональному использованию материалов можно уменьшать количество отходов, что также позволит снижать стоимость строительства.

3. *Оптимальное использование водных ресурсов.* Очень часто в концепцию «зеленого» здания закладывается принцип рационального использования воды.

4. *Энергоэффективность.* Критерий энергоэффективности применяется ко всем системам в здании. Окна, теплоизоляция, герметизация, система вентиляции и кондиционирования, отопление и т.д. должны быть энергоэффективны.

5. *Использование возобновляемых источников энергии* (солнечной, энергии воздушных масс и т.д.). Тепло, горячая вода и электричество должны вырабатываться за счет возобновляемых источников энергии, избытки которых должны храниться в аккумуляторах тепла.

6. *Обеспечение качества воздушной среды в здании.* Увеличение респираторных заболеваний и аллергии зачастую связаны с использованием

в помещении бытовой химии и материалов, которые выделяют вредные для человека вещества. При возведении «зеленого» здания предусматриваются системы, которые могут уменьшить последствия возможного загрязнения, включая контроль за источниками загрязнения и фильтрацию воздуха.

7. *Правильная эксплуатация и техническое обслуживание* здания необходимы для правильного функционирования всех внедренных экологических систем.

8. *Рациональное проектирование,* подготовка и застройка земельного участка (рис. 3). Продуманный и эффективный дизайн участка и его застройка может снизить воздействие здания на окружающую среду и улучшить энергетические характеристики возводимых конструкций. При проектировании уделяется особое внимание сохранению деревьев, системе ливневой канализации с функциями инфильтрации / удержания и ориентации дома для получения максимального количества солнечной энергии.

9. *Экономичность.* Большинство «зелёных» зданий дороже обычных не более, чем на 2–4 %, а в ближайшем будущем применение подобных технологий станет самым эффективным средством для снижения себестоимости строительства. В настоящий момент дополнительная себестоимость может быть амортизирована в ходе эксплуатации здания, и обычно компенсируется в течение первых трех – пяти лет за счёт снижения эксплуатационных издержек. Сокращение затрат на обслуживание здания также достигается за счёт более высокого качества современных средств управления, эффективного контроля и оптимизации работы всех систем.



Рис. 3. Основные принципы проектирования энергоэффективных жилых зданий малой и средней этажности [7]

«Зелёное» строительство делает упор на создание не только экологически чистых, но и энергоэффективных зданий, в которых за счет реализации совокупности функционально-планировочных, конструктивных и инженерных решений, использования возобновляемых источников энергии, энергоресурсов затрачивается меньше при одновременном обеспечении необходимого уровня экологической и санитарно-эпидемиологической безопасности.

Кроме того, в современном понимании экологическое строительство следует рассматривать, как междисциплинарный подход, включающий не только энергоэффективность, чистые материалы и экологию, но и управление, экономию питьевой воды, транспортную доступность, сбор и переработку мусора, снижение выбросов парниковых газов, здоровье и благополучие людей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Национальное Агентство устойчивого развития [Электронный ресурс]. Систем. требования: AdobeAcrobatReader.URL: <http://green-agency.ru>.
2. Крижановская Н.Я., Гордиенко Ю.С., Дегтев И.А. Приемы формирования природоинтегрированной архитектуры в городской среде. Белгород: Изд-во БГТУ, 2010. 144 с.
3. Табунщиков Ю. А., Бродач М. М., Шилкин Н. В. Энергоэффективные здания. М.: АВОК–ПРЕСС, 2003. 200 с.
4. Крижановская Н.Я., Смирнова О.В., Дегтев И.А. Природоинтегрированные индивидуальные жилые дома повышенной комфортности. Белгород: Изд-во БГТУ, 2013. 246 с.
5. Бродач М.М., Имз Г. Рынок зелёного строительства в России // Здания высоких технологий. 2013. Т. 1. № 1. С. 18–29.
6. Смирнова С.Н. Принципы формирования архитектурных решений энергоэффективных жилых зданий. Автореферат на соиск. уч. степ. канд. арх., 2009, 17 с.
7. Смирнова С.Н. Теоретическая модель энергоэффективного жилого здания // Приволжский научный журнал. Периодическое научное издание. Н. Новгород: ННГАСУ, 2009. С. 86–91.
8. Черныш Н.Д., Тарасенко В.Н. Микроклимат селитебной территории как многокомпонентная среда архитектурно-строительного проектирования // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2015. № 6. С. 57–61.
9. Савченко Е.С., Гридчин А.М., Лесовик В.С., Смоляго Г.А. 06.11-20Т.83. Концептуальные подходы решения жилищной проблемы в Российской Федерации на примере Белгородской области: Виртуальная выставка энергосбережения. РЖ 20Т. Экономика строительства. 2006. № 11. С. 83.
10. Лесовик В.С. Интеллектуальные строительные композиты для 3d- аддитивных технологий // Эффективные строительные композиты. Научно-практическая конференция к 85-летию заслуженного деятеля науки РФ, академика РААСН, доктора технических наук Баженова Юрия Михайловича. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. 2015. С. 356–362.
11. Юраков Н.С. Отделочные материалы в «зеленом строительстве» // Интеллектуальные строительные композиты для зеленого строительства. Сборник докладов международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию заслуженного деятеля науки РФ, члена-корреспондента РААСН, доктора технических наук, профессора Валерия Станиславовича Лесовика: В 3 частях. БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. С. 382–386.
12. Лесовик В.С. Архитектурная геоника. Взгляд в будущее // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2013. № 31-1 (50). С. 131–136.
13. Кошкина С.Ю., Корчагина О.А., Воронкова Е.С. «Зеленое» строительство как главный фактор повышения качества окружающей среды и здоровья человека // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. 2013. № 3 (47). С. 150–158.
14. Купчикова Н.В., Чумакова А.В. Рейтинговая оценка устойчивости среды обитания жилого комплекса по системе «Зеленое строительство» // Перспективы развития строительного комплекса. 2014. С. 345–350.
15. Кондратенко Т.О., Лапина А.П. Зеленое строительство // Научное обозрение. 2014. № 11. С. 808–810.
16. Гельманова З.С., Амирханова М.А., Георгиади И.В. «Зеленое» строительство как эффективный инструмент для обеспечения устойчивого развития территорий // Научное обозрение. Экономические науки. 2016. № 1. С. 12–14.
17. Колодницкая Н.В., Желтобрюхов В.Ф., Лобачева Г.К., Гучанова И.Ж. Инженерно-организационные мероприятия по обеспечению экологической безопасности в условиях

городского хозяйства // Ползуновский вестник. 2011. № 4-2. С. 26–29.

СГАСУ. Градостроительство и архитектура. 2011. № 1. С. 6–9.

18. Лекарева Н.А. «Зеленые» стандарты и развитие «зеленого» строительства // Вестник

Degtev A.I., Tarasenko V.N., Hurkova D.A.

THE BASIC PRINCIPLES OF AFFORDABLE LIVING SPACE IN GREEN CONSTRUCTION

As a result of human activities can be created a new natural environment with higher comfort indicators for urban development and is at the same time, the energy source for life support systems of buildings. The basic principles of affordable living space with a high level of comfort are a priority for "green" construction.

Key words: *environmental "green" construction, minimizing the level of consumption of energy and material resources, energy efficient residential buildings.*

Дегтев Илья Алексеевич, кандидат технических наук, профессор кафедры архитектурных конструкций.

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

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

E-mail: konstrarch@mail.ru

Тарасенко Виктория Николаевна, кандидат технических наук, доцент кафедры архитектурных конструкций.

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

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

E-mail: vell.30@mail.ru

Хуркова Дарья Анатольевна, магистрант.

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

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

E-mail: das.kova@yandex.ru

Загороднюк Л.Х., д-р техн. наук, проф.,
Лесовик В.С., член-корр. РААСН, д-р техн. наук, проф.,
Канева Е.В., аспирант,
Кучерова А.С., аспирант

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

О РОЛИ ШУМОВОЙ АГРЕССИИ НА КОМФОРТНОСТЬ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ ЧЕЛОВЕКА

LHZ47@mail.ru

Обеспечение акустического комфорта в помещениях жилых, общественных и промышленных зданий является актуальной задачей на сегодняшний день во всем мире, т.к. этот фактор существенно влияет на качество жизни человека. В статье изложены сведения о воздействии шума как негативного фактора на человека. При строительстве современных строительных объектов и благоустройстве территорий необходимо наличие эффективных звукоизоляционных материалов, отличающихся высокими функциональными и эксплуатационными свойствами. Акустические материалы должны быть экономически выгодными и отвечать целому комплексу требований, сочетающих акустические, декоративные и специальные свойства.

Ключевые слова: звуковое давление, звуковая волна, энергия, поглотители, акустика, акустические материалы, звукопоглощение, звукоизоляция.

Введение. Рост городов, плотность застройки, развитие транспорта, внедрение в быт и производство различной техники приводит к тому, что жители современных городов постоянно подвергаются повышенному воздействию звукового давления. Строительная акустика позволяет бороться с этим негативным фактором. Применяемые в строительстве современные акустические материалы снижают звуковое давление, обеспечивая оптимальный уровень звука в жилых, общественных и промышленных зданиях.

Сравнением научно-технического прогресса проблема звукоизоляции зданий, сооружений и окружающей среды становится все более насущной. Несмотря на существование и, что немаловажно, доступность современных материалов и технологий, современные жилые помещения практически лишены этого комфорта. Строительная отрасль в России на протяжении долгих лет является одной из наиболее прибыльных и динамично развивающихся, но застройщики не готовы тратить деньги на обеспечение надлежащей звукоизоляции в помещениях и создании благоприятных условий прилегающих жилых территорий. Так по оценкам исследовательских организаций, включение звукоизоляции здания и проведение защиты прилегающих территорий от шума в проектную документацию повышает стоимость строительства в среднем на 40 %. Спрос на жилые, офисные и другие здания постоянно растет, а мероприятия по звукоизоляции зданий и жилых зон для большинства отечественных инвесторов являются исключением, чем правилом. Почти все проблемы связанные с отрицательным воздей-

ствием звуковых волн на окружающую среду, так или иначе связаны с экономической составляющей.

Специалисты-акустики отмечают, что проблемы звукоизоляции должны решаться комплексно и системно еще на стадии проектирования зданий, так как звукоизоляция отдельного помещения обходится очень дорого [1].

Основная часть. Все акустические материалы условно можно разделить на *звукоизоляционные*, снижающие уровень звукового давления при прохождении звуковой волны сквозь преграду, применяемые для защиты от воздушного либо от структурного (ударного) воздействия и *звукопоглощающие* – снижающие энергию отраженной звуковой волны при взаимодействии с преградой, с целью создания в них комфортных в акустическом отношении условий.

Звукоизолирующие свойства основываются на трех физических явлениях – отражение воздушных звуковых волн от поверхности ограждения, поглощении звуковых волн материалом ограждения и гашении ударного или воздушного шума за счет деформации элементов конструкции и материалов. К звукоизоляционным относят прокладочные материалы, в виде рулонов и плит (минераловатные, стекловатные, древесно-волокнистые плиты), так же и сыпучие (керамзит, доменный шлак, песок) [2, 3].

Звукопоглощающие материалы характеризуются высокой пористостью. Сущность этого физического явления заключается в следующем. Звуковые волны, падая на поверхность такого материала и проникая далее в его поры, возбуждают колебания воздуха, находящиеся в узких порах. При этом значительная часть звуковой

энергии расходуется. Высокая степень сжатия воздуха и его трение о стенки пор вызывают разогрев. За счет этого кинетическая энергия звуковых колебаний преобразуется в тепловую, которая рассеивается в среде [4]. К звукопоглощающим материалам относят ячеистый бетон, плиты из минеральной ваты, цементный фибролит, перфорированные листы из гипса и другие материалы [5].

С точки зрения поглощения акустические материалы можно разделить следующим образом: высокочастотные (в том числе и среднечастотные) поглотители, низкочастотные поглотители и поглотители в широком диапазоне частот.

Рациональный выбор акустического материала потолка, пола, стен или перекрытий зависит от разных параметров: назначения помещения, его объема, интерьерных особенностей и др., а также от того, какую именно область частотного диапазона нужно корректировать.

Повышенный шум, относят к негативным факторам, пагубно влияющих, главным образом, на здоровье людей. Установлена связь уровня шума, типичного для многих городов, с потерей слуха и симптомами стресса. Считается также, что шум оказывает негативное влияние на межличностные отношения. Скажем, например, что шумную обстановку ассоциируют с уменьшением взаимопомощи и снижением социальности. Вдобавок громкий и неприятный шум может способствовать проявлениям межличностной агрессии. Для полного восстановления организма от усталости и напряжения, бытовых проблем и забот необходима тишина. Отсутствие раздражителей и вибраций благоприятно влияет на нервную систему и способствует здоровому крепкому сну.

Физическая характеристика громкости звука – уровень звукового давления, в децибелах (дБ). «Шум» – это беспорядочное смешение звуков. Звуки с низкой и высокой частотой кажутся тише, чем среднечастотные той же интенсивности. С учётом этого, неравномерную чувствительность человеческого уха к звукам разных частот модулируют с помощью специального электронного частотного фильтра, получая, в результате нормирования измерений, так называемый эквивалентный (по энергии, "взвешенный") уровень звука с размерностью дБА (дБ(А), то есть – с фильтром "А"). Человек, в дневное время суток, может слышать звуки громкостью от 10–15 дБ и выше. Максимальный диапазон частот для человеческого уха, в среднем – от 20 до 20 000 Гц (возможный разброс значений: от 12–24 до 18000–24000 герц). В молодости – лучше слышен среднечастотный звук

с частотой 3 КГц, в среднем возрасте – 2–3 КГц, в старости – 1 КГц. Такие частоты, в первые килогерцы (до 1000–3000 Гц – зона речевого общения) – обычны в телефонах и по радио на СВ и ДВ диапазонах. С возрастом, воспринимаемый на слух звуковой диапазон сужается: для высокочастотных звуков – уменьшаясь до 18 килогерц и менее (у пожилых людей, каждые десять лет – примерно на 1000 Гц), а для низкочастотных – увеличиваясь от 20 Гц и более. У спящего человека, основным источником сенсорной информации об окружающей обстановке – становятся уши ("чуткий сон"). Чувствительность слуха, ночью и при закрытых глазах – увеличивается на 10–14 дБ (до первых децибел, по шкале дБА), по сравнению с дневным временем суток, поэтому – громкий, резкий шум с большими скачками громкости, может разбудить спящих людей. В случае отсутствия на стенах помещений звукопоглощающих материалов (ковров, специальных покрытий), звук будет громче из-за многократного отражения (реверберации, то есть – эха от стен, потолка и мебели), что увеличит уровень шума на несколько децибел. Особый интерес представляет шкала шумов, которую необходимо учитывать при проектировании и возведении различных строительных объектов (табл. 1).

Важным этапом государственного регулирования является разработка, внедрение и контроль санитарных правил и норм (СанПин). СанПины учитываются и соблюдаются при проектировании зданий, в процессе составления смет, приеме и сдаче готового строительного объекта. То есть, охватывают весь спектр строительных работ, в том числе и основные правила изоляции, регулирование показателей инфразвука и вибрации застроек, измерения и допустимые нормы шума в общественных, жилых зданиях, территориях и строительных площадках.

Поскольку, чрезмерный шум несет в себе негативные последствия для здоровья и самочувствия людей разработаны нормы и правила, согласно которым устанавливаются допустимые его показатели. СНиП «Защита от шума», введенный в действие 2003 г. предусматривает допустимые уровни звукового давления, а также основные условия звукоизоляции различных конструкций помещений и зданий. Согласно санитарным нормам, допустимые уровни шума в жилых домах не должны превышать в дневное время – 55 дБ, а ночное – 45 дБ. Классификация шума и расчет допустимых показателей при застройках жилых, общественных и рабочих помещений осуществляется согласно СН 2.2.4 / 2.1.8.562–96.

Таблица 1

Шкала шумов(уровни звука, децибел)

Децибел, дБА	Характеристика	Источники звука
0	Ничего не слышно	
5	Почти не слышно	
10	Почти не слышно	Тихий шелест листьев
15	Едва слышно	Шелест листвы
20	Едва слышно	Шепот человека (на расстоянии 1 метр).
25	Тихо	Шепот человека (1м)
30	Тихо	Шепот, тиканье настенных часов. Допустимый максимум по нормам для жилых помещений ночью, с 23 до 7 ч. (СНиП 23–03–2003 «Защита от шума»).
35	Довольно слышно	Приглушенный разговор
40	Довольно слышно	Обычная речь. Норма для жилых помещений днём, с 7 до 23 ч.
45	Довольно слышно	Обычный разговор
50	Отчётливо слышно	Разговор, пишущая машинка
55	Отчётливо слышно	Верхняя норма для офисных помещений класса А (по европейским нормам)
60	Шумно	Норма для контор
65	Шумно	Громкий разговор (1м)
70	Шумно	Громкие разговоры (1м)
75	Шумно	Крик, смех (1м)
80	Очень шумно	Крик, мотоцикл с глушителем, шум пылесоса (с большой мощностью двигателя – 2 киловатта).
85	Очень шумно	Громкий крик, мотоцикл с глушителем
90	Очень шумно	Громкие крики, грузовой железнодорожный вагон (в семи метрах)
95	Очень шумно	Вагон метро (в 7 метрах снаружи или внутри вагона)
100	Крайне шумно	Оркестр, вагон метро (прерывисто), раскаты грома, визг работающей бензопилы. Максимально допустимое звуковое давление для наушников плеера (по европейским нормам)
105	Крайне шумно	В самолёте (до 80–х годов XX столетия)
110	Крайне шумно	Вертолёт
115	Крайне шумно	Пескоструйный аппарат (1м)
120	Почти невыносимо	Отбойный молоток (1м)
125	Почти невыносимо	
130	Болевой порог	Самолёт на старте
135	Контузия	
140	Контузия	Звук взлетающего реактивного самолета
145	Контузия	Старт ракеты
150	Контузия, травмы	
155	Контузия, травмы	
160	Шок, травмы	Ударная волна от сверхзвукового самолёта
При уровнях звука свыше 160 децибел – возможен разрыв барабанных перепонки и лёгких, больше 200 – смерть (шумовое оружие).		

Неслышимый шум – звуки с частотами менее 16–20 Гц (инфразвук) и более 20 КГц (ультразвук). Низкочастотные колебания в 5–10 герц могут вызывать резонанс, вибрацию внутренних органов и влиять на работу мозга. Низкочастотные акустические колебания усиливают ноющие боли в костях и суставах у больных людей. Источники инфразвука: автомобили, вагоны, гром от молнии и т.д. Высокочастотный звук и ультразвук с частотой 20–50 КГц, воспроизводимый

с модуляцией на несколько герц – применяются для отпугивания птиц с аэродромов, животных (собак, например) и насекомых (комаров, мошек).

На рабочих местах допускаются предельно допустимые эквивалентные уровни звука для прерывистого шума: максимальный уровень звука не должен превышать 110 дБ, а для импульсного шума – 125 дБ. Запрещается даже кратковременное пребывание в зонах с уровня-

ми звукового давления свыше 135 дБ в любой октавной полосе. Шум, издаваемый компьютером, принтером и факсом в комнате без звукопоглощающих материалов – может превышать уровень 70 дБ. Поэтому не рекомендуется размещать много оргтехники в одном помещении. Слишком шумное оборудование должно выноситься за пределы помещения, где располагаются рабочие места.

Снизить уровень шума можно, если использовать шумопоглощающие материалы в качестве отделки помещения и занавески из плотной ткани. Взрывные звуки гасятся с помощью специальных механических мембран. В развитых странах существуют различные технические приемы и методы защиты от шума, которые контролируются соответствующими органами.

При возведении зданий и сооружений, в соответствии с современными, более жесткими требованиями звукоизоляции, должны применяться технологии и материалы, способные обеспечить надёжную защиту от шума.

Научной базой, занимающейся проблемами снижения шума, а также поиском новых и усовершенствованием существующих систем акустической защиты, с начала XX века была и остается инженерная акустика. Шум с давних пор является неотъемлемой частью человеческого существования. С течением времени и появлением первых городов и государств возникали проблемы повышенного шума в связи с разделением труда среди населения и использованием первых технических средств. Где-то в IV – III тысячелетиях до н.э. совершилось великое событие в истории человечества. Изобретение колеса и первых транспортных средств повлияло на развитие данных проблем. Шум стал рассматриваться как негативное последствие. Во времена Античности возникла необходимость в принятии мер по созданию первых санитарных зон для защиты от шума. «Первый закон по борьбе с шумом» был принят в древнегреческом городе Сибарис примерно в VII веке до н.э.. Жители Сибариса потребовали от представителей власти в городе перенести «шумные ремесленные производства» за пределы городских стен [6]. Позже там, в частности, строго запрещалось шуметь с заходом и до восхода солнца. В этот период были заложены первые зачатки учения о звуках, т.е. акустики. К примеру, древнегреческий математик Пифагор (VI в. до н.э.) обнаружил связь между высотой тона и длиной струны. Верное представление о распространении звука в воздухе (звучащее тело вызывает сжатие и разрежение воздуха) изъяснил Аристотель (384 – 322 гг. до н.э.). Он же объяснил явление эха. Оно рассматривалось им как отражение звука от

препятствий. В результате человеческого интереса к морю Аристотель первым заметил, что звук слышим в воде так же, как и в воздухе [7].

С урбанизацией городов и ростом благосостояния людей острее ощущается опасность шумового загрязнения окружающей среды. Вина тому, возрастающее с каждым разом количество автомобилей и других транспортных средств. Шум транспорта, как фактор, учитывается сегодня как при проектировании самого транспорта, так и при проектировании объектов строительного-дорожного отрасли.

Шумозащитный экран представляет собой конструкцию возводимую вдоль крупны проспектов, автомагистралей, железнодорожных путей для уменьшения шума, располагается, как правило, на высокоскоростных магистралях проходящих мимо жилых и офисных районов. Установка экрана может значительно повысить цену недвижимости и земли в этом районе, а также уменьшает шумовое загрязнение на 8–20 дБ. Шумозащитные экраны, как следует из их названия, защищают от шума близлежащие дома, а также места скопления людей (остановки общественного транспорта, парки).



Рис. 1. Шумопоглощающий забор

Установка таких конструкций экономически обоснована в густонаселенных районах, где трассирование дороги на расстоянии от жилых и офисных зданий невозможно. Например, третье транспортное кольцо (МКАД) на многих участках оснащена звукопоглощающими экранами. Возможна обратная ситуация, когда ранее построенная дорога застраивается домами. К примеру, МКАД на момент окончания строительства проходила по пустынным местностям, сейчас на большинстве участков с обеих сторон застроена домами. Помимо этой функции, экраны в разной степени защищают прохожих и прожи-

вающих рядом от дорожной пыли и грязи в осенне-весенний период и от ослепления фарами (в случае с непрозрачными экранами). Таким образом, даже при прохождении в непосредственной близости от оживленной трассы – есть возможность создать тихий жилой район, что дает возможность более эффективно расходовать городскую землю. Также шумозащитный экран может ограничить видимость частной собственности за экраном или не эстетичные пейзажи (свалки, промзоны, железнодорожные пути и депо, неблагополучные районы). Шумозащитные экраны кроме основного назначения (защита окружающей территории от воздействия шума) может иметь дополнительные функции. Например в Германии шумозащитным экранам придают свойства поглощения вредных веществ, а также устанавливают фотоэлектрические панели, вырабатывающие электричество за счет солнечного света.

Экраны делятся на несколько видов: по типу защиты от шума: звукопоглощающие; звукоотражающие; комбинированные; по светопропускаемости: прозрачные; тонированные; непрозрачные; с прозрачными вставками.

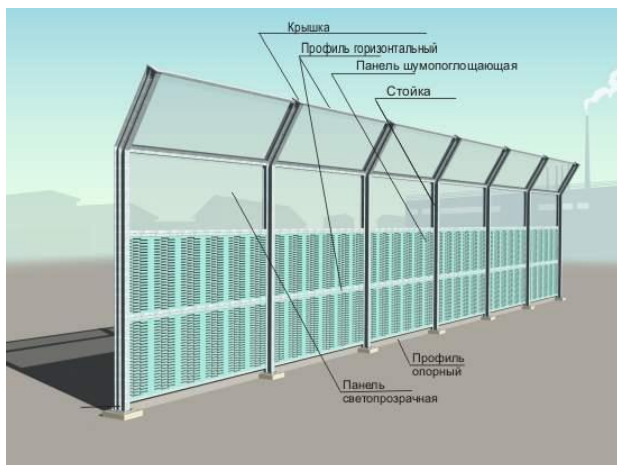


Рис. 2. Схема акустического экрана

В зависимости от типа экрана используемые материалы могут сильно различаться. Для прозрачных и тонированных экранов используется в основном оргстекло. Для звукопоглощающих экранов используется многослойное стекло или перфорированный металлический лист с звукопоглощающей задней стенкой. Таким образом, кинетическая энергия звука гасится между двумя слоями материала. Прозрачные барьеры позволяют не нарушать облик города, а также повысить безопасность движения за счет большего угла обзора, лучшей освещенности трассы; водители и пешеходы могут визуально наблюдать известные им городские ориентиры. Барьеры обычно выполнены в виде панелей с

несущими балками слева и справа, есть возможность выполнения проемов для проезда автотранспорта или прохода пешеходов. Обычно вверху панели загнуты в сторону источника шума или наклонены в сторону источника. Таким образом, уменьшается угол под которым шум выходит в окружающую среду.

Ограждение возможно двумя способами: изолировать источник шума – экран со стороны жилых домов или при необходимости с обеих сторон вдоль автодороги или железнодорожных путей; изолировать объект зашумления – со стороны трассы (с 2–3 сторон) или при необходимости построить замкнутый (со всех сторон) барьер. При установке отражающих панелей сила звука практически не снижает своей силы, а лишь меняет направление, что создает направленный вверх поток, который оглушает жителей верхних этажей, пролетающих птиц и создает повышенную вибрацию воздуха над дорогой.

В практике борьбы с шумом всесторонне используется вычислительная техника, разрабатываются средства машинного проектирования шумовиброзащитных конструкций самолетов, автомобилей, тракторов, судов и т. д. В последнее время начинают также широко использоваться оптимизационные методы поиска шумозащиты. Оптимизация шумозащитных комплексов позволяет существенно (в 1,5–2,0 раза) снизить стоимость шумозащитных средств, увеличить конкурентоспособность изделия [6].

В нашей стране в 1991 году создано Российское Акустическое Общество по решению XI Всесоюзной акустической конференции. В настоящее время общество осуществляет свою деятельность в 49 регионах России, насчитывает более 500 членов из 120 различных научно-исследовательских институтов, университетов и других научных организаций [8]. С 1960–1970 гг. прошлого столетия во многих странах действуют стандарты по шуму и вибрациям машин. Они устанавливаются как различными международными организациями, так и национальными ведомствами. В России с 1976 года стал действовать первый отечественный основополагающий ГОСТ по шуму. В Англии в одной из первых стран был введен закон о борьбе с шумом, о контроле загрязнении окружающей среды, касающейся шума, расходы на мероприятия по борьбе с шумом, согласно этому закону, оплачиваются из суммы налогов, взимаемых в соответствии с платой за загрязнение окружающей среды [6].

В России принят Технический регламент по шуму и вибрации машин, который установлен в рамках свободного экономического пространства между странами Таможенного союза.

Подавление шума в самом источнике его возникновения является активным способом шумоглушения. Однако во многих случаях этот метод по тем или иным причинам не всегда удается применить. Тогда приходится прибегать к пассивным методам защиты от шума – это вибродемпфирование поверхностей, звукопоглощение, звукоизоляция [1].

В ближайшем будущем продолжится развитие методов, средств и систем виброакустической защиты. Также следует ожидать самого широкого применения компьютерного проектирования шумо- и виброзащитных конструкций, еще более интенсивного использования активных методов борьбы с шумом, появление новых методов измерений [6]. Активные методы борьбы с шумом, считаются одними из выдающихся достижений инженерной акустики за последние годы.

В число нерешенных на сегодня проблем входит непрекращающийся рост зашумленности городов, который, как правило, связан с урбанизацией и, вследствие этого, увеличением количества транспортной техники. Шум как фактор теперь учитывается при проектировании не только технических объектов, но и объектов строительно-дорожной отрасли.

С учетом ожидаемого подъема строительства дорог по территории Российской Федерации необходимо решать вопросы по созданию шумозащитных сооружений для защиты городов и поселков от воздействия звуковых волн.

На сегодняшний день известны различные акустические материалы и изделия из природного и искусственного сырья, как отечественных, так и зарубежных производителей. Однако известные акустические материалы и конструкции из них не всегда удовлетворяют требуемым условиям по их эксплуатации.

Наряду со многими факторами особое место принадлежит характеру звука, воздействующему на преграду. В реальных условиях городской среды встречаются различные случаи падения звука от различных источников на ограждающие конструкции, например, здания, расположенные вблизи от транспортных магистралей, находятся под воздействием углового падения звука, при этом увеличение этажности приводит к уменьшению звукоизоляции ограждающей конструкции [9].

С учетом распространения звукового давления необходимо создавать соответствующий звукоизоляционный или звукопоглощающий материал, обладающий требуемой структурой на основе соответствующих композиционных вяжущих и заполнителей [10–20]. В связи с возрастающими процессами шумозагрязне-

ния окружающей среды необходимы эффективные акустические материалы и конструкций для создания комфортных условий жизнедеятельности человека.

В БГТУ им. В.Г. Шухова разработаны теоретические основы синтеза композитов для защиты среды обитания от шумовой агрессии. За основу взяты положения геоники (геомиметики) позволяющие получить ячеистые структуры используемые для проектирования строительных композитов при защите от шумовой агрессии.

С использованием нетрадиционного, не имеющего аналогов в мировой практике, глинистых горных пород незавершенной стадии минералообразования, разработан комплекс строительных композитов для защиты зданий и сооружений, и среды обитания человека в целом, от шумовой агрессии [21–25]. Эти горные породы являются энергосберегающим сырьем подготовленными геологическими процессами для синтеза в ситеме: $\text{CaO-SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-H}_2\text{O}$ с образованием структуры на нано-, микро- и макроуровне, позволяющие защищать от опасных звуковых волн, преобразовывать их в безопасные для человеческой деятельности, а порризация этих сырьевых масс, позволяет получать эффективный акустические материалы с заданными свойствами.

С использованием сырьевых ресурсов РФ, в том числе, техногенного сырья, получены строительные композиты – пеностекло.

Оптимизация этих материалов в результате исследования аналогичных горных пород, в частности вспученных базальтов и вулканогенных осадочных пород, позволило сделать вывод о необходимости создавать пеностекло не с аморфной структурой межпористых перегородок, как обычно, а скрытокристаллической. Изменения, в связи с этим, в составах сырьевых масс, позволило получить пеностекло с характеристиками, не имеющих аналогов в мировой практике и применять их для защиты от шумовой агрессии.

Выводы. Для создания акустического комфорта в жилых, общественных, промышленных зданиях, а так же прилегающих территорий необходимо создание новых видов эффективных и экономически целесообразных акустических материалов и систем, отличающихся более высокими функциональными и эксплуатационными свойствами.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. <http://www.skachatreferat.ru/referaty/357975.html>
2. <http://www.install-pro.ru/archive/030/58.shtml>

3. Борисов Л.П. Звукоизоляция тонких ограждений при диффузном падении звука // Исследования по строительной акустике: Сб.тр.ин-та. М.: НИИСФ, ГОССТРОЙ СССР, 1981. С.58–62.
4. Радоуцкий В.Ю., Шаптала В.Г., Окунева Г.А. Исследование звукоизолирующих свойств строительных материалов и конструкций на основе пеностекла // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. № 4. 2008. С. 28–30.
5. <http://www.kodges.ru/nauka/135288-stroitelnye-materialy-materialovedenie>.
6. Иванов Н. И. Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом : учебник М. : Университетская книга, 2008. 424с.
7. Бьерно Л. Гидроакустика: от Аристотеля до наших дней //Акустический журнал. 2003. Т. 49. № 1. С. 30–37.
8. Акустический институт имени академика Н. Н. Андреева. [Электронный ресурс]. 2015. Режим доступа :<http://www.akin.ru>
9. Бобылев В.Н., Тишков В.А., Щеголев Д.Л. Руководство по расчету звукоизоляции светопрозрачных ограждающих конструкций при направленном падении звука: Учебное пособие. Нижний Новгород: Изд-во ННГАСУ, 2003. 40 с.
10. Lesovik V.S. Geonics. Subject and objectives. Belgorod: BSTU, 2012. 100 с.
11. Загороднюк Л.Х., Лесовик В.С., Шамшуров А.В., Беликов Д.А. Композиционные вяжущие на основе органо-минерального модификатора для сухих ремонтных смесей // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2014. № 5. С.25–31.
12. Загороднюк Л.Х., Лесовик В.С., Беликов Д.А. К проблеме проектирования сухих ремонтных смесей с учетом средств структур // Вестник Центрального регионального отделения РААСН, Выпуск 18. Москва. 2014. С. 112–119.
13. Лесовик В.С., Загороднюк Л.Х., Гайнутдинов Р. Специфика твердения строительных растворов на основе сухих смесей // Вестник Центрального регионального отделения Российской академии архитектуры и строительных наук. Белгород: РААСН, БГТУ им. В.Г.Шухова, 2014. С. 93–98.
14. Lesovik V.S., Zagorodnyuk L.H., Tolmacheva M.M., Smolikov A.A., Shekina A.Y., Shakarna M.H.I. Structure-formation of contact layers of composite materials // Life Science Journal. 2014. №11(12s). С. 948–953.
15. Kuprina A.A. Lesovik V. S., Zagorodnyuk L.H., Elistratkin M. Y. Anisotropy of Materials Properties of Natural and Man-Triggered Origin // Research Journal of Applied Sciences. 2014. № 9: С. 816–819.
16. Lesovik V. S., Chulkova I.L., Zagorodnyuk L. Kh., Volodchenko A. A., Popov D. Y. The Role of the Law of Affinity Structures in the Construction Material Science by Performance of the Restoration Works // Research Journal of Applied Sciences. 2014. №9. С 1100–1105.
17. Ильинская Г.Г., Лесовик В.С., Загороднюк Л.Х., Коломацкий А.С. Сухие смеси для отделочных работ на композиционных вяжущих // Вестник БГТУ им. В.Г.Шухова. 2012. №4. С.15–19.
18. Лесовик В.С., Загороднюк Л.Х., Ильинская Г.Г., Беликов Д.А. Сухие строительные смеси для ремонтных работ на композиционных вяжущих. Белгород: Изд-во БГТУ. 2013. 145с.
29. Лесовик В.С., Загороднюк Л.Х., Шамшуров А.В., Беликов Д.А. Композиционное вяжущее на основе комплексного органо-минерального модификатора для сухих ремонтных смесей // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2014. №5. С. 49
20. Лесовик В.С. Техногенный метасоматоз в строительном материаловедении // Международный сборник научных трудов Строительные материалы–4С. Новосибирск. 2015. С. 26–30.
21. Володченко А.Н., Лесовик В.С. Реологические свойства газобетонной смеси на основе нетрадиционного сырья // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2012. № 3. С. 45–48.
22. Володченко А.Н. Алюмосиликатное сырье для получения ячеистых бетонов // Международный научно-исследовательский журнал. 2014. № 7–1 (26). С. 36–38.
23. Володченко А.Н., Лесовик В.С. Автоклавные ячеистые бетоны на основе магнезиальных глин // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2012. № 5. С. 14–21.
24. Володченко А.Н. Влияние состава сырья на пластическую прочность газобетонной смеси // Научные труды SWorld. 2013. Т. 39. № 2. С. 45–49.
25. Володченко А.Н., Лесовик В.С., Алфимов С.И., Володченко А.А. Регулирование свойств ячеистых силикатных бетонов на основе песчано-глинистых пород // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2007. № 10. С. 4–10.

Zagorodniuk L.H., Lesovik V.S., Kaneva E.V., Kuchеров A.S.**ON THE ROLE OF NOISE AGGRESSION IN A COMFORTABLE ENVIRONMENT MAN**

Ensuring acoustic comfort in residential, public and industrial buildings is a relevant problem today in the world, because this factor significantly affects the quality of human life. The article presents information about the effects of noise as a negative factor on a person. In the construction of Modern construction projects and landscaping needs effective sound-insulating materials, characterized by high functional and performance properties. Acoustic materials must be cost competitive and meet complex requirements, combining acoustic, decorative and special properties.

Key words: sound pressure, sound wave energy absorbers, acoustics, acoustic materials, sound absorption, sound insulation.

Загороднюк Лилия Хасановна, доктор технических наук, профессор кафедры строительного материаловедения, изделий и конструкций.

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

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

E-mail: LHZ47@mail.ru

Лесовик Валерий Станиславович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой строительного материаловедения, изделий и конструкций.

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

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Канева Елена Вячеславовна, аспирантка кафедры строительного материаловедения, изделий и конструкций.

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

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Кучерова Анна Сергеевна, аспирантка кафедры строительного материаловедения, изделий и конструкций.

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

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

ОТ ИСТОРИИ СОЗДАНИЯ ДО СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ И ПЕРСПЕКТИВ РАЗВИТИЯ ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИИ*

mkosuhin@mail.ru

Представлен краткий анализ исторического и экономического развития жилищно-коммунального хозяйства России, позволяющий сделать выводы о современном состоянии отрасли. Показано, что на сегодняшний день она находится в катастрофическом состоянии. Необходим комплекс действенных мер руководства страны по выводу отрасли из кризисного состояния. Для оценки сложившейся ситуации необходим детальный анализ как в целом отрасли, так и ее подотраслей специалистами-профессионалами. Для решения стоящих перед отраслью задач необходимо провести разгосударствление, разработать конкретную нормативно-правовую базу, механизмы привлечения в отрасль высококвалифицированных специалистов. Обеспечить контроль обоснованности уровня тарифов на жилищно-коммунальные услуги и исключить посредников в лице управляющих компаний по оплате за реально потребляемые коммунальные ресурсы.

Ключевые слова: жилищно-коммунальное хозяйство, реформирование ЖКХ, история развития ЖКХ, жилищный фонд, жилищно-коммунальные услуги, ветхость и аварийность основных фондов, моральный и физический износ, приборы учета, капитальный ремонт.

Введение. В апреле 2017 года исполняется 368 лет со дня основания служб российского жилищного хозяйства (ЖКХ). За этот период отрасль из службы «Общественного благочиния» (Наказ Царя и Великого Князя всея Руси Алексея Михайловича о Градском благочинии апрель 1649 года) превратилась в совокупность целого ряда отраслей российской экономики, обеспечивающих функционирование инженерной инфраструктуры объектов ЖКХ застроенных территорий с муниципальными образованиями и населенными пунктами различной принадлежности.

Рассматривая эволюционный путь развития отрасли необходимо отметить, что на всех этапах исторического развития, с развитием человеческой мысли и научно-технического прогресса, она постоянно совершенствовалась. Так, 16 января 1721 года, Указом Государя Российского Петра Алексеевича функции «общественного благочиния» были переданы созданной к этому времени российской полиции. Петр I именовал полицию «душой гражданства и всех добрых порядков», связывал с полицией понятия «благосостояния населения», «запрещения излишеств в домовых расходах», «учинения добрых домовладельцев», «производства чистоты на улицах и в домах». При Петре I произошел расцвет садово-паркового искусства, возведенного им в ранг первостепенного государственного дела.

В 1804 году генералом Бауэром по приказу Императрицы Екатерины II был построен первый московский водопровод, а в конце XIX века была построена и первая канализация. В 1870 году была проведена городская реформа, в

соответствии с которой в 509 городах России вводились новые органы самоуправления – городские думы. Деятельность Думы ограничивалась вопросами здравоохранения, народного образования, хозяйственными проблемами. Первая станция очистки воды была построена в Петербурге в 1888 году. В 1898 году в Москве сооружена первая канализация.

К 1917 году на примерно 800 городов страны приходилось лишь 215 небольших водопроводов, 23 канализации, 35 трамвайных предприятий, 606 бань и 13 прачечных. В ноябре 1917 года в соответствии с Постановлением II съезда Советов в составе НКВД было создано Главное управление по делам местного хозяйства. Начался период централизации управления местным хозяйством.

Основная часть. Уроки отечественного прошлого опыта наглядно демонстрируют возможности применения мало известных и не применяемых в настоящее время механизмов и технологий. В работе [1] раскрыты вопросы, которые являются весьма актуальными для проведения реформ в жилищной сфере и коммунальном (городском) хозяйстве. Остановимся лишь на некоторых из них. Понятия «жилищный вопрос» и «жилищная нужда» в их современном понимании возникли в эпоху индустриализации и массового притока населения в города.

С ростом городов дом как материальный объект меняется. Происходит смена его конструкций, плана, фасадов, этажности, усложняются требования к его санитарному обустройству, пожарной безопасности и т.п. Начинаются изменения в правилах

расположения жилого дома: от свободного расположения на территории усадьбы, происходит переход к фасадической постановке дома по «красным линиям» улиц, изменяются и формы собственности на жилье, а также характер его использования. Преобладает личная собственность.

С развитием производства, разделением труда и массовым привлечением наемных работников в города при возросшем спросе на жилье возникает жилье, специально предназначенное для сдачи внаем («доходные дома»). Таким образом, в городах возникает и развивается жилищный рынок и жилищный бизнес.

В 70-ые годы девятнадцатого столетия на смену личных средств приходит кооперация малых капиталов в жилищной сфере. 1899 год признан переломным в разрешении жилищного вопроса. Именно в этом году на Парижской выставке с Эйфелевой башней соседствует Всемирная выставка жилища, с этого года страны Европы и Америки начинают принимать государственные жилищные Законы. Это означает признание того факта, что жилищную проблему можно разрешить лишь совместными усилиями частных лиц и властей.

С приходом Советской власти происходит жилищный передел и связанная с ним национализация (и муниципализация), приводящая к окончательному исчезновению хозяев жилья как лиц заинтересованных в его сохранении. В первые же годы такой политики в Москве оказывается разрушенным или приходит в полную негодность 11000 зданий, в том числе 7000 жилых, насчитывающих 41000 квартир.

В декабре 1919 года VII Всероссийский съезд Советов принимает курс на децентрализацию хозяйственного управления. В апреле 1920-го года в НКВД создается Главное Управление Коммунального Хозяйства (ГУКХ), а в губерниях Отделы Коммунального Хозяйства (Откомхозы), принимающие в ходе децентрализации полномочий «по вертикали» (от государственного Центра) и «по горизонтали» (от местных государственных органов) с целью преодоления разрухи. При отсутствии средств в соответствии с известным мировым опытом приоритеты отдаются сохранению и восстановлению жилья, новое строительство жилья отложено на будущее. В решении задачи сохранения и восстановления жилья выделяются три основных направления:

- ограничение вмешательства Советских органов в эксплуатацию жилых зданий;

- создание условий для поддержки инициатив населения по сохранению и восстановлению жилья;

- профессионализация эксплуатации жилья.

Введенная в 1921 году Новая Экономическая Политика (НЭП), допускает в ограниченных формах многоукладную собственность и рынки.

В рамках ограничения вмешательства Советских органов в эксплуатацию жилых зданий в 1921 году издается Декрет о разгрузке местных Советов от распределения и эксплуатации жилья.

В рамках мероприятий по созданию условий для поддержки инициатив населения по сохранению и восстановлению жилья в конце 1921 года выходит Декрет о демунICIPализации (приватизации) небольших жилых зданий (в 1924 году в Москве демунICIPализировано 7536 зданий из 27000, еще 2936 зданий взято в аренду частными лицами, таким образом около 10% населения проживает в частных домах). Возвращение жилья обуславливается обязательным проведением владельцами или пользователями необходимого ремонта.

ДемунICIPализации подлежали только небольшие дома, поэтому в 1922 году выходит Декрет «О жилищных товариществах». Здание передавалось в аренду Жилищному Товариществу, объединяющему проживающих в нем жителей. В 1924 году в Москве существовало 9358 Товариществ, занимающих 30,8 % жилых зданий, в которых проживало 3/4 населения Москвы.

В рамках направления по профессионализации эксплуатации жилья принимаются Декреты 1921 года «Об управлении домами» и 1926 «О бездефицитности ведения домовых хозяйств на основе самокупаемости». Во втором Декрете содержались рекомендации не выбирать, а нанимать специалистов, имеющих необходимое образование. Управдом становится важной фигурой восстановительного процесса. Союзы кооператоров организуют процесс обучения специалистов.

В результате действия принятых мер жилищный фонд страны к 1927 году был восстановлен до уровня наиболее успешного 1913 года российской экономики.

Весной 1927 года XV партконференция ВКП(б) принимает решение о резкой смене курса страны с упором на централизацию хозяйственного управления в связи с принятием программ Индустриализации, а затем и Коллективизации сельского хозяйства.

В 1931 году принимается Постановление июньского пленума ЦК ВКП(б) «О коммунальном хозяйстве» и создается Наркомат коммунального хозяйства, из которого впоследствии выйдут два центральных ведомства: по строительству и по жилищно-коммунальному хозяйству. Сворачивание НЭПа означает конец даже ограниченной многоукладной собственности и рынка. Начинается новая эпоха.

Исходя из вышеизложенного, необходимо отметить, что ситуация в российском ЖКХ двадцатых годов прошлого столетия, практически одн в один повторяется ровно через столетие. Подводя итог сказанному, как отмечено в работе [1], «остается дать только одну рекомендацию: для того, чтобы жилищная реформа в России стала успешной, необходимо спустить ее из заоблачных высот на грешную землю, не выдумывать отвлеченные подходы и механизмы, а воспользоваться богатым опытом как отечественных, так и зарубежных реформаторов. Именно в отрыве от реальной основы и заключается главная причина тех проблем, которые испытывает в настоящее время наша страна».

На сегодняшний день ЖКХ России занимает ведущее место в экономике страны, так как на его долю приходится более 26 % объема основных фондов экономики и в стоимостном выражении представляет 8 трлн. рублей. Численность работников в сфере ЖКХ более 3 млн. человек, 19 млн. объектов жилого фонда площадью почти 3 млрд. м², в том числе муниципальный жилищный фонд - 642,5 млн. м² или 22,5 %, государственный - 199,2 млн. м² или 7,0 %, частный - 1980,0 млн. м² или 69,4 %, общественный - 1,5 млн. м² или 0,1 %, смешанной формы собственности - 29,6 млн. м² или 1,0 %. ЖКХ потребляет более 20 % энергоресурсов страны.

Сегодня это самая неразгосударствленная отрасль экономики России. При этом состояние основных фондов ЖКХ характеризуется высокой степенью физического, морального и экономического износа и превышает 60%. Такое состояние разные источники интерпретируют по разному. При этом отмечается целый комплекс причин такого состояния, вплоть до несовершенства механизмов экономики советского периода в этой сфере.

Тем не менее, начиная с послевоенных лет прошлого столетия, объемы вводимого жилья устойчиво росли вплоть до 1990 года. Осуществлялось должное финансирование на проведение реконструкции и капитального ремонта жилищного фонда. Как показывают

реальные факты, основная причина нынешнего состояния ЖКХ заключается в том, что с начала экономических реформ в России 1990-х годов инвестиции в основные фонды были резко сокращены. В послсоветский период из-за резкого сокращения ремонта произошло нарастание объемов ветхого и аварийного жилья и объектов жизнеобеспечения. В 1990-е годы объемы строительства нового городского жилья упали до уровня 1950-х годов, и только лишь, начиная с 1999 года начался его рост. С 1999 по 2009 годы ежегодный объем жилищного строительства увеличился почти в два раза (с 32,0 млн.м² до 59,9 млн.м²) [2]. Таким образом, экономические реформы 90-х в стране сделали «свое дело» и в сфере ЖКХ. По состоянию на 2010 год нормативный срок в целом по отрасли отслужили более 60% основных фондов. По оценке Председателя Правительства «ЖКХ находится на грани катастрофы» [3]. Только на приведение изношенных фондов до нормативного состояния требуется более 6 трлн. рублей, которых по признанию властей сегодня у государства нет [4].

Учитывая, что ЖКХ составляет 26 % экономики страны на официальном уровне заявлено, что 26% основных фондов страны находятся в катастрофическом состоянии. Ввиду такого состояния основных фондов в отрасли с каждым годом увеличивается аварийность. По признанию министра регионального развития [5] «средства, которые затрачиваем на устранение аварийных и чрезвычайных ситуаций, сопоставимы с теми средствами, которые расходуются на подготовку отопительного сезона». Оборудование и коммуникации в одной из важнейших подотраслей ЖКХ – теплоснабжении находятся в изношенном состоянии. По данным Минэнерго РФ на 2002 год, «около 50 % объектов и инженерных сетей требуют замены, не менее 15 % находятся в аварийном состоянии. На каждые 100 км тепловых сетей ежегодно регистрируется в среднем 70 повреждений. Потери в тепловых сооружениях и сетях достигают 30 %» [6]. В марте 2010 года глава Минрегиона Виктор Басаргин заявил, что в 2009 году доля тепловых сетей, выслуживших установленные сроки, увеличилась до 32,7 %, а по водопроводным сетям – до 43,9 % [7]. В теплоснабжении с каждым годом растет число аварий. По его словам «главной причиной аварий является ветхость основных фондов», «надежность наших сетей остается крайне низкой» [8].

Ветхость и аварийность основных фондов не является единственной причиной их неудовлетворительного состояния. Весомый вклад в

такое состояние вносит некомпетентность и отсутствие элементарного профессионализма у управленцев и эксплуатационщиков. В отрасли работают люди не имеющие специального образования а, следовательно, не владеющие передовыми технологиями, новыми материалами, вопросами энерго- и ресурсосбережения. Поэтому основные фонды, объекты жизнеобеспечения государства, объекты недвижимости, создаваемые на протяжении длительного времени и определяющие экономическую мощь страны доверяются людям, не имеющим даже представлений об отрасли. Отсюда следует, что практически случайным, временным работникам, получившим знания в размере средней школы, доверяется управление собственностью, которой эффективно могут заниматься только высококвалифицированные, опытные менеджеры и которую могут обслуживать только хорошо обученные кадры, специализирующиеся на обслуживании именно этих сложных технических объектов. Работники ЖКХ должны представлять, как можно сохранить и даже преумножить рыночную стоимость вверенной им недвижимости, должны обладать определенной подготовкой и менталитетом, чтобы не нанести ущерб своей некомпетентностью, неспособностью реализовать комплексный подход в управлении сложной системой, отсутствием представлений о принятии превентивных мер и недопущении аварий. Недостаток образовательной базы у исполнителей всегда будет препятствовать внедрению интересных и нужных решений. Кроме того, здесь надо учитывать, что в стране в целом и регионах образовался дефицит в научных разработках и обоснованиях решений жилищно-коммунальных проблем. В обслуживании же жилищного фонда не сформировались лидеры, способные инициировать и лоббировать продвижение каких-то прогрессивных идей. В силу этого жилищно-коммунальное хозяйство страны оказалось в числе наиболее запущенных секторов экономики [11].

Одной из основных сфер нормального функционирования жилищного фонда, а именно многоквартирных домов, является лифтовое хозяйство. По оценкам Минрегиона России и Ростехнадзора России на территории Российской Федерации эксплуатируется порядка 490 000 лифтов, из них почти 90 % – пассажирские, ежедневно обеспечивающие перевозку населения в многоквартирных домах и административных зданиях. Непосредственно в жилищном фонде Российской Федерации эксплуатируется около 430 000 лифтов, из них более 35 % лифтов выработали свой ресурс и не соответствуют требованиям безопасности, ресурсосбережения,

пожарозащищенности, не обеспечивают доступность для инвалидов и маломобильных групп граждан, нуждаются в полной модернизации или замене [9].

Ввиду массовой застройки жилых многоэтажных домов в 80-е годы XX века доля лифтов, отработавших нормативный срок службы (25 лет), не соответствующих современным требованиям безопасности и комфорта, ежегодно значительно возрастает, уровень безопасности при эксплуатации таких лифтов постоянно снижается, не обеспечивается их бесперебойная работа, растут затраты на техническое обслуживание и ремонт, что в ближайшей перспективе может отразиться на безопасности и жизнедеятельности населения [10].

Необходимо отметить, что состояние отрасли значительно хуже, чем по официальным существующим показателям. Компетентные источники подвергают сомнению многие показатели отрасли, приводимые Госкомстатом и различающиеся с данными Госстроя. Так, например, по словам проректора Государственной академии повышения квалификации и переподготовки кадров для строительства и жилищно-коммунального хозяйства России Е. Румянцевой [11], показатель обеспеченности россиян жильем растет во многом из-за того, что «Госкомстат меняет методику оценки жилищного фонда, включая в него все новые объекты (гостиницы-приюты, дома для престарелых, помещения служебного пользования и пр.)». При этом, по ее мнению, Госкомстат занижает реальные цифры износа по сравнению с оценками Госстроя.

На сегодняшний день более 300 млн. м² (11 % всего жилищного фонда) нуждается в неотложном капитальном ремонте и переоборудовании коммунальных квартир для посемейного заселения; 250 млн. м² (9 %) в реконструкции. Около 20 % городского жилищного фонда еще не благоустроено, а в малых городах каждый второй дом не имеет полного инженерного обеспечения. В целом в России в неблагоустроенных квартирах проживает около 40 млн. человек.

Из-за сложившегося экономического положения в стране, дефицита бюджета всех уровней на содержание и ремонт жилищного фонда, из года в год увеличивается подлежащий сносу ветхий и аварийный жилищный фонд с износом более 70 %. Если в 1995 году он составлял 37,7 млн. м², то в настоящее время он насчитывает 88,7 млн. м² или 3,1 % от всего жилищного фонда, в котором проживает около 5,0 млн. человек (3,4 % населения страны).

Анализируя вышеизложенное необходимо отметить, что отношение к отрасли ЖКХ носило

всегда потребительский характер. Финансирование осуществлялось по остаточному принципу, накапливались долги. Все это привело к тому, что основная отрасль жизнеобеспечения населения страны требует принятия координальных мер и действий, коренного пересмотра проводимых жилищно-коммунальных реформ. Поэтому сегодня перед отраслью стоят проблемы первостепенной важности к которым можно отнести, по мнению многих руководителей предприятий ЖКХ [11], следующие:

- неразгосударственная система;
- сохранение нерыночных принципов функционирования. Административное управление;
- затратность в ведении хозяйства;
- непрозрачность формирования тарифов;
- отсутствие информированности населения по процедурам затрат;
- низкая инвестиционная привлекательность;
- наличие большой задолженности;
- необязательность (в том числе бюджета) всех участников процесса по отношению друг к другу в оплате услуг;
- высокий процент изношенности коммунальной инфраструктуры и в целом основных фондов;
- доля убыточных МУПов – 58 %;
- самоуправление собственников жилья находится на начальной стадии формирования;
- количество ТСЖ, ЖСК и ЖК по итогам 2005 года составило 5,9 %;
- инертность всех участников. Нет инициативы как со стороны собственников, так и со стороны местных властей;
- усложненный порядок формирования ТСЖ;
- у населения велики ожидания помощи от государства;
- огромная боязнь будущих затрат на капитальный ремонт;
- не проведены в полном объеме инвентаризация и регистрация имущества ЖКХ, что не дает возможность оценить состояние отрасли;
- высокие риски для инвесторов;
- действие договоров на период полномочий глав муниципальных образований, что влияет на инвестиционный климат не в лучшую сторону;
- отсутствие правоустанавливающих документов на объекты коммунальной инфраструктуры;

- порядок взыскания долгов крайне усложнен;
- наличие перекрестного субсидирования;
- тарифное регулирование с ограничителем и не носит долговременного характера;
- финансовые потоки на оплату субсидий и льгот осуществляются в натуральной форме.

В рамках перспектив выхода из сложившейся в отрасли ситуации нельзя не упомянуть об уже действующих и реализуемых на практике Федеральных Законах, актах Президента и Правительства Российской Федерации, актах Федеральных органов исполнительной власти в области государственной политики и нормативно-правового регулирования жилищно-коммунальной сферы.

Начиная с 1997 года – концепции реформы жилищно-коммунального хозяйства в Российской Федерации принимался целый комплекс федеральных и региональных программ по развитию ЖКХ. Тем не менее, сегодня приходится констатировать, что основные мероприятия этих программных документов не выполнены и не выполняются. Не разработаны нормативно-правовая база, не проведено разгосударствление эксплуатационных организаций ЖКХ, не определены подходы к отбору на конкурсной основе управляющей и обслуживающей структур этих организаций, не обеспечен контроль обоснованности уровня тарифов на жилищно-коммунальные услуги, не введены методы антимонопольного регулирования при установлении тарифов, не дифференцированы ставки оплаты жилья в зависимости от его качества и местоположения, не монополизирована деятельность организаций жилищно-коммунального хозяйства, не установлены индивидуальные приборы учета и регулирования потребления воды, газа и других энергоресурсов, не отлажен механизм привлечения средств для развития городской жилищно-коммунальной инфраструктуры с использованием различных источников инвестирования и т.д.

Распоряжением Правительства РФ от 26.01.2016 г. №80-р принята Стратегия развития жилищно-коммунального хозяйства в Российской Федерации на период до 2020 года. На сегодняшний день существует много комментариев этой Стратегии специалистами разных уровней и все они, к большому сожалению, сводятся к единому мнению – утвержденная Стратегия далека от совершенства. Данный документ должен был однозначно и четко описывать поэтапную реализацию ключевых вопросов

государственной политики в области регулирования и развития ЖКХ. Здесь необходимо отметить следующее, регулирование и развитие любой сферы жизнедеятельности должно начинаться с создания или реанимирования этой сферы. Отрасль ЖКХ, как отмечалось выше, более чем на 60 % нуждается в модернизации, реновации, санации, реконструкции, капитальном ремонте и т.д. Закономерно возникает вопрос, как можно регулировать и развивать такое состояние отрасли. Ответом на поставленный вопрос может послужить цитата из комментария к Стратегии председателя общественной организации «Защита прав собственников ЖКХ» г. Ижевска – А. Меркушева «не погрешу против истины если скажу, что российское жилищное коммунальное хозяйство живо не благодаря, а вопреки принимаемым нововведениям. Пока есть профессионалы и активные собственники жилья, отрасль будет жить» [12].

Выводы. Таким образом, вышеизложенное позволяет сделать вывод о том, что вопрос приоритетов и механизмов реформирования отечественного ЖКХ на сегодняшний день остается открытым. Любой программный документ должен начинаться с детального профессионального анализа существующей в отрасли ситуации высококвалифицированными специалистами. И только после этого проводить внедрение мероприятий, направленных на выход отрасли из сложившейся ситуации и дальнейшее ее совершенствование и развитие.

** Статья подготовлена в рамках мероприятий Программы стратегического развития БГТУ им. В.Г. Шухова на 2012-2016 годы по проекту «Теплофизические аспекты расчетно-экспериментальной оценки энергетической эффективности ограждающих конструкций при эксплуатации и реконструкции гражданских зданий»*

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Говоренкова Т.М., Савин Д.А. Жилищно-арендная кооперация. Опыт новой экономической политики и возможность его применения

в современной России, Жилищный альманах. М. 1999.

2. Ввод в действие жилых домов в Российской Федерации
https://ru.wikipedia.org/wiki/Жилищно-коммунальное_хозяйство_России#cite_note-8

3. Д.Медведев: Более 60 % фондов в ЖКХ отслужили свой срок :: Политика :: Top.rbc.ru
<http://www.rbc.ru/politics/23/11/2010/5703e0a49a79473c0df17416>

4. Срочная реформа ЖКХ, или на грани катастрофы («Обзор прессы»): Голос России
<https://ria.ru/radio/>

5. Министерство Регионального развития РФ – Новости
https://archive.is/20130417085546/www.minregion.ru/press_office/news/314.html

6. Концепция развития теплоснабжения в России, включая коммунальную энергетику, на среднесрочную перспективу – РосТепло. RU
http://www.rosteplo.ru/Npb_files/npb_shablon.php?id=27

7. Большинство коммунальных аварий связано с недостатком инвестиций в ЖКХ | Общество | Лента новостей «РИА Новости»
<https://ria.ru/society/20100316/214683088.html>

8. Басаргин: Причина аварий – ветхость коммунального фонда – ЖКХ, отопление – Новости Санкт-Петербурга и Москвы, новости Украины и Кавказа, мировые новости, новости экономики – Р...
<http://www.rosbalt.ru/2009/12/24/700069.html>

9. 2-е Всероссийское совещание «Перспективы развития лифтового комплекса Российской Федерации в современных условиях»
https://archive.is/20131016073840/www.minregion.ru/press_office/news/1642.html

10. Резолюция Всероссийского совещание «Перспективы развития лифтового комплекса Российской Федерации в современных условиях»
<http://minregion.ru/upload/documents/2010/11/101108-101014.pdf>

11. Некоторые индикаторы развития ЖКХ России
http://vasilieva.narod.ru/ptpu/9_4_03.htm

12. Стратегия развития ЖКХ
http://www.survey-invest.com/object_681206/

Kosukhin M.M.

FROM THE ORIGIN TO THE CURRENT STATE AND PROSPECTS OF HOUSING AND UTILITIES INFRASTRUCTURE DEVELOPMENT IN RUSSIA

There is presented the brief analysis of historical and economic development of housing and utilities infrastructure in Russia, which allows making conclusion about the current state of the sector. As it was shown, currently it is in disastrous state. To steer this sector out of crisis a set of effective measures from the authorities is needed. To evaluate the existing situation the sector, as well as its sub-sectors, should be thoroughly analyzed by professional specialists. In order to solve the problems, which the housing and utilities sector is facing, the destatization should be carried out and the accurate regulatory and legal framework and the

mechanism of attracting highly-skilled professionals should be developed. The price reasonableness for housing and utilities services should be also controlled, and the intermediate sellers represented by management companies of the consumed utility services should be excluded.

Key words: *housing and utilities infrastructure, housing and utility sector reforming, the history of housing and utilities sector, housing properties, housing and utilities services, dilapidated and hazardous dwelling funds, obsolescence and physical deterioration, metering instruments, capital repairs.*

Косухин Михаил Михайлович, кандидат технических наук, профессор кафедры строительства и городского хозяйства.

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

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

E-mail: mkosuhin@mail.ru

Лебедев В.М., канд. техн. наук, доц.,
Ломтев И.А., аспирант

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СИСТЕМА РЕКОНСТРУКЦИИ ОБЪЕКТОВ

lebedev.lebedev.v.m@yandex.ru

Рассмотрены основные понятия и общая схема функциональной системы, адаптированной для решения инженерных проблем, а также необходимость системного анализа и системного подхода в современных условиях при реконструкции объектов.

Ключевые слова: системотехника, реконструкция объектов, поточные методы строительства.

В функциональных системах разработана совершенно определённая операциональная рабочая архитектура со специфичным механизмом и со специфичными свойствами, которая допускает постановку вопроса в аналитическом плане. В функциональной системе есть стадия афферентного синтеза, на которой решается вопрос, какой результат должен быть получен. Введение физиологических детерминистических понятий позволило определить целое как нечто запрограммированное в конкретных афферентных параметрах будущего результата [1–3].

Акцептор действия - это аппарат, который примет решение, получив какой-то результат, закодирует все свойства этого результата до того, как он будет реализован. В момент принятия решения идёт процесс, намного опережающий события. Он формируется не поступательно и уже имеет закодированный в ведущих параметрах результат, который может быть получен через минуты, часы, дни, месяцы, годы. Оперевание событий есть прежде всего активное поддержание поставленной цели до момента её реализации. Специфичность системы работы мозга состоит в том, что он не только отражает пространственно-временной континуум, но благодаря особой способности живого вещества, кроме всего прочего, накапливает опыт прошлого. Это свойство человеческого мозга выражается в способности через континуум строить оперевание событий. Эта способность живого была очень широко использована на всём протяжении эволюции [1–3].

В начале 70-х годов прошлого столетия А.А. Гусаковым [4–6] была начата адаптация теории функциональных систем в качестве методологической основы исследования инженерных проблем строительного производства с учётом следующих положений:

- биологические системы, на основе которых была разработана эта теория, являются наиболее высокоорганизованными системами, приспособляемость, гибкость, надёжность, экономичность которых является пока недостижи-

мой мечтой при создании искусственных технических систем, таких как строительные объекты;

- теория функциональных систем за многолетний период своего развития имела многочисленные практические приложения во многих отраслях науки и техники, что подтвердило ее универсальность, практическую значимость и применимость;

- ТФС в отличие от многочисленных зарубежных системных теорий того времени имела ясно выраженную материалистическую философию опережающего отражения действительности.

Основополагающее исходное положение ТФС заключается в том, что конкретный результат функционирования системы является системообразующим фактором. Использование принципов ТФС в системотехнике 60-х годов прошлого века перевело ее из науки о гомогенных системах (от греч. *homogenes* - однородный) в науку о гетерогенных системах (от греч. *heteros* - другой, часть сложного слова соотв. рус. «разно»), каковыми являются системы биологических организмов.

Рассмотрим основные понятия и общую схему функциональной системы, адаптированной для решения инженерных проблем реконструкции объектов (рис. 1):

- афферентный синтез - интеграция информации (программа интеграции), подготовка принятия решения, завершается афферентным толчком;

- прямая и обратная афферентация (ПА, ОА) - прямая и обратная связь; разновидности ПА - обстановочная, предпусковая, пусковая; формируется на основе афферентной информации, представляющей интерес для афферентного синтеза;

- афферентная модель - информационная модель результата, формируется в акцепторе результата действия, виртуальный процесс или объект в строительстве - ВОС;

- акцептор результата действия - аппарат предвидения потребного (заданного) резуль-

тата: какой, где и когда должен быть получен результат.

Программирование (проектирование) параметров результата:

- рецепторы - анализаторы и датчики параметров промежуточного и конечного результатов действия;
- эфферентный синтез - формирование программы действия и способа достижения адаптивного результата; завершающая стадия целенаправленного поведения;
- системокванты - дискретные единицы интегративно-системной деятельности;
- эффекторы действия - механизмы осуществления действия;
- мотивация и подкрепление - критические состояния, разделяющие поведенческий или

технологический процесс на дискретные отрезки – системокванты - по схеме «стимул - реакция - саморегуляция»; в строительстве в качестве мотивации могут выступать завершение объекта или его части (участка, блока, вида работ и т. д. - кванта) с соответствующей стимуляцией (материальной, моральной, административной), а в качестве подкрепления - открытие нового фронта работ для получения нового кванта;

- системогенез - избирательное созревание различных функциональных систем и их отдельных компонентов, процесс становления, совершенствования и старения системоквантов в течение индивидуальной жизни организма (от рождения до смерти) или жизненного цикла технологического объекта.

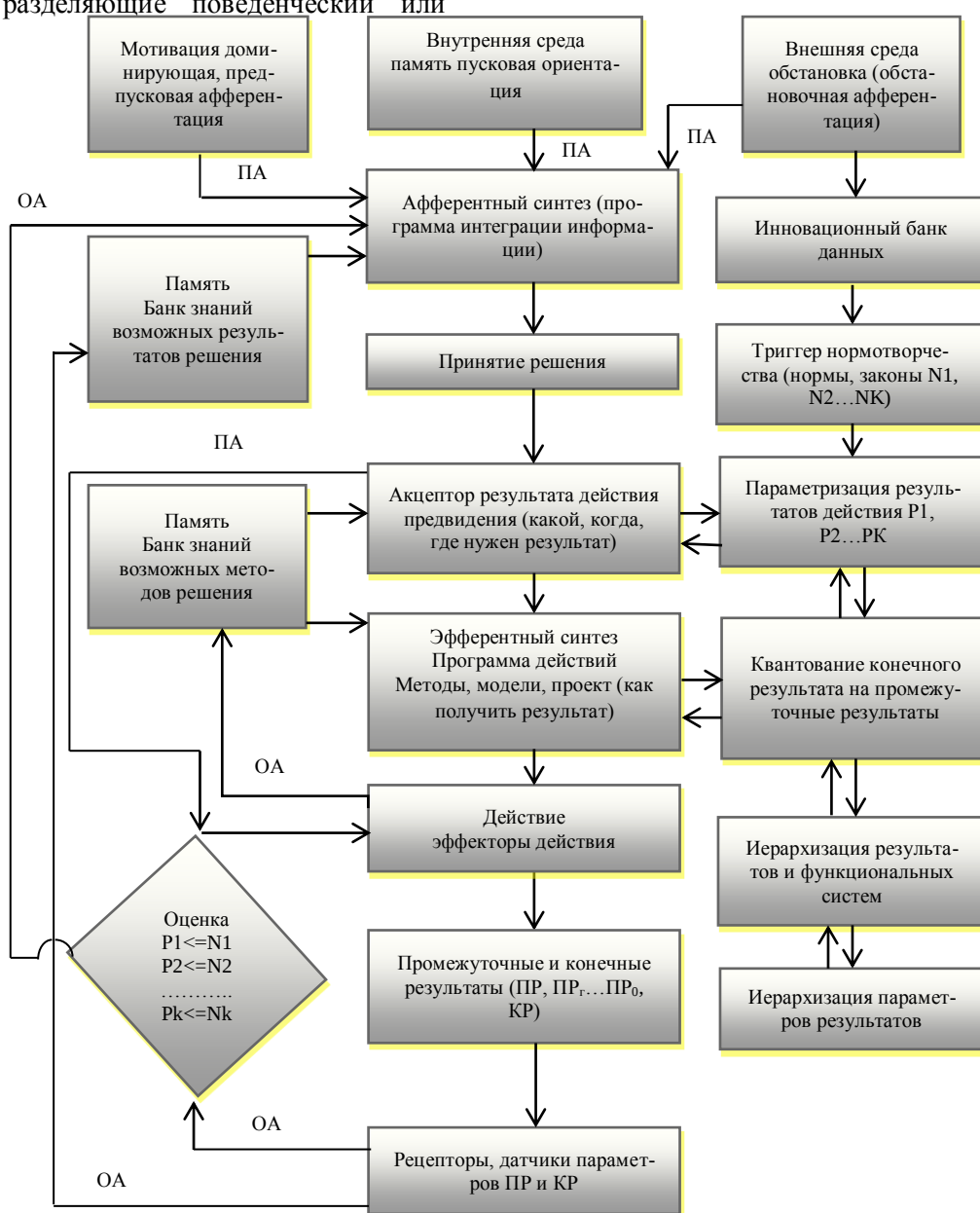


Рис. 1. Общая схема функциональной системы (функциональный континуум технологических процессов и объектов): ПА. ОА – прямая и обратная афферентации; p1, p2, ..., pk и r1, r2, ..., rk – нормативы и параметры промежуточных и конечного результатов

Системогенез определяет совершенствование процессов афферентного синтеза, принятия решений, акцептора результата действия и эфферентного синтеза; разновидности системогенеза: онтогенез - процесс индивидуального развития от зарождения до смерти, филогенез - происхождение, эволюция организмов и отдельных его групп, эмбриогенез - развитие эмбриона, гетерогенез - смена способов размножения и др.;

- центр системы - мозг живого организма, для технологических систем - ситуационный центр с банком данных и знаний [7–11, 15, 16].

«Результативный» принцип теории функциональных систем оказался весьма плодотворным в системах строительного производства, где сложность иерархии, множество целей, неподчинённость и ненадёжность критериев по отдельным подсистемам делают весьма актуальным достижение конечного результата по вводу и функционированию объектов строительства. Именно результат в строительном производстве, как системообразующий фактор, требует переориентации многих организационно-технологических и управленческих решений, которые ещё часто принимаются без подчинения их достижению конечного результата на универсальной основе системности [7, 8, 12–16].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Анохин П.К. Избранные труды: кибернетика функциональных систем; под ред. К.В. Судакова / Сост. В.А. Макаров. М.: Медицина, 1998. 400 с.
2. Анохин П.К. Избр. тр. философские аспекты теории функциональной системы. Изд-во «Наука» М., 1978. 400 с.
3. Анохин П.К. Теория функциональной системы. Биологические аспекты кибернетики. М.: Наука, 1978. 236 с.
4. Гусаков А.А. Организационно-технологическая надёжность строительного производства (в условиях автоматизированных систем проектирования). М. Стройиздат, 1974. 252 с.
5. Гусаков А.А. Основы проектирования организации строительного производства (в условиях АСУ). М.: Стройиздат, 1977. 285 с.
6. Гусаков А.А. Системотехника строительства.- М.: Стройиздат, 1983. 440 с.
7. Гусаков А.А. Новая парадигма строительной деятельности защитит нашу жизнь. Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2004. №5. С. 15–18.
8. Информационные модели функциональных систем /под ред. К.В.Судакова и А.А. Гусакова. М. Фонд «Новое тысячелетие», 2004. 304 с.
9. Умрюхин Е.А. Целенаправленное поведение и самообучение живых организмов. Известия Академии наук. Теория и системы управления. 2003. №3. С. 114–124.
10. Управление строительными инвестиционными проектами: Учебное пособие; под общ. ред. В.М. Васильева, Ю.П. Панибратова; / Изд-во АСВ;- М.: СПб., 1997. 307 с.
11. Ильин Н.И., Лукманова И.Г., Шапиро В.Д. и др Управление проектами. СПб.: «Два-Три», 1996. 610 с.
12. Системотехника. (Под ред. А.А. Гусакова). М.: Фонд «Новое тысячелетие», 2002. 768с.
13. Системотехника строительства. Энциклопедический словарь; под ред. А.А. Гусакова. М.: Фонд «Новое тысячелетие», 1999. 432 с.
14. Системотехника строительства. Энциклопедический словарь; под ред. А.А. Гусакова. М.: изд-во АСВ, 2004. 320 с.
15. Лебедев В.М. Системотехника управления проектами реконструкции городской застройки. Белгород: Изд-во БГТУ, 2012. 230 с.
16. Лебедев В.М. Системотехника управления проектами реконструкции городской застройки. Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2015. 254 с.

Lebedev V.M., Lomtev I.A.

RECONSTRUCTION DESIGN OF BRICK HOUSE WITH SISTEMOKVANTOV PROCESSES

Describes the basic concepts and General scheme of the functional system adapted for the solution of engineering problems and the need of system analysis and system approach in modern conditions when reconstruction of objects.

Key words: *systems engineering, reconstruction, in-line construction methods.*

Лебедев Владимир Михайлович, кандидат технических наук, доцент кафедры строительства и городского хозяйства.

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

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

E-mail: lebedev.lebedev.v.m@yandex.ru

Ломтев Игорь Александрович, аспирант кафедры строительства и городского хозяйства.

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

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

E-mail: Lomtew_igor@list.ru

DOI: 10.12737/22764

Рязанов М.А., аспирант,
 Шишов И.И., канд. техн. наук, проф.,
 Рощина С.И., д-р техн. наук, проф.,
 Лукин М.В., канд. техн. наук, доц.

Владимирский государственный университет
 имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых

РАСЧЕТ ИЗГИБАЕМЫХ ЭЛЕМЕНТОВ С УЧЕТОМ ФИЗИЧЕСКОЙ НЕЛИНЕЙНОСТИ ДЕФОРМИРОВАНИЯ

makc85@bk.ru

Предлагается алгоритм расчета железобетонных изгибаемых элементов с учетом физической нелинейности деформирования бетона и арматуры. Используются рекомендуемые российскими нормами трехлинейная диаграмма состояния бетона и двухлинейная – растянутой арматуры. Задача решается приближенным методом упругих решений. В каждом приближении используется метод конечных разностей, позволяющий определять жесткости балки индивидуально для каждой из точек $j = 1, 2, \dots, n$, нанесенных на балку с некоторым малым шагом. Предложен способ определения кривизны изогнутой оси балки, изгибающего момента, жесткости, а также напряжений в арматуре растянутой и сжатой зон, соответствующие любой деформации наиболее напряженного волокна бетона сжатой зоны от 0 до предельного значения ε_{b2} . Приводится решение для неразрезной трехпролетной балки.

Ключевые слова: нелинейность деформирования, деформации и перемещения, диаграммы состояния бетона и арматуры, жесткость и кривизна изогнутой оси изгибаемого элемента. деформации наиболее напряженного волокна бетона сжатой зоны, высота упругой, упруго-пластической и пластической зон.

Нелинейность деформирования составляющих железобетона приводит к тому, что жесткость элементов конструкций оказывается переменной и по длине и в зависимости от уровня напряженного состояния. Деформации и связанные с ними перемещения возрастают прогрессирующе и не только при увеличении нагрузки, но и с течением времени. Связанные с этим затруднения в исследовании деформирования заставляют быстро развиваться строительную механику железобетонных конструкций. Проблеме посвящены многие монографии, например [1–8], и научные статьи [9], [10].

Нормы [11] предписывают выполнять расчеты железобетонных конструкций по предельным состояниям первой и второй групп по напряжениям, усилиям, деформациям и перемещениям, определенным с учетом физической нелинейности (неупругих деформаций бетона и арматуры) и возможного образования трещин. Предлагается две диаграммы состояния сжатого бетона и две – растянутой арматуры. В работе [12] приводится сравнительный анализ результатов лабораторного исследования балок, рассчитанных по этим диаграммам, а также по европейскому [13] и международному [14] кодам. Для расчетов по предельным состояниям второй группы по российским нормам рекомендуется трехлинейная диаграмма состояния сжатого бетона.

В нашей работе предлагается алгоритм расчета изгибаемых элементов в соответствии с предпосылками, принятыми в СП [11]:

- гипотезой плоских сечений;
- трехлинейной диаграммой состояния бетона сжатой зоны (рис. 1);
- двухлинейной диаграммой состояния арматуры;
- учетом работы бетона растянутой зоны с помощью коэффициента $\psi_s = 1 - 0,8 \frac{M_{crc}}{M}$, где M_{crc} – момент образования трещин, M – момент от внешней нагрузки.

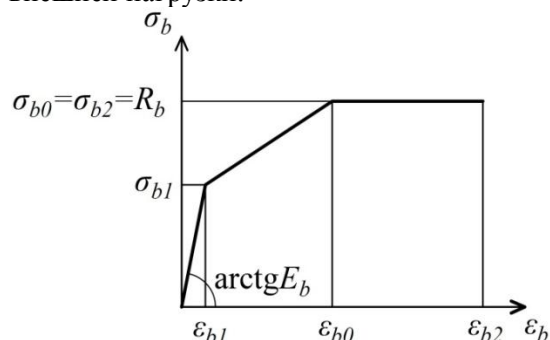


Рис. 1. Трехлинейная диаграмма состояния сжатого бетона

Момент M_{crc} определяется с учетом неупругих деформаций бетона растянутой зоны.

Жесткость элемента определяется по деформации наиболее напряженного волокна бетона сжатой зоны ε_b . Различаются два случая.

Случай 1: $\varepsilon_{b1} \leq \varepsilon_b \leq \varepsilon_{b0}$,

$\varepsilon_{b1} = 0.6R_b/E_b$, $\varepsilon_{b0} = 0.002$ – характерные параметры диаграммы состояния бетона;

R_b , E_b – расчетное сопротивление на сжатие и модуль упругости бетона.

На рисунке 2 показаны эпюры деформаций и напряжений в бетоне сжатой зоны высотой x .

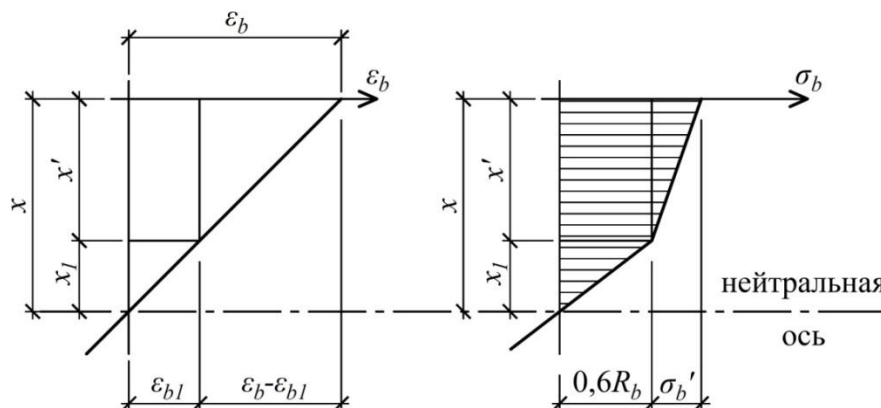


Рис. 2. Эпюры деформаций и напряжений в бетоне сжатой зоны при $\varepsilon_{b1} \leq \varepsilon_b \leq \varepsilon_{b0}$

Для элемента прямоугольного поперечного сечения шириной b равнодействующая напряжений в бетоне сжатой зоны определится формулой:

$$N_b = bR_b[0.3p + (1-p)(0.6 + 0.2q)]x \quad (2).$$

Усилия в арматуре сжатой и растянутой зон представятся в виде:

$$N'_s = E_s A'_s \varepsilon_b (x - a')/x;$$

$$N_s = E_s A_s / \psi_s \varepsilon_b (h_0 - x)/x \quad (3).$$

A'_s , A_s – сечение арматуры сжатой и растянутой зон соответственно; $E_s A'_s$, $E_s A_s / \psi_s$ – жесткость арматуры сжатой и растянутой зон; a' , h_0 – расстояние от центра арматуры сжатой зоны до кромки бетона и рабочая высота поперечного сечения элемента.

Из уравнения равновесия

$$N_b + N'_s - N_s = 0 \quad (4)$$

определяется высота сжатой зоны x , а затем кривизна изогнутой оси $K = \varepsilon_b/x$, напряжения в сжатой и растянутой арматуре, изгибающий момент M и жесткость элемента $g = M/K$.

При этом контролируется выполнение неравенств $\sigma_s \leq R_s$ и $\sigma'_s \leq R_{sc}$.

σ_s , R_s и σ'_s , R_{sc} – напряжения и расчетные сопротивления растянутой и сжатой арматуры.

При нарушении первого или второго неравенства принимается соответственно $N_s = R_s A_s / \psi_s$ или $N'_s = R_{sc} A'_s$, и уравнение (4) решается заново.

x_1 – высота упругой зоны; x' – высота упруго-пластической зоны. Вводятся соотношения:

$$\varepsilon_{b1}/\varepsilon_b = p; (\varepsilon_b - \varepsilon_{b1})/(\varepsilon_{b0} - \varepsilon_{b1}) = q \quad (1).$$

Тогда $x_1 = px$; $x' = (1-p)x$; $\sigma'_b = 0.4R_b q$.

Случай 2: $\varepsilon_{b0} \leq \varepsilon_b \leq \varepsilon_{b2}$,

$\varepsilon_{b2} = 0.0035$ – предельная деформация сжатого бетона.

На рисунке 3 показаны эпюры деформаций и напряжений для бетона сжатой зоны.

x – высота сжатой зоны; x_1 , x' , x'' – высоты упругой, упруго-пластической и пластической зон соответственно. Вводятся соотношения:

$$\varepsilon_{b1}/\varepsilon_b = p; (\varepsilon_{b0} - \varepsilon_{b1})/\varepsilon_b =$$

$$= q; (\varepsilon_b - \varepsilon_{b0})/\varepsilon_b = r \quad (5).$$

Тогда: $x_1 = px$; $x' = qx$; $x'' = rx$.

Для элемента прямоугольного поперечного сечения шириной b равнодействующая напряжений в бетоне сжатой зоны определится формулой:

$$N_b = bR_b(0.3p + 0.8q + r)x \quad (6).$$

Усилия в арматуре сжатой и растянутой зон определяются как в случае 1. Из уравнения (4) определяется высота сжатой зоны x , а затем, как и в случае 1, – кривизна изогнутой оси, напряжения в арматуре, изгибающий момент M и жесткость элемента g .

Задача решается методом конечных разностей [15]. В качестве основных неизвестных принимаются прогибы элемента в точках $j = 1, 2, 3, \dots, n$, намеченных на элементе с малым шагом h . Для каждой точки j составляется уравнение равновесия участка стержня длиной h . Входящие в уравнение поперечные силы выражаются через изгибающие моменты, а моменты – че-

рез прогибы из основного дифференциального уравнения изогнутой оси стержня $d^2v/dx^2 = -M/g$. Представляя производную в конечно-разностной форме, для точки j получаем:

$$M_j = \frac{g_j(2v_j - v_{j-1} - v_{j+1})}{h^2} \quad (7),$$

где g_j – жесткость стержня в точке j ; v_j, v_{j-1}, v_{j+1} – прогибы в соответствующих точках.

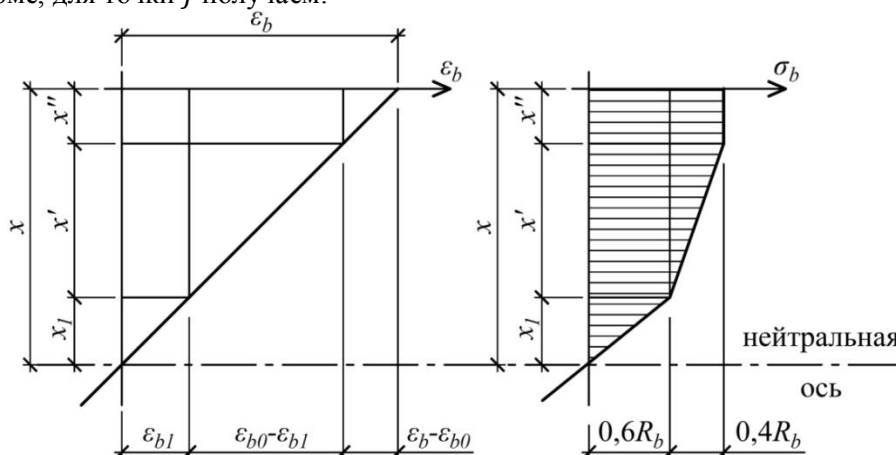


Рис. 3. Эпюры деформаций и напряжений в бетоне сжатой зоны при $\varepsilon_{b0} \leq \varepsilon_b \leq \varepsilon_{b2}$

При составлении уравнений для точек, примыкающих к концам стержня, используются статические или кинематические граничные условия, позволяющие выразить перемещения в законтурных точках (за пределами ряда $j = 1, 2, \dots, n$) через перемещения в точках ряда. Из решения полученной системы определяются прогибы стержня в намеченных точках.

Железобетонный элемент деформируется физически нелинейно. Изгибная жесткость его с ростом уровня напряжений уменьшается, и в разных точках j , намеченных на его длине, оказывается разной. Задача решается методом упругих решений: выполняется ряд решений для упругого линейно деформируемого стержня, жесткости которого для каждого следующего решения вычисляются по результатам предыдущего на основе принятых предпосылок как это показано выше.

Для решения задачи в целом избран следующий алгоритм. Для стержня определяется момент образования трещин M_{crc} и соответствующие ему величины: деформация крайнего волокна бетона сжатой зоны ε_b , кривизна изогнутой оси K , изгибная жесткость g . Принимается, что начальные жесткости стержня сохраняются неизменными до момента $0.5M_{crc}$, а в интервале $0.5M_{crc} - M_{crc}$ жесткости, моменты, деформации ε_b и кривизны K изменяются по линейному закону.

Вычисляются моменты, кривизны и жесткости для деформации крайнего волокна бетона сжатой зоны $\varepsilon_b = \varepsilon_{b1}$ и принимается, что жесткости (а также моменты, деформации и кривизны) в интервале $M_{crc} - \varepsilon_{b1}$ изменяются по линейному закону.

Интервал $\varepsilon_{b1} - \varepsilon_{b0} - \varepsilon_{b2}$ делится на малые отрезки по $\varepsilon_b = 0.00001$, и создается таблица значений моментов, деформаций, кривизн, жесткостей и напряжений в арматуре растянутой и сжатой зон. Получив в очередном решении кривизну в точке j , мы находим в таблице строчку и готовую жесткость для следующего решения. Это упрощает программирование и ускоряет решение задачи.

На рисунке 4 приводится поперечное сечение балки и графики изменения изгибающего момента, кривизны изогнутой оси и жесткости балки при изгибе ее в диапазоне деформации наиболее напряженного волокна бетона сжатой зоны от 0 до предельного значения $\varepsilon_{b2} = 0.0035$. При $\varepsilon_b = 0.0018$ все линии имеют излом. Объясняется это тем, что напряжения в арматуре растянутой зоны достигают расчетного сопротивления R_s и перестают увеличиваться.

На рисунке 5 приводятся эпюры прогибов, изгибающих моментов и жесткостей неразрезной трехпролетной балки, сечение которой показано на рис. 4. Показанная внешняя нагрузка подобрана из расчета по предельному состоянию второй группы, как предельная по условию жесткости балки: максимальный прогиб 29.38 мм при предельно допустимом значении 30 мм.

Предельным по прочности принимается состояние, при котором или деформация наиболее напряженного волокна бетона сжатой зоны достигает предельной величины $\varepsilon_{b2} = 0.0035$, или деформация растянутой арматуры – предельного значения $\varepsilon_{s2} = 0.025$.

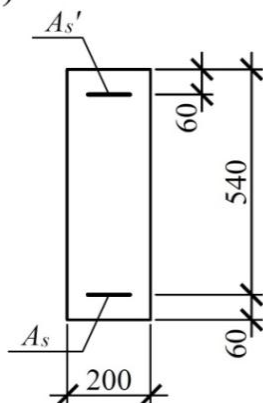
При этом принимаются расчетные характеристики материалов для предельных состояний первой группы. В нашем примере предельная

нагрузка определена деформациями бетона и составила 0.88 от предельной по жесткости.

Увеличение сечения арматуры сжатой зоны на 25 % повысило предельную по жесткости нагрузку на 18 %, причем критерием ее наступления стали предельные деформации бетона сжатой зоны (при максимальном прогибе 23.98 мм). Нагрузка, предельная по прочности, составила 0.9 от предельной по жесткости.

Уменьшение вдвое армирования растянутой и сжатой зон, показанного на рис. 4, уменьшает нагрузку, предельную по жесткости, на 45 %. (Критерием служит деформация бетона сжатой зоны; максимальный прогиб – 28.42 мм). Предельная по прочности нагрузка составила 0.89 от предельной по жесткости.

а)



Бетон В25: $R_{b,n}=18,5\text{МПа}$; $R_b=14,5\text{МПа}$;

$E_b=3\cdot 10^4\text{МПа}$.

Арматура А500: $A_s=A_{s'}=0,001963\text{м}^2$ (4Ø25);

$R_{s,n}=500\text{МПа}$; $R_s=435\text{МПа}$.

Момент образования трещин: $M_{crc}=0,0572\text{МН}\cdot\text{м}$.

б)

Моменты M , МН·м
(Кривизны K)
[Жесткость g , МН·м²]

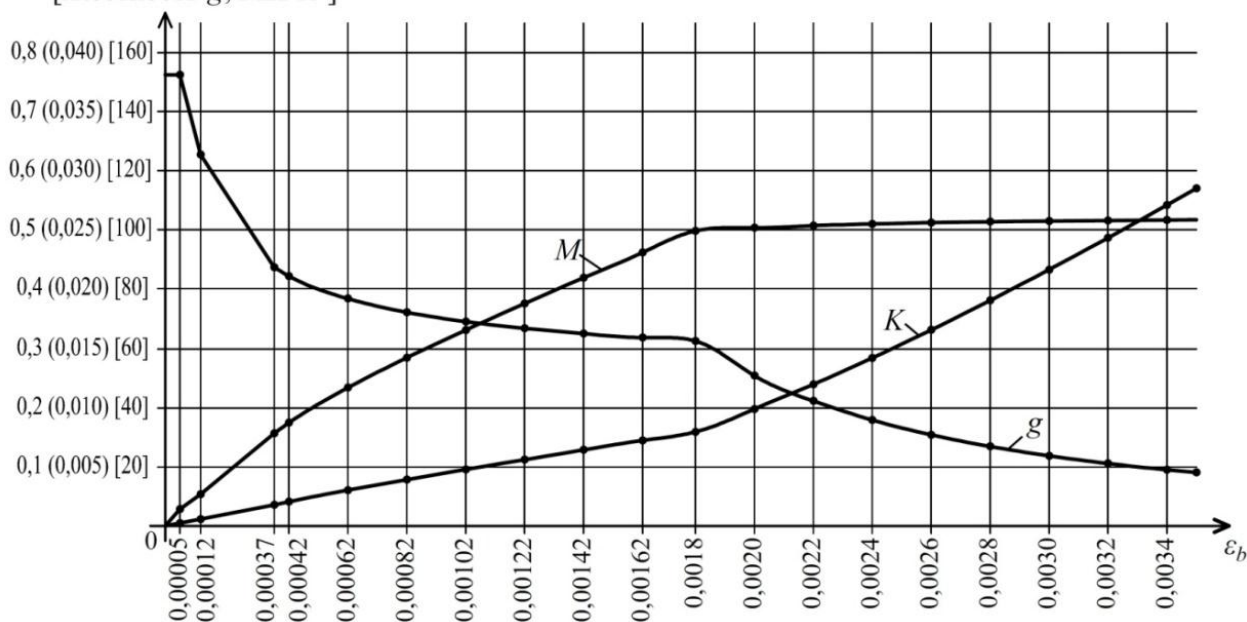


Рис. 4. Поперечное сечение балки (а) и зависимость изгибающего момента, кривизны изогнутой оси и жесткости от деформации наиболее напряженного волокна бетона сжатой зоны (б)

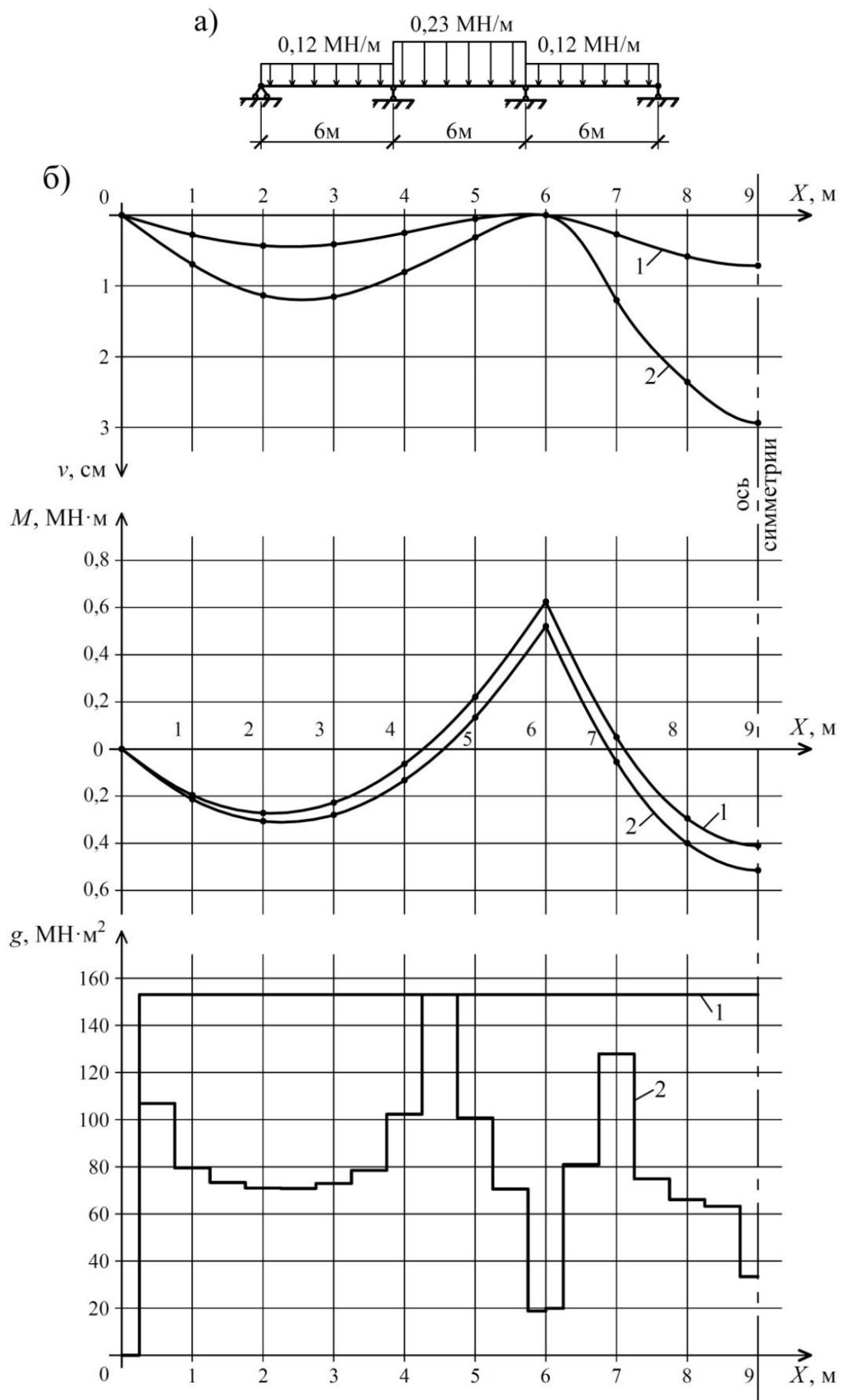


Рис. 5. Расчетная схема (а), эпюры прогибов, изгибающих моментов и жесткостей (б) неразрезной трехпролетной балки: 1 – по упругому расчету; 2 – с учетом нелинейности

Интересно отметить, что при существенно различном армировании соотношение между нагрузками, предельными по прочности и жесткости, остается почти одинаковым. Оно сохраняется также при изменении длины пролета: 0.88 при пролетах 4.0 м и 0.91 при пролетах 8.0 м.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Работнов Ю.Н. Ползучесть элементов конструкций. М.: Наука, 1966. 752 с.
2. Гениев Г.А., Киссюк В.Н., Тюпин Г.А. Теория пластичности бетона и железобетона. М.: Стройиздат, 1974. 316 с.
3. Бондаренко В.М. Инженерные методы нелинейной теории. М.: Стройиздат, 1982. 288 с.
4. Карпенко Н.И. Общие модели механики железобетона. М.: Стройиздат, 1996. 416 с.
5. Галустов К.З. Нелинейная теория ползучести бетона и расчет железобетонных конструкций. М.: Физматгиз, 2006. 248 с.
6. Карпенко С.Н. Модели деформирования железобетона в приращениях и методы расчета конструкций: Автореф. дис. д-р техн. наук. Москва, 2010. 48 с.
7. Кодыш Э.Н., Никитин И.К., Трекин Н.Н. Расчет железобетонных конструкций из тяжелого бетона по прочности, трещиностойкости и деформациям. М.: АСВ, 2010. 352 с.
8. Тамразян А.Г., Есаян С.Г. Механика ползучести бетона. М.: МГСУ, 2012. 524 с.
9. Гончаров Е.Е. Моделирование ползучести бетона в дифференциальной форме с использованием реологических моделей / Бетон и железобетон – взгляд в будущее: науч. труды III Всерос. (II Междунар.) конф. по бетону и железобетону // РАН, Мин-о строит. и жилищ. коммунал. хоз. РФ, РИА, Мин-о образ. и науки РФ, МГСУ, НИЦ "Строительство", Ассоциация "Железобетон". (Москва, 12 – 16 мая 2014 г.), Москва: Изд-во МГСУ, 2014. Т.1. С. 21–27.
10. Кодыш Э.Н., Трекин Н.Н., Трекин Д.Н. Влияние параметров идеализированных диаграмм деформирования бетона на расчетные значения прочности, трещиностойкости и деформаций изгибаемых и внецентренно сжатых элементов / Бетон и железобетон – взгляд в будущее: науч. труды III Всерос. (II Междунар.) конф. по бетону и железобетону // РАН, Мин-о строит. и жилищ. коммунал. хоз. РФ, РИА, Мин-о образ. и науки РФ, МГСУ, НИЦ "Строительство", Ассоциация "Железобетон". (Москва, 12 – 16 мая 2014 г.), Москва: Изд-во МГСУ, 2014. Т.1. С. 69–76.
11. Шишов И.И., Дживак Р.Н., Лапин А.В. Расчет стержневой системы с учетом возникающих деформаций // Бетон и железобетон. 2014. №1. С. 13–15.
12. Семенов Д.А. Влияние диаграммы бетона « $\sigma - \epsilon$ » на результаты расчета нормального сечения железобетонного элемента по нелинейной деформационной модели // Бетон и железобетон. 2015. №3. С. 23–26.
13. EN 1992-1-1:2004. Eurocode 2: Design of concrete structures. Part 1-1: General rules and rules for buildings. Brussels. 2004. 225 p.
14. Fib Model Code for Concrete Structures, 2010. Ernst & Sohn. 2013. 434 p.
15. СП 63.13330.2012. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003 (утв. Приказом Минрегиона России от 29.12.2011 №635/8). М., 2012.

Rjazanov M.A., Shishov I.I., Roshhina S.I., Lukin M.V.

CALCULATION OF THE BENDING ELEMENTS WITH ALLOWANCE FOR THE PHYSICAL NONLINEARITY OF THE STRAIN

An algorithm of the reinforced binding elements calculation with allowance for the physical strain of concrete and reinforcement has been suggested. The three linear diagram of the concrete condition and the two linear of the tensile reinforcement that correspond to the recommended norms in Russia have been used. The task has been solved by the method of linear approximation. The finite difference method has been used at each approximation that allows to define the beam rigidity individually for each dot $j = 1, 2$, dotted on the beam with some small spacing. A method of determining the deflection curve bending, the bending moment, the rigidity as well as the compression areas of the reinforcement suitable for any deformation of the concrete most tensile fabric from 0 to limiting value ϵ_{b2} has been suggested. A solution for the continuous three-span beam has also been introduced.

Key words: strain nonlinearity, strain and displacement, diagram of concrete and reinforcement condition, rigidity and bending of the deflection axis flexible member, deformation of the most tensile concrete fabric of the compression area, the height of the elastic, elastic-plastic and plastic areas.

Рязанов Максим Александрович, аспирант кафедры строительных конструкций.

Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых.

Адрес: Россия, 600000, г. Владимир, ул. Горького, д. 87.

E-mail: maks85@bk.ru

Шишов Иван Иванович, кандидат технических наук, профессор, доцент кафедры строительных конструкций.

Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых.

Адрес: Россия, 600000, г. Владимир, ул. Горького, д. 87.

E-mail: shishov@shishov777.elcom.ru

Рощина Светлана Ивановна, доктор технических наук, профессор, заведующая кафедрой строительных конструкций.

Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых.

Адрес: Россия, 600000, г. Владимир, ул. Горького, д. 87.

E-mail: rsi3@mail.ru

Лукин Михаил Владимирович, кандидат технических наук, доцент кафедры строительных конструкций.

Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых.

Адрес: Россия, 600000, г. Владимир, ул. Горького, д. 87.

E-mail: lukin_mihail_22@mail.ru

DOI: 10.12737/22763

Завадская Е.П., аспирант,
Ковальчук О.А., канд. тех. наук, доц.

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет

РАСЧЕТ ЧИСЛЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СЕЙСМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА РЕЗЕРВУАРЫ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ СЖИЖЕННОГО ПРИРОДНОГО ГАЗА В ЮЖНОЙ ЧАСТИ ОСТРОВА САХАЛИН, ЗАЛИВ АНИВА

ZavadskayaEP@mgsu.ru

В настоящее время стал актуальным вопрос сейсмической безопасности объектов особого типа. В России, с 2009 года, вводится в эксплуатацию завод по производству, хранению и транспортировке сжиженного природного газа (далее по тексту СПГ), расположенный в сейсмически опасном районе. Самые катастрофичные последствия возникнут в случае, если от сейсмического воздействия пострадают крупнотоннажные резервуары для хранения сжиженного природного газа, расположенные на территории завода. Чтобы оценить сейсмическую безопасность сооружений особого типа, в первую очередь необходимо определить данные, характеризующие количественные показатели сейсмических воздействий на эти сооружения. Для моделирования сейсмического воздействия по району необходимо задать основополагающие параметры: рассматриваемый район - южная часть острова Сахалин, вблизи залива Анива, город Южно-Сахалинск; изотермический резервуар (далее по тексту ИР) представляет собой двустенную конструкцию объемом 100 тыс. м³, высотой 37 м и диаметром 67 м; природный газ, заливаемый в ИР, охлаждается до температуры минус 160 °С. Переходя в жидкое состояние, объём уменьшается более чем в 600 раз. После охлаждения, СПГ хранится при температуре минус 158 °С.

Ключевые слова: магнитуда, очаг землетрясения, глубина очага, эпицентр, расстояние, гипоцентр, энергия в очаге землетрясения, длина разрыва, вероятность появления сильных землетрясений, оценка сейсмического риска, интенсивность сотрясений, ускорение грунта, размах ускорений грунта.

Введение. При землетрясениях в грунтовых породах происходят сложные динамические процессы. Точнее, при упругих деформациях породы, в результате разрушения, накопленная потенциальная энергия переходит в кинетическую, возбуждая сейсмические волны в грунте [1]. Сейсмичность участка землетрясения – это интенсивность сейсмического воздействия на объекты в баллах. А величину, характеризующую выделяемую при землетрясении энергию, называют магнитудой, M .

На юге острова Сахалин землетрясения с наибольшей магнитудой ($M_{max} \approx 7$) наблюдаются вблизи Анива залива в городе Южно-Сахалинск. Моделируем очаг землетрясения, расположенный именно в этом городе. Так как от Южно-Сахалинска до Анива залива приблизительно 35 км, эпицентр, расстояние R будет варьироваться от 0 до 35 км. Наибольшая глубина очага, зафиксированная в рассматриваемом районе, $H = 10$ [км] [7].

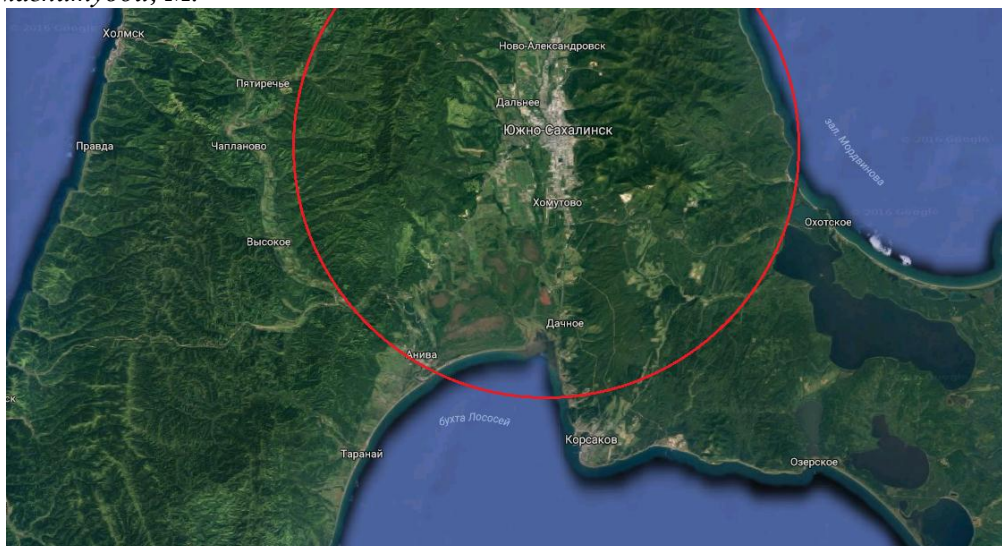


Рис. 1. Карта Южно-Сахалинска с выделенным эпицентрально-расстоянием

Методология. Энергия в очаге землетрясения определяется по шкале Рихтера. Расчет количественных показателей сейсмических воздействий проводился в соответствии со СНиП II-7-81*. Для оценки повторяемости сильных землетрясений использовалась модель Пуассона.

Основная часть. Интенсивность землетрясения, воздействующая на ИР, зависит от *гипо-*

центрального расстояния C , [км]. Гипоцентральное расстояние – это расчётная характеристика, включающая в себя эпицентральное расстояние и глубину очага. Рассчитывается по формуле:

$$C = \sqrt{R^2 + H^2}.$$

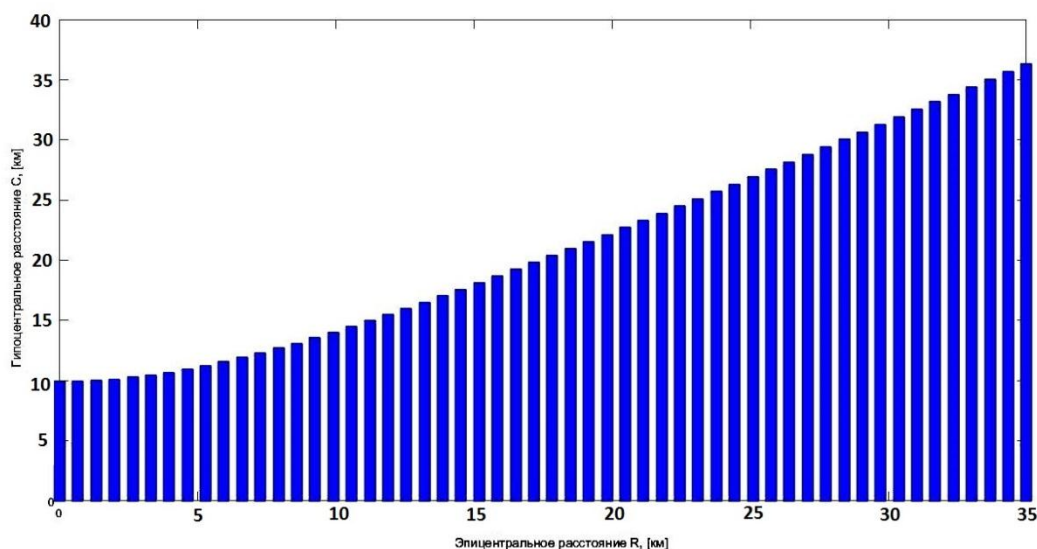


Рис. 2. График зависимости гипоцентрального расстояния от эпицентрального

Рассмотрим статистику сильных землетрясений в Южно-Сахалинске за период 100 лет:

- С 1916 по 1920 гг. в Южно-Сахалинске сильных землетрясений не зафиксировано.
- С 1920 по 1970 гг. в Южно-Сахалинске было зафиксировано 6 сильных землетрясений магнитудами от 5 до 7.
- В 2000 году – одно сильное землетрясение магнитудой 6,7.
- Самым опасным годом для Южно-Сахалинска был 2012 год, когда всего за один месяц произошло 17 землетрясений магнитудами от 4,1 до 6,3.
- В 2013 году было одно сильное землетрясение магнитудой 5.
- Следующее сильное землетрясение было зафиксировано в 2016 году, магнитуда составила 5,8 [7].

Таким образом, в период с 1916 по 2016 года в Южно-Сахалинске зафиксировано 26 сильных землетрясений.

Исходя из имеющихся данных примем в расчетах для ИР СПГ среднее значение магнитуды $M \approx \frac{148,2}{26} = 5,7$.

По шкале Рихтера определим энергию в очаге землетрясения, E [эрг]:

$$\lg E = aM + b,$$

где a и b – постоянные величины; для сильных землетрясений $a=1,5$; $b=11,8$. [2]

$$\lg E = 1,5 * 5,7 + 11,8 \rightarrow E \approx 10^{20} \text{ эрг.}$$

Длину разрыва на поверхности земли, L [км], в среднем, можно определить из соотношения:

$$M = 6,03 + 0,76 \lg L; \rightarrow L \approx 0,2 \text{ км.}$$

Для оценки повторяемости сильных землетрясений воспользуемся моделью Пуассона [6]:

$$P(N, t) = \frac{(\lambda t)^N \exp(-\lambda t)}{N!}, N = 0, 1, 2, \dots, \lambda t > 0.$$

$P(N, t)$ – вероятность появления N сильных землетрясений в течение временного интервала t , где λ – среднее число сильных землетрясений в единицу времени.

В период с 1916 года по 2016 год произошло три наиболее сильных землетрясения, магнитудами $M > 6$, отсюда, определим $\lambda = \frac{3}{96} \approx 0,03125$.

В проекте завода СПГ «Сахалин-2» указаны: срок службы технической составляющей завода СПГ 20 лет; срок службы внутреннего резервуара (далее по тексту ВР) хранения СПГ 30 лет; срок службы защитной ЖБ стенки резервуара для хранения СПГ – 40 лет.

Так как, пролив продукта из ИР произойдет в случае полного разрушения ВР хранения СПГ [4], рассматриваемый период возникновения

землетрясения будет равняться сроку службы ВР, то есть 30 лет.

Следовательно, вероятность того, что не произойдет ни одного землетрясения в период 30 лет, равна $P(0,30) = \exp(-0.03125 \cdot 30) \approx 0.39$.

Оценкой сейсмического риска для периода t , является дополнение вероятности того, что не произойдет ни одного землетрясения, до единицы и вычисляется следующим образом [1]:

$$\bar{R} = 1 - P(0, t) = 1 - \exp(-\lambda t).$$

Оценка сейсмического риска для ИР:

$$\bar{R} = 1 - P(0,30) = 0.61,$$

то есть присутствует сейсмический риск.

Интенсивность сотрясений J для конкретной площадке, на которой расположен резервуар для хранения СПГ, зависит от магнитуды, эпицентрального расстояния и глубины очага. Рассчитывается по формуле:

$$J = a_3 + b_3 M - c_3 \lg \sqrt{R^2 + H^2},$$

здесь a_3, b_3, c_3 – константы. Региональные константы для РФ: $a_3 = 3$; $b_3 = 1.5$; $c_3 = 3.5$.

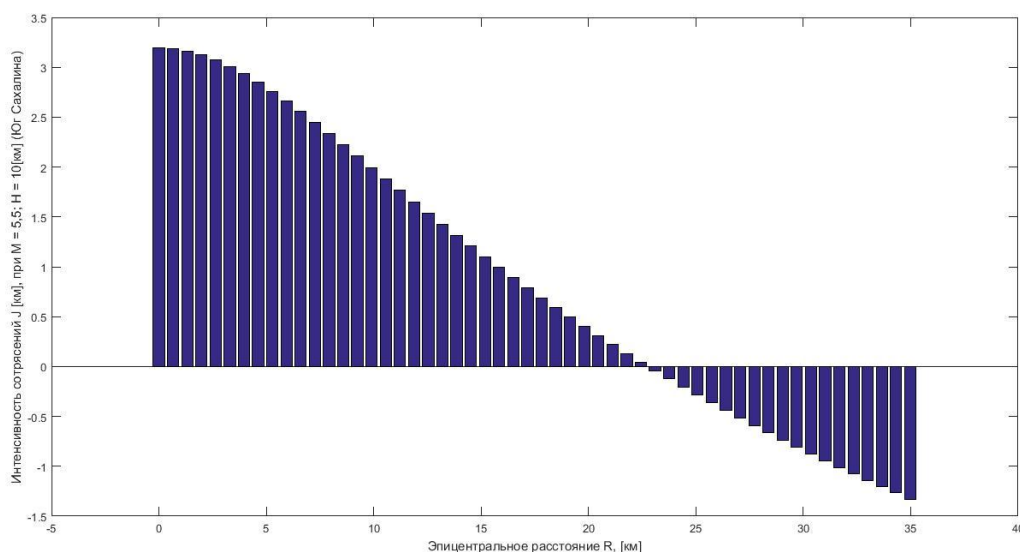


Рис. 3. Зависимость интенсивности сотрясения от расстояния от эпицентра

Максимальные значения ускорения грунта, в зависимости от расстояния эпицентра, вычисляются по формуле [3]:

$$a_m = 0.279g \cdot \exp(0.8M)/R^{1.64}.$$

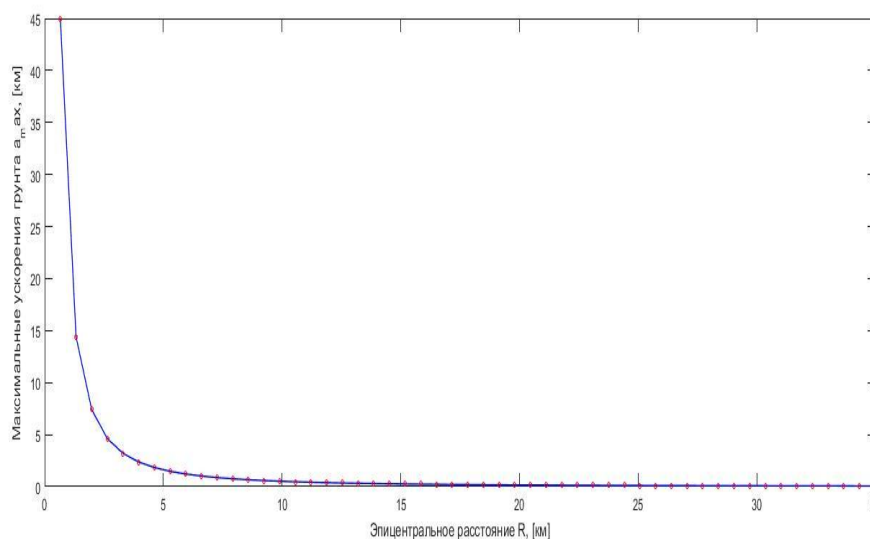


Рис. 4. Зависимость максимальных ускорений грунта от расстояния до эпицентра

Из рис. 4 видно, что максимумы ускорений грунта имеют большой разброс, поэтому более

подходящей для расчетов величиной является размах ускорения σ , т. е. разница между

наибольшим и наименьшим значениями ускорений, на рассматриваемом участке. [4]

Таким образом, чтобы придать статический смысл сейсмическим воздействиям, рассчитывают размах ускорения, по формуле:

$$\sigma = 7.5g[(R + 40)\sqrt{\tau R}]^{-1} \exp(0.4M),$$

где $\tau = \bar{\tau} + \sigma_{\tau}$.

При $15 < R < 100$ км в диапазоне магнитуд $5.6 < M < 7.2$, установлены следующие значения $\bar{\tau} = 9$ с; $\sigma_{\tau} > 6$ с, следовательно $\tau \approx 16$ с.

По результатам статистической обработки данных записей ускорений по горизонтальным компонентам при сильных землетрясениях получена корреляция между разбросом ускорения и эпицентральной расстоянием.

Таблица 1

Эпицентральное расстояние, [км]	Разброс ускорений, [м/с ²]	Эпицентральное расстояние, [км]	Разброс ускорений, [м/с ²]	Эпицентральное расстояние, [км]	Разброс ускорений, [м/с ²]
0	0	2	9,6	4	6,5
0,1	44,8	2,1	9,3	4,1	6,4
0,2	31,6	2,2	9,1	4,2	6,3
0,3	25,7	2,3	8,9	4,3	6,2
0,4	22,2	2,4	8,6	4,4	6,1
0,5	19,8	2,5	8,5	4,5	6,0
0,6	18,1	2,6	8,3	4,6	5,9
0,7	16,7	2,7	8,1	4,8	5,8
0,8	15,6	2,8	7,9	4,9	5,7
0,9	14,6	2,9	7,8	5,1	5,6
1	13,9	3	7,6	5,2	5,5
1,1	13,2	3,1	7,5	5,3	5,4
1,2	12,6	3,2	7,4	5,5	5,3
1,3	12,1	3,3	7,2	5,7	5,2
1,4	11,6	3,4	7,1	5,9	5,1
1,5	11,2	3,5	7,0	6	5,0
1,6	10,8	3,6	6,9	6,2	4,9
1,7	10,4	3,7	6,8	6,4	4,8
1,8	10,1	3,8	6,7	6,6	4,7
1,9	9,8	3,9	6,6	7	4,6
7,1	4,5	11	3,4	19	2,2
7,3	4,4	11,5	3,3	20	2,1
7,6	4,3	12	3,2	21	2,0
8	4,2	12,5	3,1	23	1,9
8,1	4,1	13	3,0	24	1,8
8,4	4,0	13,5	2,9	25	1,7
9	3,9	14	2,8	27	1,6
9,1	3,8	14,5	2,7	29	1,5
9,5	3,7	16	2,5	31	1,4
10	3,6	17	2,4	35	1,3
10,2	3,5	18	2,3		

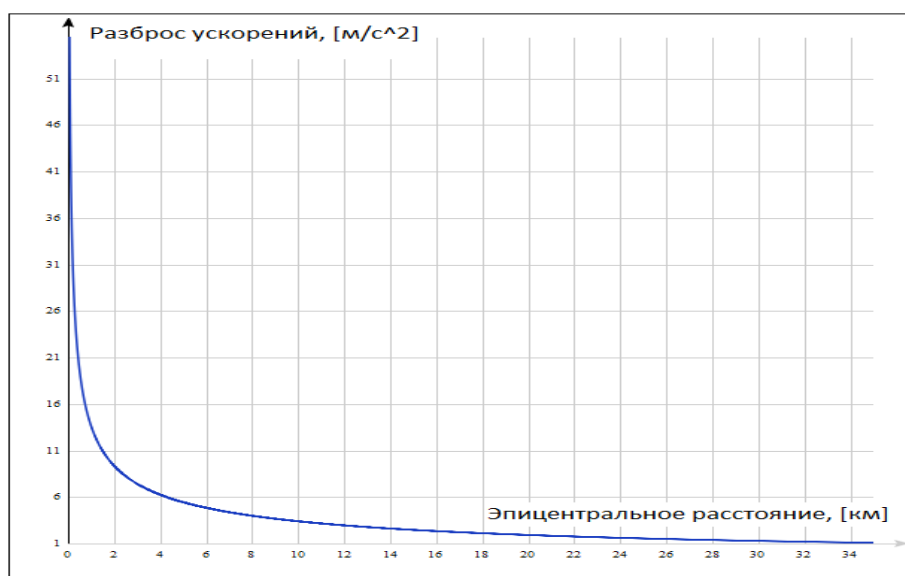


Рис. 5. Зависимость размаха ускорений от расстояния от эпицентра

Выводы. Оценка сейсмического риска для ИР, расположенного в южной части острова Сахалин показала, что вероятность сейсмического воздействия на резервуар хранения СПГ высока. Колебания земной коры будут распространяться с размахом ускорения $44,8 \text{ [м/с}^2\text{]}$. При волне, магнитудой 5,7 с удалением от эпицентра на расстояние больше 1 километра колебания стремительно затухают. Из зависимостей количественных показателей от эпицентрального расстояния видно, что реальная угроза для ИР существует в случае, если очаг землетрясения находится на расстоянии до 15 км.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Аварии и катастрофы. Предупреждение и ликвидация последствий. Книга 1. Москва, 1995г. под редакцией чл.кор. РИА К.Е. Коветкова, проф. В.А. Котляревского и проф. А.В. Забегаева

2. Аварии и катастрофы. Предупреждение и ликвидация последствий. Книга 4. Москва, 1998г. под редакцией В.А. Котляревского и А.В. Забегаева

3. Проект Сахалин-2. Южно-Сахалинск, 2010г.

4. Краткий обзор корпоративного плана по предупреждению и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов для комплекса в пос. Пригородное при выполнении работ на берегу. 2011г.

5. Общий обзор завода СПГ. Совместный семинар с ассоциацией компаний поставщиков «Мурманшельф». Мурманск, 2012г. Йостейн Петтерсен.

6. Вентцель Е.С., Овчаров Л.А., Теория вероятностей и её инженерные приложения, Высшая школа, 2000г.

7. <https://sakhalin.info/>

Zavadskaya E.P., Kovalchuk O.A.

CALCULATION OF QUANTITATIVE INDICATORS SEISMIC IMPACT ON STORAGE TANKS FOR LIQUEFIED NATURAL GAS IN SOUTHERN SAKHALIN, ANIVA BAY

Currently, topical issue of seismic safety of a object of special type. In Russia, in 2009, put into operation a plant for the production, storage and transportation of liquefied natural gas (LNG text below) located in a seismically hazardous area. The most catastrophic consequences will arise if, as a result of the earthquake, there will be large-scale destruction of the LNG storage tank, located on the territory of the plant. To evaluate the seismic safety of a particular type of facilities, it is first necessary to determine the data describing the quantitative indicators of seismic effects on these facilities. To simulate the seismic action is necessary to set the parameters: the area under consideration - the southern part of Sakhalin Island, near the Aniva Bay, the city of Yuzhno-Sakhalinsk; isothermal tank (hereinafter referred IT) is a double-walled construction of 100 thousand m^3 , the height of 37 m and a diameter of 67 m.; natural gas, poured into the IT, is cooled to a temperature of minus 160 °C. Turning to the liquid state, the volume is reduced by more than 600 times. After cooling, the LNG is stored at a temperature of minus 158 °C.

Key words: magnitude, seismic focus, depth of focus, distance of epicenter, hypocentral distance, energy in seismic focus, length of break, the probability of occurrence of large earthquakes, evaluation of seismic risk, ground motion intensity, soil acceleration, sweep of soil acceleration.

Завадская Елена Петровна, аспирант, ассистент, зам. начальника УМЦ ИФО.

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет.

Адрес: Россия, 129337, Москва, Ярославское шоссе, 26.

E-mail: ZavadskayaEP@mgsu.ru

Ковальчук Олег Александрович, кандидат технических наук, доцент, директор ИФО НИУ.

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет.

Адрес: Россия, 129337, Москва, Ярославское шоссе, 26.

Ярмош Т.С., доц.,
Храбатина Н.В., ст. пр.,
Мирошниченко В.В., студент

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

СКЛАДЧАТЫЕ КОНСТРУКЦИИ. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ НОВЫХ ФОРМ

Architektura_bstu@mail.ru

В данной статье рассмотрены функции складчатых структур, а также их разнообразие видов, подчеркнута актуальность исследований в поиске новых форм, которые будут технически эффективны и экономически оправданы, показана возрастающая роль их эстетично-художественной направленности в современном проектировании, оценена перспектива их использования в различных сферах архитектуры и строительства. Приведены примеры русских и зарубежных архитекторов.

Ключевые слова: архитектурные складки, складчатая структура, формообразование, выразительная форма, современная архитектура.

Введение. Среда не формирует человеческие качества и не влияет на его поведение одновременно и однозначно, а создает условия для их развертывания через удовлетворение и развитие потребностей [1].

Информационный художественный потенциал города, глубина и многоплановость образов, и концентрацией архитектурных идей. Пренебрежение этими истинами приводит к печальным последствиям в формировании городов; их постижение – самая большая необходимость формирования эстетической выразительности [2].

Жителей города окружает видимая (визуальная) среда, которая оказывает огромное влияние на их поведение. Созданная в современном городе, она большей частью, не соответствует нормам зрения. Распространённым явлением в городах стали большие плоскости, однообразная окраска, прямые углы, и статичность большей части объектов - всё это влияет на человека [3]. Решением такой «ошибки» может послужить создание и выявление новых художественно-выразительных обликов архитектурной среды. Хорошим примером послужат складчатые конструкции, неоднородность их форм и возможность создания всевозможных рисунков, обязательно смогут разрядить обстановку в серой архитектуре города и привлечь восторженные взгляды горожан и гостей.

Основная часть. Наиболее точное определение архитектурных складок даёт Герман Рюле в книге «Пространственные покрытия»: «Складчатая конструкция представляет собой систему пространственно связанных между собой тонких (обычно плоских) пластин - граней». Такие конструкции в основном используются для перекрытия большепролетных сооружений, но также могут выполнять различные другие функции.

Наряду с иными пространственными конструкциями, складчатые конструкции редко

встречаются в строительстве. Как самостоятельные структуры архитектурные складки широко использовались в 60–80-х годах XX века.

Складчатые конструкции относятся к пространственным конструкциям, даже простые прямоугольные складки, и занимают в их классификации самостоятельное направление. Однако, они легко комбинируются со всеми остальными типами и в современной архитектуре, как правило, представлены именно в сочетании с другими видами конструкций. Они могут иметь различные очертания и формы.

Разнообразие складок велико. Они могут иметь различные очертания и формы. Одной из самых простых и одновременно интересных складок является сводчатая перекрёстная складка, разворачиваемая из плоскости. Возьмём лист бумаги и сложим его по пунктирным линиям в одну сторону, а по сплошным в другую (рис. 1). Совершив все сгибы, одновременно получим эту складку (рис. 2): Изменяя вид развёртки можно получать различные виды складок. Это один из методов формообразования складчатых поверхностей [4].

Для создания складок используется армированный бетон, железобетон и клеёная древесина, но самым популярным считается использование профилированного металлического листа.

Складки в качестве несущих конструкций по большей части не изменились с момента их появления. А в 80-е годы вовсе не практиковались из-за дороговизны и сложности реализации. Однако, благодаря прогрессу компьютерных технологий проектирования, в частности параметрическому моделированию, стало возможным производить расчет более сложных складчатых структур.

К сожалению, многие архитекторы определяют понятие «складчатая оболочка» лишь как некая разновидность несущих конструкций. Однако складчатые конструкции и их элементы,

появляющиеся в современной архитектуре, начинают приобретать иной характер.

Так, Пьер Луиджи Нерви складчатыми конструкциями показывает несущую структуру как

художественно-выразительнейшую форму, показывающую невероятный зрительный эффект (рис. 3).

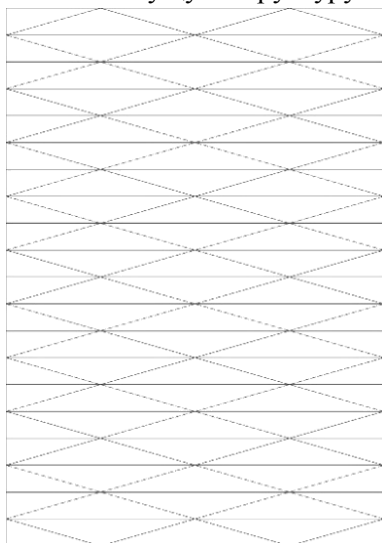


рис. 1.

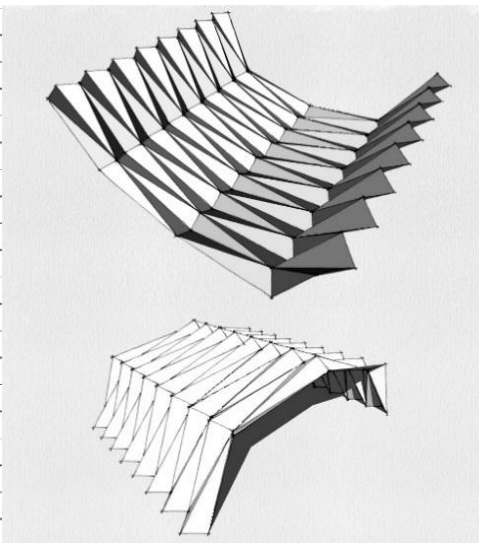


рис. 2

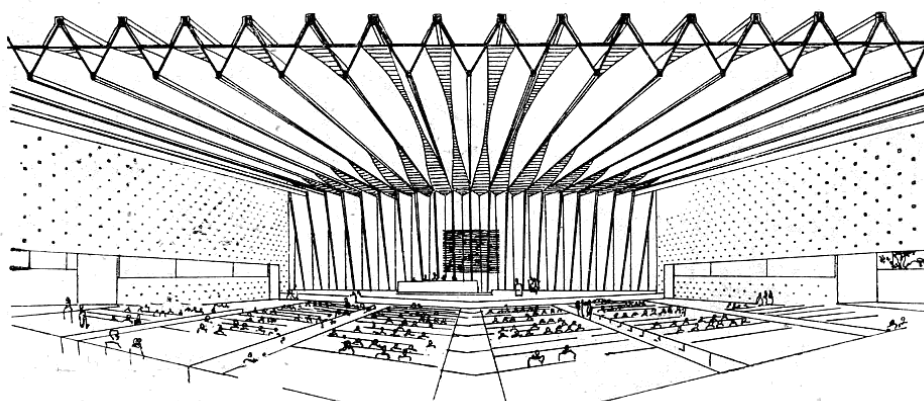


Рис. 3. Здание ЮНЕСКО в Париже. Интерьер зала пленарных заседаний

В настоящее время в сфере архитектурного формообразования актуально направление изобретения более сложных, усовершенствованных и новых способов структурного моделирования.

Более широко перспективы развития эстетически выразительных и технически эффективных новых форм складчатых оболочек в различных сферах архитектуры и строительства освещены в статье 2010г профессора А. В. Коротича.

Помимо несущих покрытий плоскостного, сводчатого, купольного и сложного очертания складчатые формы с успехом будут применяться в качестве:

- тентовых натяжных оболочек разнообразной конфигурации;
- трансформируемых быстровозводимых жилых и общественных сооружений;
- звукоассимилирующих потолочных и настенных экранов в зальных пространствах;
- листовой металлочерепицы с различным рисунком рельефа;

• гиперболических и зонтичных трубчатых оболочек сооружений (зальные объемы общественных объектов, градирни, водонапорные башни, плотины);

• стеклянных ограждающих навесных оболочек общественных зданий (в том числе высотных);

• малых архитектурных форм (световые фонари, навесы, фонтаны, скульптуры, солнцезащитные экраны, вертикальные и наклонные ограждения, крытые переходы и галереи, сценические элементы в интерьерах и т. п.);

• гофрированных облицовочных тонколистовых панелей различных типоразмеров и назначения (элементы солнечных батарей и ветровых турбин; жалюзи; опалубка армоцементных и бетонных оболочек и др.);

• вертикальных или наклонных опорных элементов сооружений, арок, балок [5].

Сейчас актуальность приобретают ряд новых видов складчатых оболочек, которые не имеют структуру плоскости:

- составных оболочек из отсеков гиперболического параболоида;
- составных оболочек из отсеков конуса и цилиндра;

Эти типы составных оболочек имеют различные композиционные отличия от известных нам плоскогранных складок.

Продвижение в разработке различных формообразований складчатых структур послужат толчком к созданию новых архитектурно-художественных образов в строительстве зданий и сооружений.

Так же это позволит улучшить не только уже существующие технические решения, но и выявить новые перспективные направления использования складчатых систем в разных сферах строительства.

Выявление художественного потенциала складчатых оболочек – главное направление архитектурного формообразования: моделирование исходной формы, имеющей характерный и динамичный силуэт, кристаллический рисунок и выразительный контраст света и тени.

Последние технологические тенденции, формирующие складчатые оболочки - улучшение способов точного формирования поверхностей рельефа больших листовых материалов, а также разработка лучших конструктивных решений.

Резюмируя выше сказанное можно подчеркнуть следующее:

Использование складок при строительстве общественных зданий и сооружений, к которым предъявляются различные эксплуатационно-технологические требования, соответствует веяниям современной архитектуры.

Складчатые структуры выделяются архитектурной выразительностью, экономичностью, также целесообразны по условиям эстетики, что помогает использованию их в строительстве.

Складчатые оболочки позволяют достаточно экономично производить перекрытие больших пролетов. Они экономичны как при строи-

тельстве индивидуальных объектов, так и в случае применения серийно изготавливаемых сборных элементов.

В России яркими представителями данного направления в строительстве можно обозначить советский павильон международной выставки в Осаке (рис.4) Особенность павильона на ЭКСПО-70 в том, что символика в нем возникла благодаря метафорической выразительности самой архитектурной формы [6]. Его разница высот в главной и окончателальной части прекрасно была преодолена благодаря тем самым складчатым конструкциям, которые помимо своей функциональности поражают зрителя своей архитектурной выразительностью.



Рис. 4. Советский павильон в Осаке

Еще одним примером служит здание Даниловского рынка в Москве (рис. 5). Архитекторами которого являются Феликс Новиков И Гавриил Акулов.

Конечно, стержнем любого сооружения является непосредственно его конструкция. Но что еще более важно, так это то, что архитекторы испытывают естественную потребность в создании запоминающихся и уникальных зданий.[7] Что позволяет складчатым структурам показать себя как эффективный способ решения в подобном случае.



Рис. 5. Здание Даниловского рынка в Москве

Также можно отметить выставочный павильон со времен выставки в «Сокольниках» состоявшейся в 1959 году. Его и сегодня легко

узнать благодаря оригинальной форме плана и легкой складчатой конструкции покрытия. [8] (рис.6)



Рис. 6. Выставочный павильон в «Сокольниках»

Все эти сооружения можно объединить не только по конструктивному решению, но и за счет их архитектурно-эстетической выразительности. Такие сооружения прочны и долговечны благодаря своим структурным особенностям, а также будут эффектно смотреться на улицах любого города. Привнося в его обыденную архитектуру собственную изюминку.

Выводы. Таким образом, всё то, что нас окружает на улице и дома имеет особое значение. И не менее важным является условие гармоничного и комфортного сосуществования каждой части ансамбля друг с другом, т.е. наличие целостности. Ведь мы всегда ощущаем на себе на подсознательном уровне влияние архитектурной среды: где нам уютно и непринужденно, а где дискомфортно, что в разной степени мотивирует позитивный настрой на общение, работу, учёбу и другую поведенческую активность [9]

Однако художественно-эстетический потенциал складчатых форм раскрыт не в полной мере и заслуживает более пристального внимания специалистов в этом направлении. Поэтому архитектор должен стремиться к интеграции существующих и новых элементов, к формированию пространств, соответствующих масштабу человека, он должен развивать историческое наследие общества. [10]

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ярмош Т.С. Жилая среда и социальное поведение человека // Материалы Всероссийской научно-практической (заочной) конференции Диагностика и прогнозирование социальных процессов. Белгород. 2010. С. 153–163.
2. Скульмовская Л.Г. Город в пространстве культуры региона: общее и особенное. Изд-во СПб.: ИНФО-ДА, 2004.
3. Ярмош Т.С. Городская визуальная среда как социальный фактор // 5 Международная научно-практическая конференция Социально-гуманитарное знание: поиск новых перспектив. Пенза, ноябрь 2011. С. 110–112
4. Складчатые конструкции [Электронный ресурс]
URL: <http://2optik.livejournal.com/52986.html?thread=513530> (дата обращения: 09.05.2016)
5. Коротич А. В. Перспективы развития архитектуры складчатых оболочек // Академический вестник изд-во Урал НИИ проект РААСН. 2010 С. 47–49
6. Культура и просвещение [Электронный ресурс]
URL - http://www.20art.ru/art/Dekorativno-oformitel'skoe_iskusstvo/p2_articleid/255 (дата обращения: 15.06.2016)
7. Владимир Белоголовский. От общего к знаковому и обратно [Электронный ресурс]
URL - <http://archi.ru/russia/48243/ot-obschego-k->

znakovomu-i-obratno-ili-modernisty-vsekh-stran-soedinyaites (дата обращения: 20.06.2016)

8. Сообщество ilovemoscow [Электронный ресурс] URL - <http://ilovemoscow.livejournal.com/620186.html> (дата обращения: 19.09.2016)

9. Храбатина Н.В. Андреева Н.В. Роль цвета в проектировании архитектурной среды //

Наукоемкие технологии и инновации. В сб. : Юбилейная международная конференция, посвященная 60-летию БГТУ им. В.Г. Шухова. Белгород. 2014. С. 23–25.

10. Ярмош Т.С. Жилище и человек // Муниципальный журнал Управление городом: теория и практика. 2012. С. 125–126.

Yarmosh T.S., Hrabatina N.V., Miroshnichenko V.V.

THE FOLDED STRUCTURE. PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF NEW FORMS

This article describes the function of folded structures, as well as the diversity of species, underlined studies relevant in the search for new forms that will be technically effective and economically justified; it shows the growing role of aesthetic and artistic trends in contemporary design, to assess the prospects of their use in various fields of architecture and construction. Examples of Russian and foreign architects.

Key words: architectural folds; folded structure; shaping; expressive form; modern architecture.

Ярмош Татьяна Станиславовна, доцент кафедры архитектуры и градостроительства

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

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

E-mail: architektura_bstu@mail.ru

Храбатина Наталья Викторовна, старший преподаватель кафедры архитектуры и градостроительства

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

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

E-mail: architektura_bstu@mail.ru

Мирошниченко Василина Викторовна, студент кафедры архитектуры и градостроительства

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

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

E-mail: vas-ili-na.000@yandex.ru

МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОСТЬ ЗАДАЧИ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ В СФЕРЕ СОЗДАНИЯ БЕЗБАРЬЕРНОЙ АРХИТЕКТУРНОЙ СРЕДЫ

konstrarch@mail.ru

В статье приведена краткая характеристика структуры архитектурной среды с учетом доступности как предметно-пространственной системы, представленной в качестве объекта профессиональной деятельности выпускников по направлениям подготовки бакалавриата и магистратуры. Обобщены сведения о методах и технологиях, применяемых в учебном процессе.

Ключевые слова: пространственная среда обитания, архитектурная среда, компоненты урбосистемы, рекреационная среда, безбарьерная среда, компетенции.

Пространственная среда обитания человека представляет собой единство нескольких основных компонентов: элементов естественной природной среды и измененных человеком (преобразованные ландшафты), искусственных элементов материальной среды – зданий и сооружений (пространства внутри них и пространства между ними). Среда, комфортная для жизнедеятельности человека – это сложная система взаимодействующих факторов, формирующих жизненную среду: природную, техногенную и социальную. Следует отметить, что в зависимости от соотношения между природной, материальной (техногенной) и социальной средой определяют уровень развития общества.

В документах ООН, в правовых положениях ряда стран дано определение: «человек одновременно является продуктом и творцом своей среды, которая дает ему физическую основу для жизни и обеспечивает интеллектуальное, моральное, общественное и духовное развитие, поэтому для человеческого благосостояния и осуществления основных прав людей, включая и право на жизнь, важное значение имеют два аспекта – природная среда и та, которую создал человек».

В структуре жизненной среды человека с учетом специфики выполняемых функций принято выделять городскую (урбанизированную), жилищную, производственную и рекреационную среды.

Компоненты городской среды взаимосвязаны. Необходимо обратить внимание, что урбанизация неоднозначно действует на человека: город дает возможность для лучшей реализации профессиональных и творческих способностей, предоставляя общественно-экономические, социально-бытовые и культурные объекты, но отдаляет человека от природы и порой формирует среду с вредными явлениями: шумом и вибрацией, ограниченной жилплощадью и т.п. При этом основной компонент урбосистемы – насе-

ление, выступает потребителем продуктов деятельности и носителем разнообразных нематериальных потребностей культурного, экологического, национального, экономического и политического характера. Проблемы, связанные с урбанизацией, решают комплексно и более целесообразно определить оптимальные варианты на стадии проектирования.

В условиях городов (и других поселений) обустройство современного жилища помимо основного назначения зависит от традиций, особенностей климата и часто существенно различаются в регионах страны. При этом имеет значение микроклимат жилища – комплекс условий в помещении (температура, влажность, скорость движения воздуха и др.). Вопросы формирования комфортного по ряду показателей жилища также следует изучать и принять специфические решения в процессе проектирования.

В производственной среде человек, осуществляя трудовую деятельность на производстве, в сфере обслуживания, в бизнесе или на государственной службе, проводит более 1/3 продолжительности своей жизни. Производственное пространство должно способствовать продуктивной деятельности и, в тоже время, соответствовать особенностям человека с соблюдением принципов «технической эстетики».

Организация полноценного отдыха для преодоления утомления и усталости человека после осуществления трудовой деятельности подразумевает создание «инфраструктуры отдыха», формирующей рекреационную среду. Местом, приспособленным для отдыха, могут быть объекты и комплексы различного назначения (зрелищные, развлекательные, физкультурно-спортивные и т.п.) с осуществлением функционирования различных процессов в условиях, удовлетворяющих определенным требованиям и учтенных при разработке проектов.

Мировое сообщество на протяжении многих десятилетий рассматривает как одну из ак-

туальных проблему создания безбарьерной среды жизнедеятельности. Для того чтобы среда была доступной, необходимо при проектировании зданий и сооружений учитывать потребности людей с ограниченными возможностями.

Таким образом, создание комфортной архитектурной среды – задача многогранная и трудоемкая, решаемая изначально в процессе проектной деятельности. Современное проектирование объектов и комплексов, формирующих архитектурную среду, делает основной упор на полифункциональность и многоуровневость пространства.

Ключевым звеном в цепочке формирования знаний о процессе создания качественной среды жизнедеятельности должны служить учебные заведения, осуществляющие в настоящее время подготовку по направлениям бакалавриата и магистратуры «Архитектура» и «Строительство», выпускник которых должен обладать необходимым уровнем технической культуры. Базой для формирования технической культуры должна служить система знаний об архитектурной среде: ее структуре, содержании, закономерностях функционирования и развития. Пропорциональное соотношение между архитектурной и инженерной составляющей знаний и умений выпускника определено профилем подготовки. Обозначенные требования выдвигают ряд условий при организации обучения в рамках любой учебной дисциплины, но особенно они актуальны при обучении дисциплинам профессионального цикла для формирования технических знаний.

Например, в учебных планах направления подготовки бакалавриата «Строительство» предусмотрена дисциплина «Основы архитектуры и строительных конструкций (ОАиСК)». При этом содержание дисциплины рекомендовано одинаковым для профилей «Промышленное и гражданское строительство», «Теплогазоснабжение и вентиляция», «Проектирование зданий» и т.д.: овладение системой знаний об основах архитектурно-строительного проектирования гражданских и промышленных зданий и сооружений при изучении основ теории проектирования и градостроительства; приобретение умений разрабатывать конструктивные решения зданий как единого целого, состоящего из взаимодействующих несущих и ограждающих конструкций, характеризующихся высокими эстетическими и функционально-технологическими качествами; владение навыками самостоятельного пользования нормативной и технической документацией на разных стадиях архитектурно-строительного проектирования. Следует отметить, что большой объем курса иногда снижает учебную мотивацию и не позволяет получить

целостное представление об изучаемом, а небольшой объем материала обуславливает схематичность знаний. Учитывая, что задачами названного курса определено: научить студента использовать техническую терминологию (способствует развитию логического и конструктивного мышления), научить читать информацию и самому предоставлять информацию в форме проекта (используя установленные правила), для выпускников всех профилей минимальный объем сведений об архитектуре может быть одинаков, но для формирования технической культуры необходимо расширение объема в зависимости от вида профессиональной деятельности. Преподавание указанной дисциплины имеет практическую направленность взаимосвязано с другими дисциплинами профессионального цикла. Учебный процесс архитектурно-конструктивного проектирования позволяет овладеть всесторонним подходом к организации материальной среды, методами типологического, функционального, визуального анализа оценки и синтеза — приемами компоновки целостной системы архитектурного пространства.

Следует также обратить внимание на один из разделов архитектуры — строительную физику, который в настоящее время в учебном процессе направления подготовки бакалавриата «Строительство» сокращен до объема лабораторных работ. В то время как к разнообразным объектам архитектурной среды предъявляют требования по снижению теплопотерь, что связывают с так называемым «парниковым эффектом», обеспечению звуко- и шумоизоляции, что связано с влиянием на здоровье человека, по созданию оптимального светового режима и инсоляции, определяющих условия формирования целого ряда качеств отдельных объектов и среды в целом. Традиционно при самостоятельном изучении в учебной, технической и нормативной литературе вопросы тепловой защиты, влажностный режим, звукоизоляции и т.п. рассматривают отдельно и только при проектировании ограждающих конструкций здания. При этом требуемые компетенции выпускника высшего учебного заведения предполагают знания и владение комплексным подходом, который позволит избежать проблемы, возникающие в процессе деятельности человека в пространственной среде.

В условиях быстро развивающегося современного общества имеет значение быстрая модернизация процесса образования, повышение его качества, разработка новых подходов и постановка новых целей. Современный процесс образования основан на компетентностном личностно-ориентированном подходе, предусмат-

ривающем образовательные технологии, активизирующие учебную деятельность, и применение разнообразных видов коммуникативных средств: презентация, мозговой штурм, проекты, выход на конференции, посвященные решению научных проблем, а также защита курсовых и дипломных работ.

Информационные технологии, компьютеризация деятельности и жизни человека повлекли за собой изменение современных представлений о профессиональной деятельности. В этом случае методы обучения: индуктивный (от частного к общему) и дедуктивный (от общего к частному), и технологии обучения: проблемное, перспективно-опережающее, информационное и исследовательское, следует использовать во всем многообразии учебных дисциплин, для которых объектами профессиональной деятельности выпускников установлены предметно-пространственная среда обитания человека с ее компонентами.

Одна из основных задач современного образования – комплексное формирование личности, подготовка к самореализации в совместном профессиональном поиске, творчестве, исследовательской деятельности, формированию общекультурной методологической компетентности и способностей самостоятельно решать проблемы, осуществлять поиск необходимых сведений. Необходимо отметить: чем активнее участие студентов в учебном процессе, тем успешнее их овладение теоретическими знаниями и практическими навыками.

Переход на ФГОС нового поколения (ФГОС 3 и 3+) связан с заменой стратегии наращивания объема знаний у выпускников на стратегию развития компетенций в заданных профессиональных направлениях подготовки, сокращение значительной части образовательного контента, увеличение объема самостоятельной и внеаудиторной работы студентов и сокращение объема учебной нагрузки для преподавателей, и имеет особое значение при выборе стратегии построения «экономики знаний».

Отличительными чертами современных вузов является интеграция образовательной и профессиональной деятельности при реализации образовательных программ: в процессе обучения выпускника готовят к занятию конкретной «ячейки» в структуре общества, и возможной оперативной адаптации к выполнению новых функций.

Практика организации пространства во всем мире выявляет несомненный приоритет человеческого фактора при формировании архитектурной среды. Современная оценка уровня подготовки выпускника, соответствия его ком-

петенций требованиям современного рынка труда и бизнеса в сфере создания безбарьерной архитектурной среды – задача многокритериальная, сложность которой обусловлена иногда противоречивостью критериев и необходимостью использования некоторой схемы компромисса. При этом следует учитывать, что область компромиссов чаще всего характеризуют как область потенциально оптимальных решений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Жахова И.Г., Багрова А.М. Изучение дисциплины «Профессиональные средства подачи проекта» в процессе обучения студентов направления подготовки «Дизайн архитектурной среды» // Теория и практика образования в современном мире: материалы VI междунар. науч. конф. (г. Санкт-Петербург, декабрь 2014 г.). СПб.: Заневская площадь, 2014. С. 322–325.
2. Козьмина Н.А., Гуреева Л.В. Подготовительные упражнения для обучения говорению на профессиональные темы студентов специальности энергетический менеджмент на занятиях английского языка // Молодой ученый. 2014. №5. С. 521–524.
3. Камерилова Г.С. Экология города: Урбоэкология: учеб. для 10-11 кл. шк. естеств.-науч. Профиля. М.: Просвещение, 1997. 192 с.
4. Романова Е.Н., Гобарова Е.О., Жильцова Е.Л. Методы использования систематизированной климатической и микроклиматической информации при развитии и совершенствовании градостроительных концепций. С-Пб., 2000. 159 с.
5. Jones J.Christopher Design Methods. Джонс Дж.К. Методы проектирования. М.: Мир, 1986. 326 с.
6. Тарасенко В.Н., Черныш Н.Д. Особенности архитектурного автоматизированного проектирования / Достижения и перспективы развития науки: сб. статей // Уфа: РИО МЦИИ ОМЕГА САЙНС, 2015. С. 154–155.
7. Черныш Н.Д., Тарасенко В.Н. Микроклимат селитебной территории как многокомпонентная среда архитектурно-строительного проектирования // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2015. № 6. С. 57–61.
8. Черныш Н.Д., Коренькова Г.В., Митякина Н.А. К вопросу об управлении качеством образовательного процесса подготовки проектировщика в строительной отрасли // Путь науки: Междунар. научный журнал, № 3(3). 2014. С. 29–30.
9. Дегтев И.А., Черныш Н.Д. Подготовка бакалавров по профилю «Проектирование зданий» к профессиональной проектной деятельности // Образование. Архитектура. Строитель-

ство: материалы Всероссийской науч.-практ. конф. Казань: Изд-во Казанск. гос. арх.-стр. ун-та, 2016. С. 15–20.

10. Черныш Н.Д., Коренькова Г.В., Митякина Н.А. О фундаментальности архитектурных дисциплин в подготовке бакалавров по направлению «Строительство» // Наука и образование в XXI веке: сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции 31 октября 2014: в 17 частях. Ч. 14 / М-во обр. и науки РФ. Тамбов: ООО «Консалтинговая компания Юком», 2014. С. 152–153.

11. Сидоров М.Н. Пути повышения качества и доступности высшего строительного образования в МГСУ // В сборнике: Научно-техническая конференция по итогам научно-исследовательских работ МГСУ за 2013-2014 учебный год. Московский государственный строительный университет. 2014. С. 140–144.

12. Андреев М.И. Взаимосвязь структуры самоорганизации с успеваемостью студентов технического ВУЗа // В сборнике: Научно-техническая конференция по итогам научно-исследовательских работ МГСУ за 2013-2014

учебный год сборник трудов. Московский государственный строительный университет. 2014. С. 105–107.

13. Топчий И.В. Интеграция российского архитектурного образования в мировое образовательное пространство. Результаты социологического исследования и перспективы развития архитектурных школ России // Архитектура и строительство России. 2012. № 11. С. 16–23.

14. Магера Т.Н. Успешность учебной деятельности студентов мгу в контексте социально-психологической компетентности // В сборнике: Интеграция, партнерство и инновации в строительной науке и образовании Сборник материалов Международной научной конференции. 2015. С. 407–409.

15. Тарасенко В.Н., Черныш Н.Д. О выборе форм и методов организации познавательной деятельности дистанционно обучающихся студентов // Сб. статей по материалам II Международной заочной научно-практической конференции, посвященной 60-летию БГТУ им. В.Г. Шухова. БГТУ им. В.Г. Шухова. 2014. С. 154–161.

Chernysh N.D., Tarasenko V.N.

THE MULTICRITERIA TASKS OF FORMATION OF COMPETENCES IN THE FIELD OF CREATING A BARRIER-FREE ARCHITECTURAL ENVIRONMENT

The article gives a brief characterization of the structure of the architectural environment on the basis of accessibility as a spatial system, represented as the object of professional activity of graduates in areas of training of undergraduate and graduate programs. Summarized information about the methods and technologies applied in the educational process.

Key words: *spatial environment, the architectural environment components turbosystem, recreation environment, accessibility, competence.*

Черныш Надежда Дмитриевна, доцент кафедры архитектурных конструкций.
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.
E-mail: konstarch@mail.ru

Тарасенко Виктория Николаевна, кандидат технических наук, доцент кафедры архитектурных конструкций.
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.
E-mail: vell.30@mail.ru

Затолокина Н.М., канд. геог. наук, доц.,
Кононова О.Ю., асс.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ОСОБЕННОСТИ УСТАНОВЛЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ ГОРОДСКОЙ ЧЕРТЫ И АНАЛИЗ ЗЕМЕЛЬНО-ХОЗЯЙСТВЕННОГО УСТРОЙСТВА ТЕРРИТОРИИ Г. СТАРЫЙ ОСКОЛ

nm-zatolokina@yandex.ru

В связи с разработкой проекта Федерального закона, в рамках которого с 1 января 2018 года планируется установить запрет на любое распоряжение земельными участками, в отношении которых в государственном кадастре недвижимости отсутствуют сведения о местоположении границ, вопрос кадастровых работ в массовом порядке на территории одного или нескольких элементов планировочной структуры населенного пункта, а также на территории садоводческих, огороднических и дачных некоммерческих объединений граждан. Законопроект разработан в целях выполнения плана мероприятий по повышению качества государственных услуг в сфере государственного кадастрового учета недвижимого имущества и государственной регистрации прав на недвижимое имущество и сделок с ним, утвержденного распоряжением Правительства РФ от 01.12.2012 г. № 2236-р. Поэтому в работе были изучены и предложены пути оптимизации работ по установлению и изменению городской черты на примере города Старый Оскол, дана обширная характеристика объекта исследования, изучены и проанализированы правила землепользования и застройки территории исследования, рассмотрены данные Государственного кадастра недвижимости и показана оптимальная работа с ними.

Ключевые слова: земельные участки, государственный кадастровый учет, городская черта, правила землепользования и застройки, территория исследования.

Граница (черта) населенного пункта это внешняя граница земель населенных пунктов, которая отделяет их от других категорий земель. Установление границ земель населенных пунктов производится с целью передачи этих земель в ведение муниципального образования и обеспечение им возможности осуществлять свои полномочия в области регулирования земельных отношений в пределах компетенции, определенной ЗК РФ, законодательными актами, регулирующими земельные отношения в РФ.

Основные аспекты установления или изменения границ населенных пунктов осуществляются:

- путем утверждения или изменения генерального плана городского округа, поселения, отображающего границы населенных пунктов, расположенных в границах соответствующего муниципального образования [1];

- путем утверждения или изменения схемы территориального планирования муниципального района, отображающей границы сельских населенных пунктов, расположенных за пределами границ поселений;

- до 1 января 2010 года установление (изменение) границ населенных пунктов осуществляется на основании части 4 статьи 4.1 Закона орган государственной власти РФ, орган государственной власти субъекта РФ, орган местного самоуправления, физическое или юридическое

лицо, заинтересованные во включении земельного участка в границы населенного пункта либо в исключении земельного участка из границ населенного пункта, направляет в орган местного самоуправления городского округа или поселения, на территориях которых находится населенный пункт, а в случае, если земельный участок расположен на межселенной территории, в орган местного самоуправления муниципального района мотивированное заявление о включении земельного участка в границы населенного пункта либо об исключении земельного участка из границ населенного пункта и об установлении или об изменении вида разрешенного использования земельного участка [2].

Согласно ст. 1 Федерального закона от 18.06.2001 г. № 78-ФЗ «О землеустройстве» (далее - Закон о землеустройстве) территории населенных пунктов являются объектами землеустройства. Основные основания по установлению границ населенных пунктов, как одна из составляющих работ по землеустройству [3].

Согласно приказу Минэкономразвития РФ от 3 июня 2011 г. N 267 описание местоположения границ осуществляется с использованием сведений ГКН, документов территориального планирования, правил землепользования и застройки, документов государственного фонда данных, сведений и документов государственных картографо-геодезических фондов и иных.

В результате описания местоположения границ составляется карта (план) объекта землеустройства. Оформляется в виде бумажного и (или) электронного документа в порядке, установленном ПП РФ от 30 июля 2009 г. №621. Карта (план) составляется на территорию, не превышающую одного кадастрового округа. Текстовое описание местоположения границы объекта землеустройства включается в состав карты (плана) объекта землеустройства в графу "Описание прохождения части границ" реквизита "Сведения о частях границ объекта землеустройства" раздела "Сведения о местоположении границ объекта землеустройства".

Работы по кадастровому делению Белгородского кадастрового округа были выполнены в соответствии с требованиями постановления Правительства Российской Федерации от 06.09.2000 № 660 «Об утверждении Правил кадастрового деления территории Российской Федерации и Правил присвоения кадастровых номеров земельным участкам», положениями Приказа Росземкадастра от 14.05.2001г. № П/89 «О кадастровом делении территории Российской Федерации», письма Росземкадастра от 19.03.2001 № ВК-122 «О требованиях к кадастровому делению».

В составе области 21 административный район, 6 городов областного подчинения, 4 города районного подчинения, 20 посёлков городского типа, 1577 сельских населённых пунктов, объединённых в 335 сельских администраций. Согласно данным Росреестра по Белгородской области установлено 98 границ муниципальных образований и населенных пунктов в 28 районах области (рис.1).



Рис.1. Кадастровое деление Старооскольского городского округа Белгородской области

Муниципальное образование - Старооскольский городской округ Белгородской области - наделено статусом городского округа зако-

ном Белгородской области от 7 сентября 2007 года № 138 "Об объединении поселений, входящих в состав муниципального района "Город Старый Оскол и Старооскольский район", и наделении вновь образованного муниципального образования статусом городского округа[4].

Географическое положение. Город Старый Оскол расположен в южной части Среднерусской возвышенности, на берегах реки Оскол и ее правового притока - реки Осколец, в 156 км от Белгорода. Округ расположен на севере Белгородской области. Территорию городского округа составляют все земли, входящие в состав города Старый Оскол и сельских населенных пунктов, в том числе рекреационные земли, земли, необходимые для развития городского округа, и другие земли в границах городского округа независимо от форм собственности и целевого назначения [5].

Генеральный план Старооскольского городского округа. Утверждён решением Совета депутатов Старооскольского городского округа от 29 декабря 2009 года № 391 (рис.2).

Генеральный план является основным градостроительным документом, определяющим в интересах населения и государства условия формирования среды жизнедеятельности, направления и границы развития территорий городских и сельских поселений, зонирование территорий, развитие инженерной, транспортной и социальной инфраструктур, градостроительные требования к сохранению объектов историко-культурного наследия и особо охраняемых природных территорий, экологическому и санитарному благополучию [6].

В генеральном плане городского или сельского поселения определяются:

- основные направления развития территории поселения с учетом особенностей социально-экономического развития, природно-климатических условий, численности населения городского или сельского поселения;
- зоны различного функционального назначения и ограничения на использование территорий указанных зон;
- меры по защите территории городского или сельского поселения от воздействия чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, развитию инженерной, транспортной и социальной инфраструктур;
- соотношение застроенной и незастроенной территории городского или сельского поселения;
- территории резерва для развития городского или сельского поселения;
- иные меры по развитию территории городского или сельского поселения.

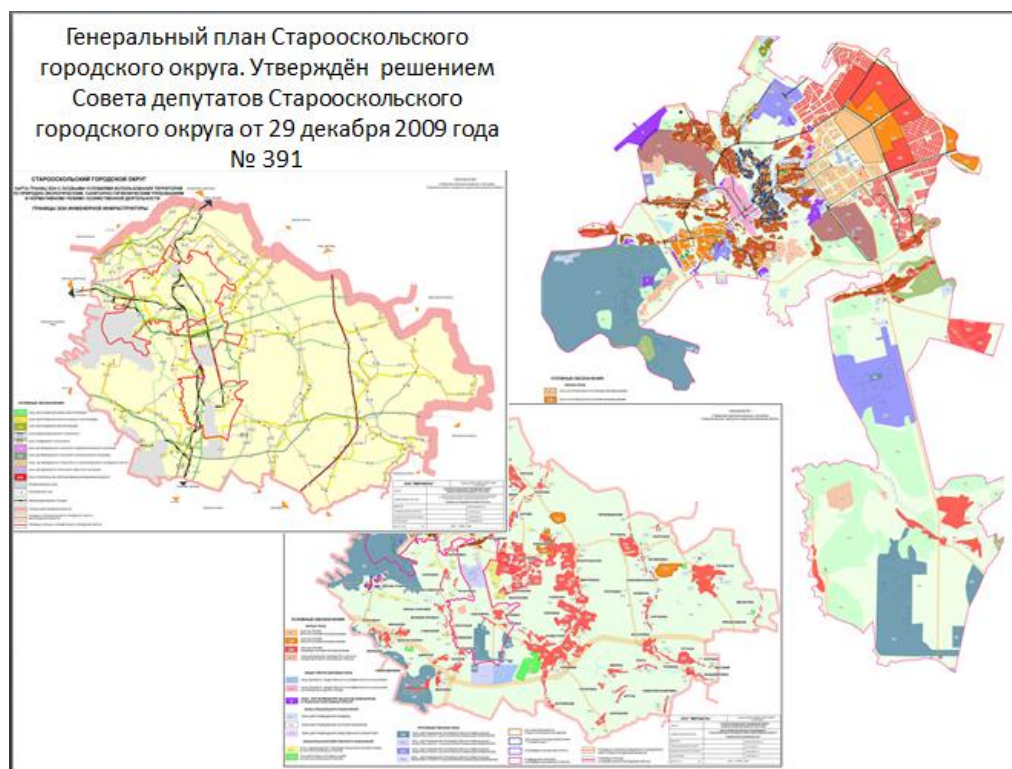


Рис. 2. Генеральный план Старооскольского городского округа

В генеральных планах городских и сельских поселений содержится информация об установлении границ поселений, а также об обеспечении ресурсами в целях комплексного развития территорий поселений [7].

Согласно приказу Минэкономразвития РФ от 3 июня 2011 г. N 267 "Об утверждении порядка описания местоположения границ объектов землеустройства", описание местоположения границ осуществляется с использованием сведений ГКН, документов территориального планирования, правил землепользования и застройки, документов государственного фонда данных, сведений и документов государственных картографо-геодезических фондов и иных. Местоположение границ устанавливается посредством определения плоских прямоугольных координат характерных точек границ объекта землеустройства в установленной для ГКН системе координат. Выбор метода определения координат характерных точек границ объектов землеустройства (геодезический метод; метод спутниковых геодезических измерений; фотограмметрический метод; картометрический метод, аналитический метод) осуществляется в зависимости от нормативной точности определения координат характерных точек границ объектов землеустройства. Если характерная точка границ совпадает с точкой границы учтенного земельного участка, то принимаются координаты учтенной (есть исключения) [8].

При описании местоположения административных границ дополнительно составляется текстовое описание местоположения административной границы относительно природных и созданных трудом человека объектов (базисов). Количество точек, в которых изменяется текстовое описание местоположения границ объекта землеустройства, и количество характерных точек границ может не совпадать [9].

Согласно данным государственного кадастра недвижимости по Белгородской области на март 2016 г. граница город Старый Оскол Старооскольского городского округа Белгородской области установлены и внесены в базу ГКН. Ее описательная часть установлена Законом области Об установлении границ муниципальных образований и наделении их статусом городского, сельского поселения, городского округа, муниципального района от 20 декабря 2004 года N 159.

Изменение границ городского округа осуществляется законом Белгородской области по инициативе населения, органов местного самоуправления, органов государственной власти Белгородской области, федеральных органов государственной власти в соответствии с Федеральным законом от 6 октября 2003 года N 131-ФЗ "Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации" [10].

Таким образом, результатом работы был изучен механизм по установлению и изменению городской черты на примере города Старый

Оскол, дана обширная характеристика объекта исследования, изучены и проанализированы правила землепользования и застройки территории исследования, рассмотрены данные ГКН и показана оптимальная работа с ними.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Затолокина Н.М., Васильчикова М.А., Кутник В.В., Новиков Е.С., Харченко Т.В. Перспективы развития сельских территорий Белгородского района Белгородской области/ Международный независимый институт Математики и Систем «МиС», XV Международная научно-практическая конференция «Актуальные вопросы развития инновационной деятельности в новом тысячелетии». 2015. Новосибирск. №4(15).2015. С.79–84.
2. Затолокина Н.М. Особенности использования и развития земель в приграничной зоне (на примере Белгородского района Белгородской области)//Научные Ведомости НИУ "БелГУ". 2014. № 10. С.174.
3. О землеустройстве: Федеральный закон от 18.06.2001 № 78-ФЗ // ИПС «Консультант-Плюс» [Электронный ресурс] – URL: <http://www.consultant.ru>
4. Официальный сайт администрации Старооскольского городского округа [Электронный ресурс]. - URL: <http://oskolregion.ru>.
5. Официальный сайт федеральной службы государственной статистики [Электронный ресурс]. -URL: <http://www.gks.ru>.
6. Кузнецов И.С. Теоретические и практические проблемы изменения целевого назначения и видов разрешенного использования земельных участков // Бюллетень нотариальной практики. 2011. № 1. С. 56–61.
7. Потаев Г.А. Градостроительство. Теория и практика: учеб. пособие для студентов вузов. Москва: Форум: ИНФРА-М, 2014. 432 с.
8. Шмидт И.В., Царенко А.А. Прогнозирование и планировка территории населённых пунктов с основами кадастра. С.: Вузовское образование. 2014. С. 474.
9. Чешев А.С., Вальков В.Ф. Основы землепользования и землеустройства : учебник для вузов Изд. 2-е, доп., перераб. Ростов: МарТ. 2012. 544 с.
10. Болкунова Н.Н. Территориальное планирование в системе градостроительного и землеустроительного проектирования муниципальных районов центрального Черноземья РФ: монография. Воронеж: ФГОУ ВПО Воронежский ГАУ. 2010. С. 194.

Zatolokina N.M., Kononova O.Yu.

FEATURES OF THE ESTABLISHMENT AND CHANGES OF URBAN FEATURES AND ANALYSIS OF LAND AND ECONOMIC AREA OF STARY OSKOL CITY

In connection with the development of the draft Federal Law, within which it is planned to establish a ban on the disposal of any land to January 1, 2018, for which in the State Real Estate Cadastre is no information about the location of boundaries, the issue of cadastral works in large numbers in the territory of one or more elements of the planning of the settlement structure, as well as on the territory of the horticultural, gardening and dacha non-profit associations of citizens. The bill is designed to implement an action plan to improve the quality of public services in the field of state cadastral registration of real estate and state registration of rights to immovable property and transactions with it, approved by Decree of the RF Government of 01.12.2012, № 2236-p. Therefore, the work was studied and suggested ways of optimization of works for establishment and change of urban features on the example of the Stary Oskol city, given an extensive description of the research object, studied and analyzed land use and development area studies, reviewed the data of State Real Estate Cadastre and shows the optimum work with them.

Key words: land, state cadastral registration, city limits, rules of land use and development, study area.

Затолокина Наталья Михайловна, кандидат географических наук, доцент кафедры городского кадастра и инженерных изысканий.

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

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

E-mail: nm-zatolokina@yandex.ru.

Кононова Оксана Юрьевна, ассистент кафедры городского кадастра и инженерных изысканий.

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

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

E-mail: oksana171289@mail.ru

DOI: 10.12737/22643

Лебедев В.М., канд. техн. наук, доц.,
Мартынова Н.В., аспирант

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ИНФОГРАФИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СОЦИАЛЬНО-ПОТРЕБИТЕЛЬСКОЙ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ЗДАНИЙ

lebedev.lebedev.v.m@yandex.ru

Показана модель социально-потребительской функциональной системы, уровень которой определен количеством и качеством информационных процессов, используемых при формировании функциональных систем после построения всех конструктивных элементов зданий.

Ключевые слова: системокванты, функциональная система, информационный процесс.

Конструкционные и функциональные системы формируются при строительстве зданий на основе информационных процессов которые начинают действовать при вводе объектов в эксплуатацию [1–4].

Функциональные системы строительных объектов-системы, сформированные для достижения заданного полезного результата (целевой функции) и включающие в свою структуру подсистемы: инженерно-технические (конструкции зданий, инженерное обеспечение, технологическое оборудование и др.), человеко-машинные (коллективы людей и отдельных исполнителей, использующих машины), организационно-технологические (организационные структуры, новые технологии и методы), социально-экономические (экономические и социальные взаимоотношения), а также организационно-информационные взаимосвязи между всеми указанными подсистемами [1–4].

Состав и структура функциональных строительных систем формируются в процессе проектирования и подлежат сборке в период строительства в единый функционирующий строительный объект [1–4].

Информационные процессы составляют внутреннее наполнение системоквантов системной архитектуры образующих их функциональных систем, включающие стадии афферентного синтеза, принятия решения, предвидения и оценки потребных результатов их деятельности, прямой и обратной афферентации [1–4].

Системокванты функциональных систем строительных объектов состоят из информационных направляющих векторов на цель (результат) и материальных, энергетических и других ресурсных квантов, выполняющих материализацию обозначенной цели и обвивающих вектор по восходящим спиральям.

Архитектурная функциональная система – система обеспечения функций архитектуры

строительных зданий, сооружений и их комплексов. Включает архитектурное и ландшафтное проектирование, изготовление материалов, элементов, конструкций, памятников и малых архитектурных форм, возведение, создание и эксплуатацию архитектурных объектов и средств, к которым могут относиться объемы, формы, пространство, дизайн, цвет, свет, освещенность, инсоляция, акустика, цветомузыка, природный ландшафт, озеленение и другие средства и методы архитектурного, художественного, культурного, эстетического и эмоционального воздействия на человека и его воспитания. Системообразующий фактор (целевая функция) – стабильное архитектурное обеспечение среды обитания (рис. 1) [5–11].

Экономическая функциональная система – система обеспечения функций экономики финансовых, материально-технических и трудовых ресурсов. Включает технико-экономические расчеты, экономико-математическое моделирование, маркетинговые исследования, экономические эксперименты. Системообразующий фактор (целевая функция) – стабильное обеспечение проектных показателей заданным уровнем организационно-экономической надежности (рис. 2) [5–11].

Конструкторская функциональная система – система обеспечения функций конструкторского оформления зданий и сооружений на основе применения сборных, монолитных, сборно-монолитных конструкций из бетона, камня, металла и др. материалов. Включает проектирование конструкций, изготовление их на месте строительства или на заводе, транспортирование к месту монтажа, монтаж и эксплуатацию системы конструкций. Системообразующий фактор (целевая функция) – необходимое и достаточное конструкторское оформление (обеспечение) смежных функциональных систем (архитектурной, прочностной и др.) (рис. 3) [5–11].

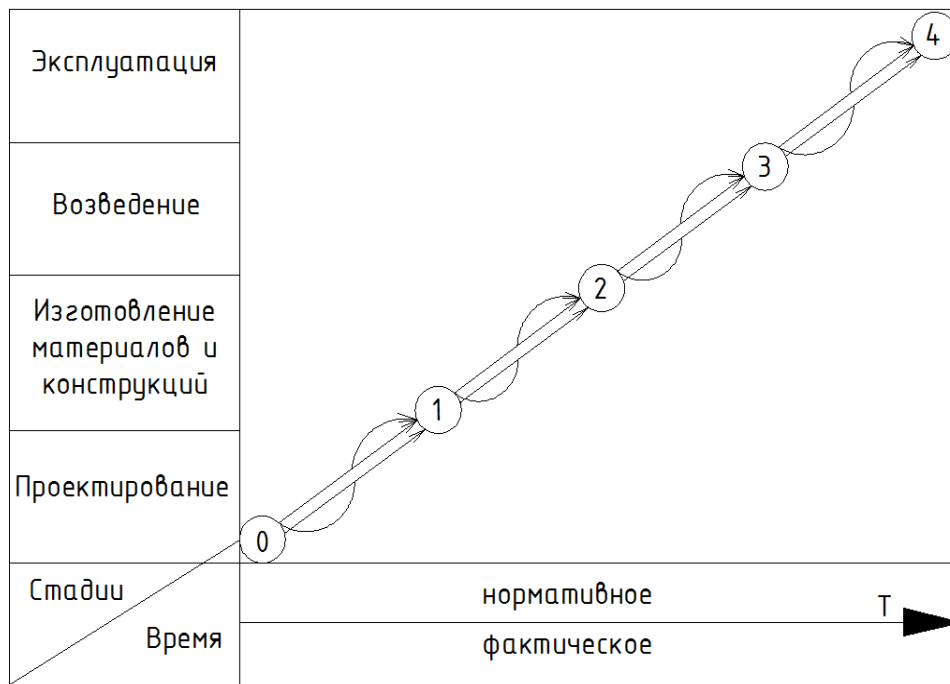


Рис. 1. Системокванты архитектурной функциональной системы, где:

- информационный направляющий вектор;
- кванты энергетических, материальных, трудовых и других ресурсов (материализация);
- цели системы.

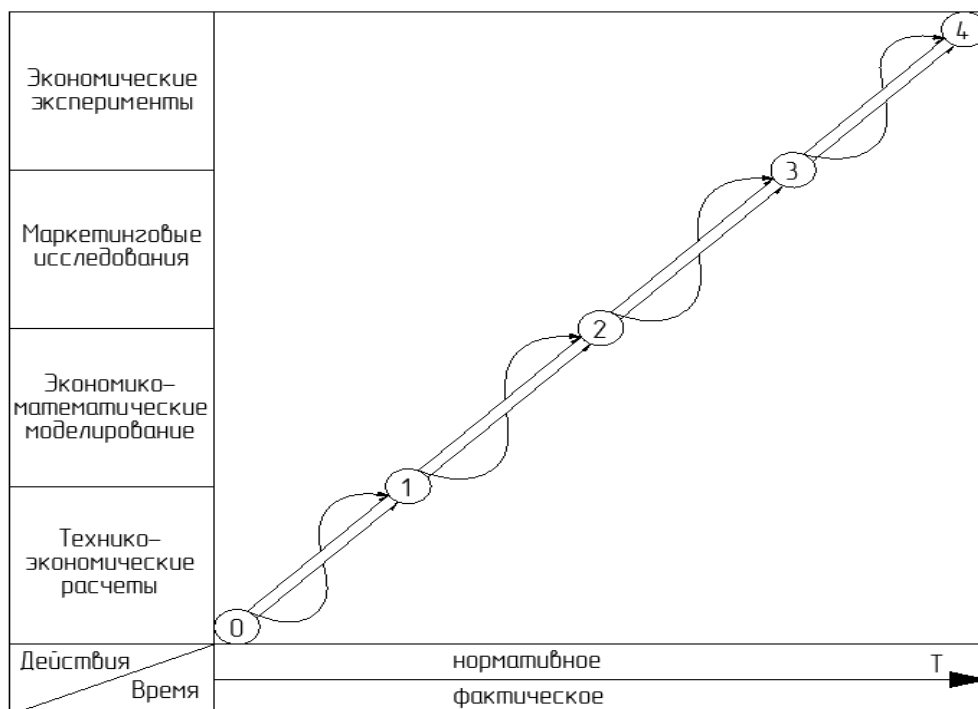
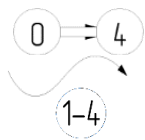
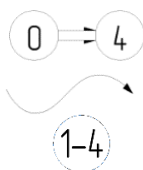
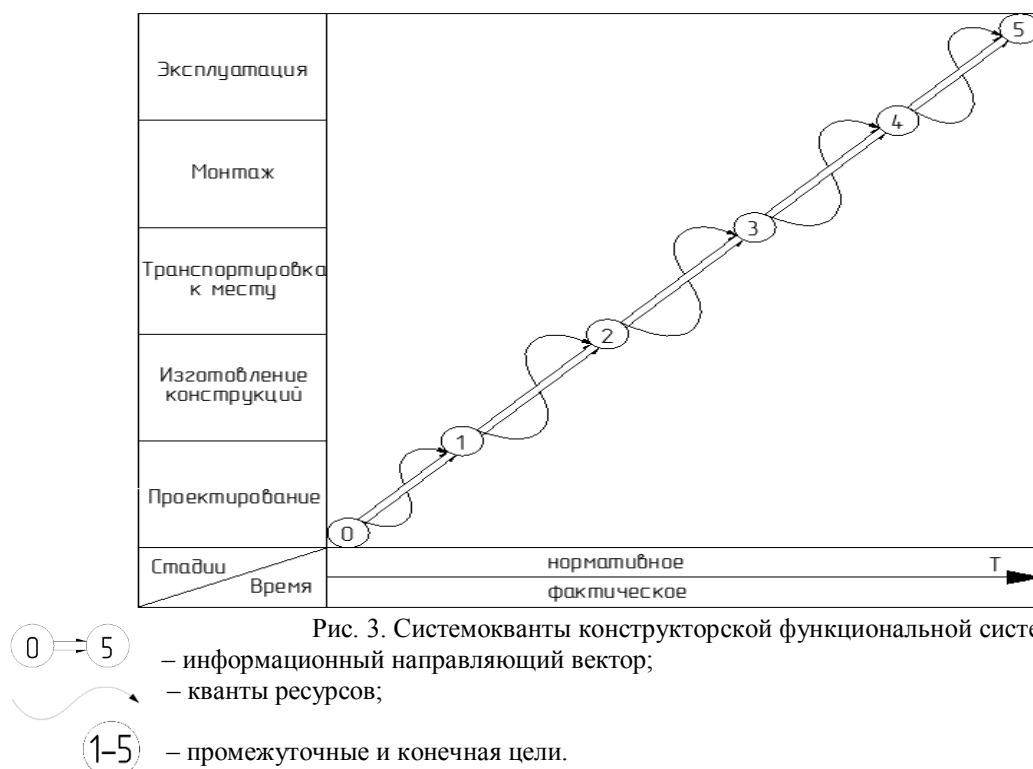


Рис. 2. Системокванты экономической функциональной системы, где:

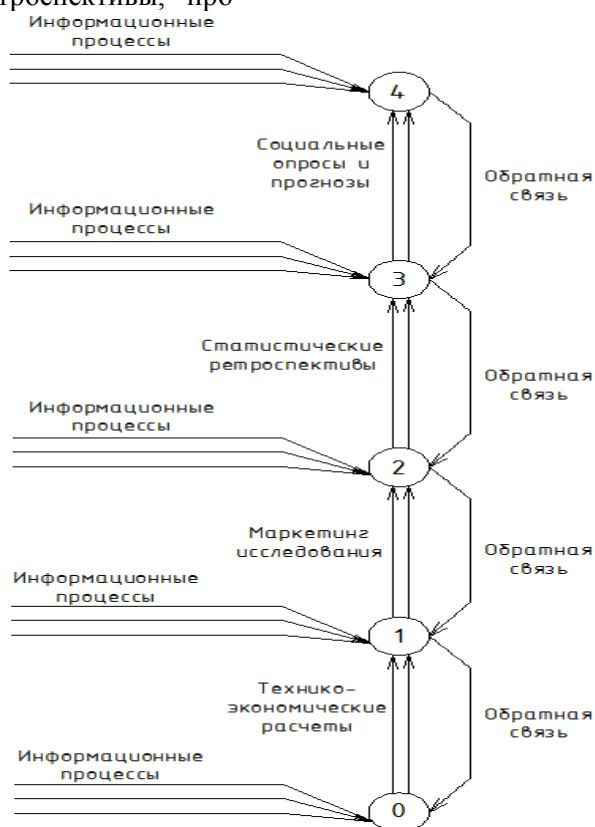
- информационный направляющий вектор;
- кванты ресурсов;
- промежуточные и конечная цели системы.





Социально-потребительская система - система обеспечения функций социальной привлекательности и рыночной востребованности строительной продукции. Включает технико-экономические расчеты, маркетинговые исследования, статистические ретроспективы, про-

гнозы социальные опросы. Системообразующий фактор (целевая функция) – стабильное обеспечение социальной и рыночной привлекательности строительных объектов (рис. 4) [5-11].



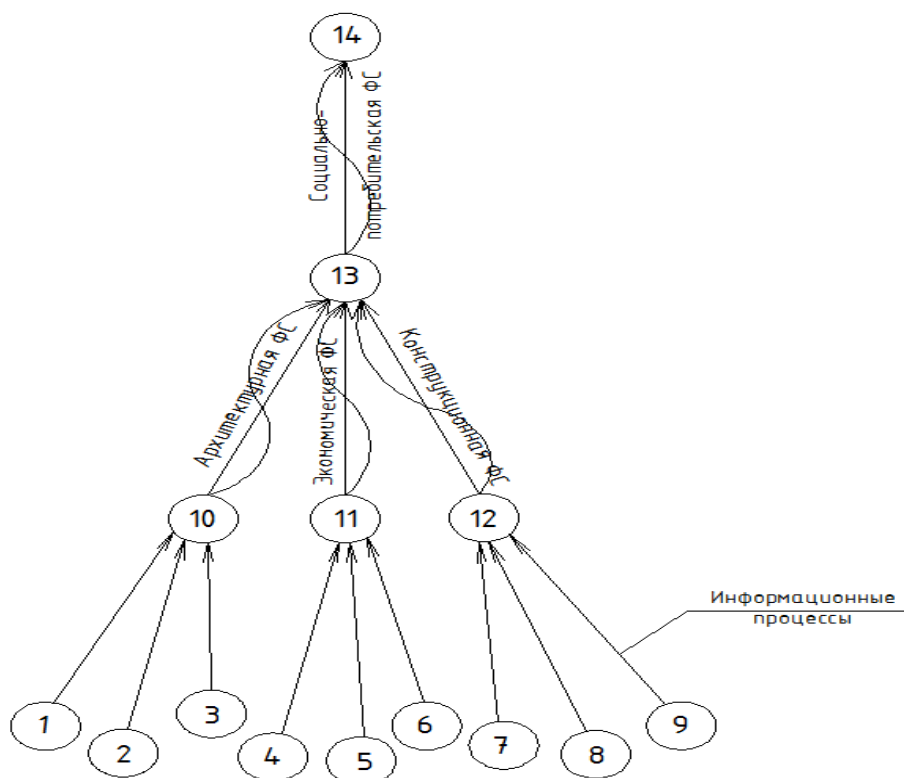
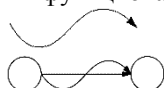


Рис. 5. Дерево целей формирования социально-потребительской функциональной системы:
1-9 – информационные процессы; 10-13, 11-13, 12-13 – архитектурная, экономическая, конструктивная функциональные системы (ФС); 13-14 – социально-потребительская функциональные системы (ФС)
– кванты материализации информационных процессов;



– системокванты функциональных систем.

Наилучшее графическое отображение развития строительных процессов и объектов получается с применением системоквантов в виде информационных векторов, обвиваемых квантами процессов по восходящим спиральям, показывающих движение в пространственно-временном континууме и позволяющих применять средства вычислительной техники при разработке и внедрении в строительном производстве.

Внедрение системоквантов строительных процессов при организационно-технологическом проектировании строительства объектов и комплексов в значительной степени способствовало вводу их в эксплуатацию в директивные сроки в условиях минимально-необходимой достаточности ресурсов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Волков А.А., Лебедев В.М. Системокванты технологических процессов строительства объектов // Вестник МГСУ. 2011. №1. С. 281–286.
2. Системотехника строительства. Энциклопедический словарь; под редакцией А.А. Гусакова. М.: Изд-во АСВ, 2004. 320с.

3. Анохин П.К. Избранные труды: кибернетика функциональных систем; под ред. К.В. Судакова/Сост. В.А. Макаров. М.: Медицина, 1998. 400 с.

4. Анохин П.К. Избранные труды. Философские аспекты теории функциональной системы. М.: Изд-во «Наука», 1978. 400 с.

5. Лебедев В.М. Системотехника строительства и формирования функциональных систем зданий. Белгород: Изд-во БГТУ, 2013. 165 с.

6. Лебедев В.М. Системотехника возведения и формирования функциональных систем зданий. Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2016. 205с.

7. Лебедев В.М. Системотехника и системокванты строительного производства. Белгород: Изд-во БГТУ, 2015. 239с.

8. Информационные модели функциональных систем; под ред. К.В. Судакова и А.А. Гусакова. М.: Фонд «Новое тысячелетие», 2004. 304с.

9. Лебедев В.М. Системотехника управления проектами строительства объектов и комплексов. Белгород: Изд-во БГТУ, 2014. 217с.

10. Лебедев В.М. Системокванты строительно-монтажной функциональной системы

производства. Белгород: Изд-во БГТУ, 2014. 266 с.

11. Лебедев В.М. Системотехника управления проектами строительства. Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2016. 263 с.

Lebedev V.M., Martynova N.V.

INFOGRAPHIC MODELING OF SOCIAL AND CONSUMER FUNCTIONAL SYSTEM OF BUILDINGS

Determined the level of intelligence quantity and quality of information processes used in the formation of functional systems after the construction of all structural elements of buildings.

Key words: *intelligence buildings, systemic quantum, functional, system, information process.*

Лебедев Владимир Михайлович, кандидат технических наук, доцент кафедры строительства и городского хозяйства.

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

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

E-mail: lebedev.lebedev.v.m@yandex.ru

Мартынова Наталья Викторовна, аспирант кафедры строительства и городского хозяйства.

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

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

E-mail: mnv@fondgkh31.ru

Косухин М.М., канд. техн. наук, проф.,
Семак А.В., магистрант,
Косухин А.М., аспирант

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛА ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ ЭНЕРГОАУДИТА*

mkosuhin@mail.ru

Приведены данные исследований по энергосбережению и энергоэффективности жилых и общественных зданий с целью оценки потенциала энергосбережения на основе энергетического аудита. Показан характер потребления энергии и оценочные показатели потенциала энергосбережения в бюджетной сфере и жилищном секторе страны. На основании исследований и подсчетов различных специалистов установлено, что самый большой потенциал повышения энергоэффективности принадлежит жилищному фонду страны. Отмечено, что капитальный ремонт и реконструкция существующего жилищного фонда являются необходимым условием реализации мероприятий по энергосбережению. Отражены вопросы инвестиций, их виды и привлекательность для реализации энергосберегающих мероприятий и повышения энергетической эффективности.

Ключевые слова: энергоэффективность, энергосбережение, жилищный фонд, капитальный ремонт, мероприятия по повышению энергетической эффективности, нормативно-правовая база в области энергосбережения, потенциал энергосбережения, жилые и общественные здания, реконструкция, энергопотребление, энергоемкость, многоквартирные дома.

Введение. Энергосбережение это реализация правовых, организационных, научных, производственных, технических и экономических мер, направленных на эффективное использование топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) и на вовлечение в хозяйственный оборот возобновляемых источников энергии [1].

Согласно Федерального Закона № 261-ФЗ потенциал энергосбережения – это количество ТЭР, которое можно сберечь в результате реализации технически возможных и экономически оправданных мер, направленных на эффективное их использование и вовлечение в хозяйственный оборот возобновляемых источников энергии при условии сохранения или снижения техногенного воздействия на окружающую и природную среду [1].

Конкретизируя определение «потенциал энергосбережения» для конечного потребителя ТЭР – организации, эксплуатирующей здания общественного назначения, или собственника жилого здания, предлагается определять потенциал энергосбережения как количество ТЭР, которое можно сэкономить в результате реализации технически возможных и экономически оправданных мер, направленных на их эффективное использование при условии соблюдения санитарных и нормативных показателей, установленных для того или иного вида зданий и сооружений.

В рассмотренных определениях потенциал энергосбережения оценивается в натуральных показателях. Потенциал энергосбережения жилого или общественного здания при его оценке в натуральных показателях измеряется по каждо-

му виду энергоресурса в соответствующих единицах (тепло – в Гкал, электроэнергия – в Квт и т.д.). Общий потенциал энергосбережения определяется как сумма потенциалов энергосбережения по каждому виду энергоресурса, приведенных к условному топливу. В России наиболее часто применяется единица т.у.т. – «тонна условного топлива». 1 т.у.т. по теплотворной способности примерно соответствует тонне каменного угля [2]. В ряде зарубежных стран чаще применяется «нефтяной эквивалент» тнэ – «тонна нефтяного эквивалента». Другие виды топлива с определенным коэффициентом пересчитываются в угольный или нефтяной эквивалент. Соотношение между этими двумя единицами, примерно, такое же, как между теплотворной способностью каменного угля и нефти: 1 т.у.т. соответствует примерно 0,7 тнэ. Потенциал энергосбережения, выраженный в натуральных показателях, называется техническим потенциалом.

Методология. Исследования проводились с использованием методологии системного подхода к проблеме энергосбережения, теории сравнительного анализа, математического и компьютерного моделирования, а также с применением методов классификации и аналогизирования.

Основная часть. В данной работе рассмотрен характер потребления энергии и оценочные показатели потенциала энергосбережения для бюджетной сферы и жилищного хозяйства Российской Федерации в целом. Профили энергопотребления этих двух секторов близки, однако объемы энергопотребления жилищным секто-

ром существенно превосходят объемы бюджетного сектора.

По подсчетам специалистов, в жилищном секторе существует самый большой потенциал повышения энергоэффективности в России. Технический потенциал снижения энергопотребления оценивается в 70,2 млн т.у.т. Наибольшая часть потенциальной экономии энергии может быть достигнута в результате мер по повышению энергоэффективности в системах отопления и горячего водоснабжения. Средняя энергоемкость систем отопления и горячего водоснабжения в российских жилых зданиях заметно превышает достижимые показатели. Так, средняя энергоемкость систем отопления в российских многоквартирных домах составляет 229 кВтч/м²/год, в то время как энергоемкость систем отопления в новых жилых домах в России составляет лишь 77 кВтч/м²/год тепловой энергии.

Капитальный ремонт и реконструкция существующих жилых зданий могут принести экономию в размере 30–60 % от потребления энергии, потребляемой на отопление. Технический потенциал повышения эффективности горячего водоснабжения составляет 17,4 млн т.у.т., что соответствует 35 % объема потребления в 2015 г. [3]. Приблизительно 12 % этой экономии может быть достигнуто за счет усовершенствования систем горячего водоснабжения: устройств регулирования температуры воды, повышения эффективности теплоизоляции труб системы горячего водоснабжения. Почти 40 % потенциальной экономии можно достичь через инвестиции на уровне отдельных квартир, например, в установку приборов учета потребления горячей воды.

Здания и сооружения бюджетной сферы также являются значительным потребителем энергоресурсов в России. По оценке Российских и зарубежных исследователей [4], на ее долю приходится приблизительно 9 % совокупного конечного потребления энергии в стране. По оценке ЦЭНЭФ большая часть потребления энергии в этом секторе приходится на отопление (приблизительно 60 %).

Общественные здания России имеют значительный технический потенциал энергосбережения. В системах отопления зданий бюджетной сферы он оценивается в среднем около 50 % совокупного потребления энергии в этом секторе по состоянию на конец 2015 г. Оценка потенциала была сделана методом сравнительного анализа с использованием современных нормативных показателей энергоэффективности и показателей наиболее эффективных бюджетных зданий, строящихся в России [5].

Технический потенциал энергосбережения в учреждениях здравоохранения составляет

60 %; опыт многих субъектов федерации показывает, что в образовательных учреждениях он составляет 80 %. Во многих российских школах системы освещения не модернизировались на протяжении 40–50 лет; повсеместно наблюдаемые «недотопы» и «перетопы», которые приводят к значительному перерасходу энергии.

Технический потенциал экономии электроэнергии в бюджетных зданиях приблизительно равен 42 % от уровня потребления 2014 г.

Реализация технического потенциала энергосбережения на уровне жилого или общественного здания, микрорайона, города, региона или страны в целом возможна только при наличии необходимых объемов инвестиций.

По мнению специалистов инвестиции возможно разделить на следующие группы:

- привлекательные для конечных потребителей ТЭР (коммерчески-эффективные);
- привлекательные для государства (экономически, бюджетно- и социально-эффективные инвестиции, которые, тем не менее, не обеспечивают привлекательного уровня доходности для конечного потребителя ТЭР).

К инвестициям, привлекательным для конечных потребителей ТЭР, относят капиталовложения, приводящие к экономии энергоресурсов и средств конечных потребителей-инвесторов (ТСЖ, домохозяйств или бюджетных организаций). Инвестиции называются привлекательными для конечных потребителей ТЭР, если стоимость экономии единицы энергии (например, кВтч) меньше стоимости приобретения дополнительной единицы энергии.

Инвестиции, привлекательные для государства, приводят к экономии энергоресурсов, но оказываются слишком затратными или обеспечивают слишком незначительную финансовую экономию за срок жизни инвестиционного проекта, чтобы быть привлекательными для конечных потребителей энергии, то есть для индивидуальных инвесторов они не выгодны.

Инвестиции можно рассматривать как привлекательные для государства, если стоимость экономии единицы энергии (например, 1 кВтч) меньше, чем затраты государства на строительство новой генерирующей мощности (например, 1 кВт) или чем величина упущенной выгоды для страны от экспорта единицы топлива – в зависимости от того, какое из этих значений больше.

На сегодня, по оценке Всемирного банка около 60 % технического потенциала в ЖКХ может быть реализовано через экономически целесообразные инвестиции, привлекательные для государства, и около 40 % – через инвестиции, привлекательные для конечных потребителей ТЭР при существующих внутренних ценах

на топливо. Большая часть инвестиций в повышение эффективности систем отопления и горячего водоснабжения также являются бюджетно и коммерчески эффективными (в соотношении примерно 67% на 30%). В бюджетном секторе по оценке исследователей приблизительно три четверти всего технического потенциала экономии электроэнергии могут быть реализованы через государственные инвестиции.

На основании изложенного, наряду с техническим потенциалом мероприятий по энергосбережению, важной представляется и оценка их инвестиционного потенциала, включая:

- потенциал инвестиций, привлекательных для конечных потребителей ТЭР, – потенциальный объем инвестиций, который можно привлечь от конечных потребителей (отражает коммерческую привлекательность технических мероприятий, направленных на реализацию технического потенциала, для конечных потребителей);

- потенциал инвестиций, привлекательных для государства, потенциальный объем государственных инвестиций (отражает уровень государственного интереса к конкретному проекту энергосбережения).

Данный подход выделяет экономический аспект потенциала энергосбережения и охватывает все его составляющие: коммерческую (коммерческий потенциал), бюджетную и социальную (социально-экономический потенциал).

Если мероприятия, направленные на повышение энергоэффективности здания, коммерчески эффективны, становится возможным привлечение к их реализации в ходе капитального ремонта энергосервисной компании, с которой заключается энергосервисный договор. Энергосервисный договор – это один из наиболее эффективных подходов к энергохозяйствованию, который делает возможным для энергопотребителя внедрение энергосберегающих технологий без затрат (или с ограниченными затратами) собственных финансовых ресурсов, так как основную часть риска берет на себя энергосервисная компания, которая за свой счет реализует проект энергосбережения. Все затраты на проект затем возмещаются за счет полученной экономии энергоресурсов.

К сожалению, в настоящее время у бюджетных организаций полностью отсутствует интерес к реализации мероприятий по снижению потребления энергетических ресурсов. Причина отсутствия такой заинтересованности находится в плоскости бюджетного законодательства. Расчет объема денежных средств на оплату энергетических ресурсов осуществляется на основе нормативного объема потребления ресурсов для конкретного бюджетного учреждения и действующих

(планируемых) тарифов на электрическую и тепловую энергию. Нормативы энергопотребления для конкретного бюджетного учреждения рассчитываются, в том числе, и на основании данных о фактическом энергопотреблении бюджетного учреждения в предыдущие периоды. Соответственно, если бюджетным учреждением сокращено потребление энергетических ресурсов в результате проведения энергосберегающих мероприятий, то при расчете объема финансирования энергопотребления на планируемый период нормативы энергопотребления будут сокращены, соответственно объем финансирования расходов на энергопотребление уменьшится. Что касается жилищной сферы, то использование энергосервисных договоров в ней представляется оправданным и перспективным.

Оценка потенциала энергосбережения конечного потребителя ТЭР осуществляется в результате энергетического обследования (энергоаудита), под которым понимается сбор и обработка информации об использовании энергетических ресурсов в целях получения достоверной информации об объеме используемых энергетических ресурсов, о показателях энергетической эффективности, выявления возможностей энергосбережения и повышения энергетической эффективности с отражением полученных результатов в энергетическом паспорте [1].

В соответствии со статьей 15 Федерального Закона № 261-ФЗ энергетическое обследование предусматривает достижение четырех основных целей:

- получение объективных данных об объеме используемых энергетических ресурсов;
- определение показателей энергетической эффективности;
- определение потенциала энергосбережения и повышения энергетической эффективности;
- разработка перечня типовых, общедоступных мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности и проведение их стоимостной оценки.

По результатам энергетического обследования составляется энергетический паспорт, в котором должна содержаться следующая информация:

- об оснащенности приборами учета используемых энергетических ресурсов;
- об объеме используемых энергетических ресурсов и о его изменении;
- о показателях энергетической эффективности;
- о величине потерь переданных энергетических ресурсов (для организаций,

осуществляющих передачу энергетических ресурсов);

- о потенциале энергосбережения, в том числе об оценке возможной экономии энергетических ресурсов в натуральном выражении;

- о перечне типовых мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности.

Проведение энергетического обследования является обязательным для следующих лиц:

- органы государственной власти, органы местного самоуправления, наделенные правами юридических лиц;

- организации с участием государства или муниципального образования;

- организации, осуществляющие регулируемые виды деятельности;

- организации, осуществляющие производство и (или) транспортировку воды, природного газа, тепловой энергии, электрической энергии, нефти и нефтепродуктов;

- организации, совокупные затраты которых на потребление природного газа, дизельного и иного топлива, мазута, тепловой энергии, угля, электрической энергии превышают десять миллионов рублей за календарный год;

- организации, проводящие мероприятия в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности, финансируемые полностью или частично за счет средств федерального бюджета, бюджетов субъектов Российской Федерации, местных бюджетов [1].

Для бюджетных учреждений и жилых домов целями мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности являются:

- приведение зданий в соответствие санитарным требованиям (если таковые не соблюдены);

- приведение зданий в соответствие требованиям действующих нормативно-правовых документов в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности.

Оценка потенциала энергосбережения эксплуатируемых зданий производится на основе фактических (измеренных) характеристик объекта. С этой целью в ходе энергетического обследования решаются следующие задачи:

- определение потребления ресурса при фактических показателях режимов обеспечения производства или потребления за расчетный год;

- определение потребления ресурса при реализации мероприятия по энергосбережению за расчетный год;

- сравнение величины потребления ресурса за расчетный год до и после реализации мероприятия по энергосбережению.

При реализации одновременно нескольких мероприятий потенциал энергосбережения определяется от этих мероприятий в комплексе.

В результате энергоаудита разрабатываются мероприятия по энергосбережению и повышению энергетической эффективности потребителя ТЭР, производится оценка потенциала энергосбережения и выполняется технико-экономическое обоснование указанных мероприятий [6,7]. Они должны лечь в основу программы повышения энергетической эффективности потребителя ТЭР, которая разрабатывается и выполняется во взаимодействии с выполнением планов и программ текущих и капитальных ремонтов эксплуатируемых зданий.

Структура контролирующих органов в сфере энергосбережения в Российской Федерации показана на рис. 1.

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ И МУНИЦИПАЛЬНЫЙ КОНТРОЛЬ



Рис. 1. Организация контроля за проведением энергоаудита в Российской Федерации

На основе результатов приведенного анализа предлагается алгоритм оценки потенциала энергосбережения здания и его реализации за счет капитального ремонта, представленный на рис. 2 [8].

Заключение энергосервисного договора, как показано на рис. 2, является лишь одним из

вариантов реализации энергосберегающих мероприятий. Такие мероприятия могут быть проведены также за счет собственника здания или профинансированы из нескольких источников.

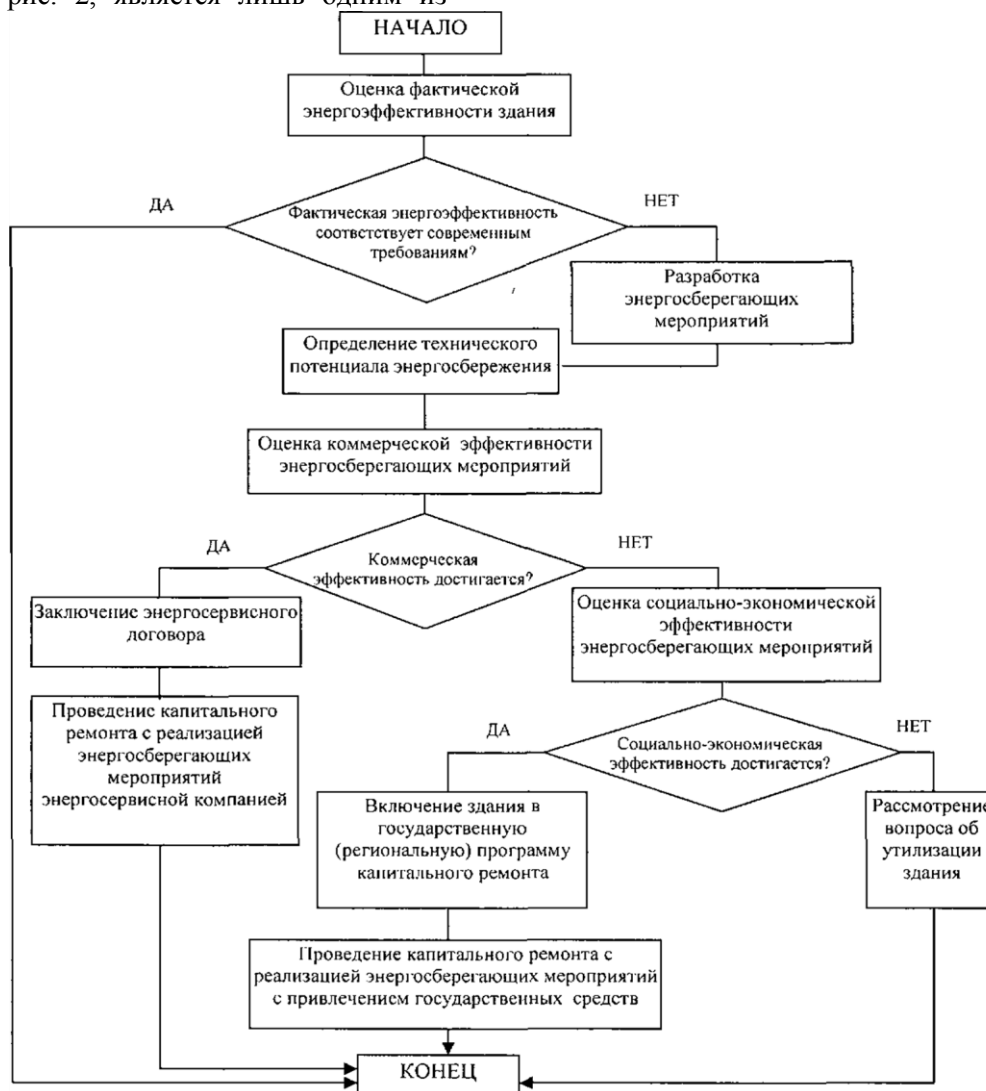


Рис. 2 Алгоритм оценки потенциала энергосбережения здания и его реализации за счет капитального ремонта

Таким образом, проведение энергоаудита является необходимым шагом для оценки потенциала энергосбережения, продиктованным современным обществом при проведении реконструкции и капитального ремонта зданий на основе энергосбережения.

**Статья подготовлена в рамках мероприятий Программы стратегического развития БГТУ им. В.Г. Шухова на 2012-2016 годы по проекту «Теплофизические аспекты расчетно-экспериментальной оценки энергетической эффективности ограждающих конструкций при эксплуатации и реконструкции гражданских зданий».*

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федеральный закон от 23.11.2009 г. №261 «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».
2. Данилов Н.И., Пирогов А.Н. Энергоэффективность – новый вызов строительной отрасли // Руководитель строительной организации. 2010. №12.
3. Хохлов О.Б. Экономическое обоснование проектов и программы реновации жилищного фонда / Строительный комплекс:

экономика, управление, инвестиции. Межвузовский сборник научных трудов // СПб.: Изд-во СПбГУЭФ, 2006. Вып. 6.

4. Смирнов Е.Б. Воспроизводство жилищного фонда крупного города в условиях формирования экономических отношений рыночного типа. СПб.: СПбГИЭУ, 1997.

5. Информационный бюллетень. Москва: Изд-во «Новости теплоснабжения». Выпуск № 1 (6) январь 2010.

6. Косухин М.М., Кузнецова Д.А., Петренко Е.Б. Потенциал энергосбережения в жилищно-коммунальном хозяйстве / Энергосбережение и экология в жилищно-коммунальном хозяйстве и строительстве

городов. Сб. статей Междунар. научн.-практ. конф. // Белгород: БГТУ им В.Г. Шухова, 2012. С. 75–79.

7. Косухин М.М., Косухин А.М., Шарапов О.Н., Богачева М.А. Вопросы энергосбережения в условиях устойчивого функционирования, модернизации и развития жилищного фонда // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. Белгород. 2016. №10. С. 51–61.

8. Шихалиев С.С. Повышение энергоэффективности капитального ремонта и реконструкции зданий на основе энергосбережения: дис.... канд. экон. наук. С-П. 2012. 140 с.

Kosukhin M.M., Semak A.V., Kosukhin A.M.

EVALUATION OF ENERGY SAVING POTENTIAL ON THE BASIS OF ENERGY AUDIT

There were presented the findings of the research in energy saving and energy efficiency of public and residential buildings with the purpose of evaluating the energy saving potential on the basis of energy audit. There was demonstrated the nature of energy consumption and the evaluation figures of energy saving in state-financed sphere and housing sector of the country. On the basis of research and calculations of various specialists it was determined, that the highest potential of energy efficiency improvement belongs to the housing funds of the country. It was pointed out that capital repairs and reconstruction of the existing housing funds are the necessary condition of implementing the energy saving measures. The investment issues, their types and their attractiveness for energy saving measures and improving the energy efficiency are reflected.

Key words: *energy efficiency, energy saving, housing funds, capital repairs, measures for energy efficiency improvement, normative legal base in the sphere of energy saving, energy saving potential, residential and public buildings, reconstruction, energy consumption, energy capacity, apartment buildings.*

Косухин Михаил Михайлович, кандидат технических наук, профессор кафедры строительства и городского хозяйства.

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

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

E-mail: mkosuhin@mail.ru

Семак Александр Викторович, магистрант кафедры строительства и городского хозяйства.

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

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

E-mail: alex-07061980@yandex.ru

Косухин Андрей Михайлович, аспирант кафедры строительства и городского хозяйства.

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

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

E-mail: andrey.shik@mail.ru

Логачев И.Н., д-р техн. наук, проф.,
Попов Е.Н., ст. преп.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ВЕРОЯТНОСТНО-СТАТИСТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОПИСАНИЮ АЭРОДИНАМИЧЕСКОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КОЛЛЕКТИВА ПАДАЮЩИХ ЧАСТИЦ С ВОЗДУХОМ: СЛУЧАЙ ПОЛИФРАКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА*

evg-popov@yandex.ru

В горноперерабатывающей промышленности значительная часть технологических процессов сопровождаются загрузками сыпучего материала в различные емкости и бункера. При загрузке бункеров силосного типа саморазгружающимися тележками проблема выбивания пыли из загрузочных проемов стоит особенно остро. Работа посвящена совершенствованию методов расчета аспирации при загрузках бункеров силосного типа полидисперсным материалом. Предложен новый статистический подход к учету условий стесненности на коэффициент лобового сопротивления частиц в условиях свободной струи падающего материала. При падении свободной струи материала частицы более крупных фракций затевают мелкие и пылевые частицы, аэродинамическое сопротивление которых в таких условиях не значительно. Был предложен аналитический вывод вероятности активного воздействия на воздух частиц, находящихся вне аэродинамической тени, что позволяет получить методику оценки эжектирующей способности потока частиц при обеспыливании бункеров силосного типа. При дальнейшем развитии данного подхода возможен вывод вероятности аэродинамического взаимодействия частиц полидисперсного материала. Учет дисперсности перегружаемого материала позволит рассчитать оптимальное количество аспирационного воздуха и снизить энергопотребление систем аспирации.

Ключевые слова: аспирация бункеров, загрузка бункеров, полидисперсный материал, эжектирование воздуха, динамика частиц, аэродинамика, обеспыливающая вентиляция.

Введение. Значительная часть технологических процессов переработки горных пород сопровождаются загрузками сыпучего материала в различные емкости и бункера.

Расход аспирационного воздуха, удаляемого от местных отсосов является основным параметром, определяющим энергоемкость и стоимость эксплуатации вытяжной вентиляции.

Существующие методики определения расхода эжектируемого воздуха, предполагают замену реального полидисперсного материала неким монофракционным материалом, имеющим частицы некоторого среднего диаметра. Большая часть обрабатываемых материалов являются полидисперсными, что приводит к необходимости введения опытных коэффициентов.

В случае значительной площади загрузочных проемов, что характерно для бункеров силосного типа как правило руководствуются защитной скоростью 0,5–1 м/с, обеспечивающей невыбивание запыленного воздуха из бункера. Такой подход приводит к значительным расходам аспирационного воздуха, не учитывающих как особенностей самого перегружаемого материала, так и аэродинамических процессов протекающих внутри бункера.

В связи с этим уточнение существующих методик расчета и проектирования систем аспирации на предприятиях горноперерабатываю-

щей отрасли является весьма актуальной задачей.

Фундаментальные основы теории эжекции воздуха равноускоренным потоком падающих частиц были заложены С.Е. Бутаковым [1] и развиты О.Д. Нейковым [2]. В последние годы проблемой снижения объемов аспирируемого воздуха в России занимались В.А. Минко, И.Н. Логачев [3], К.И. Логачев [4], изучившие закономерности движения сыпучих материалов по желобам. Так же проблемами аспирации бункеров занимались Семиненко А.С., Гольцов А.Б. [5, 6]. За рубежом известны работы Олифера В.Д. [7], Ze Qin Liu [8]. Однако в трудах этих ученых рассматриваются главным образом монофракционные потоки в то время как большинство перерабатываемых материалов полифракционные.

Основная часть. Данная статья является дальнейшим развитием вероятностно-статистического подхода, предложенным ранее в работе авторов [9].

Предполагая, что коэффициент лобового сопротивления частиц i -й фракции пропорционален вероятности активного аэродинамического взаимодействия этой частицы, под вероятностью P_{ai} будем понимать отношение количества частиц, находящихся вне аэродинамической тени к общему количеству частиц в рассматривае-

мом объеме двухкомпонентной смеси. В предыдущей статье [9] было доказано, что в случае падения одинаковых по размеру частиц вероятность их затенения пренебрежимо мала. Однако в случае потока полифракционных частиц этой вероятностью пренебрегать нельзя.

Пусть имеем случай равновероятного размещения в рассматриваемом элементарном объеме $dV = S \cdot dx$ частиц $d_1, d_2, \dots, d_N$ (причем $d_1 > d_2 > \dots > d_N$ соответственно) с объемной концентрацией β_i ($i = 1, 2, \dots, N$):

$$\beta_i = \frac{G_i}{S \cdot \rho_m \cdot v}, \quad G_i = g_i G, \quad \text{причем } \beta = \sum_{i=1}^N \beta_i \quad (1)$$

где g_i – массовое содержание в потоке частиц крупностью d_i , (в долях).

Вероятность размещения одной частицы крупностью d_i в тени другой частицы той же крупности будет определяться соотношением типа:

$$P_i(A_i) = \frac{\Omega_i}{W_i} \cdot \frac{\beta_i}{1 - \beta_i}, \quad (2)$$

По прежнему можно пренебрегать вероятностью размещения в этой тени второй частицы крупностью d_i . А вот вероятностью размещения этих частиц в тени более крупных частиц d_{i-1} пренебрегать нельзя, хотя бы потому, что

$$\frac{\Omega_{i-1}}{W_i} \gg \frac{\Omega_i}{W_i}, \quad (3)$$

Найдем эту вероятность, полагая что вероятность расположения частиц диаметром d_i в аэродинамической тени одной частицы d_{i-1} определяется соотношением:

$$P_i(T) = \frac{\Omega_{i-1} \cdot c_{i-1} dV}{dV(1 - \beta)}, \quad (4)$$

Рассмотрим случай падения коллектива не одинаковых по массе частиц (рис. 1).

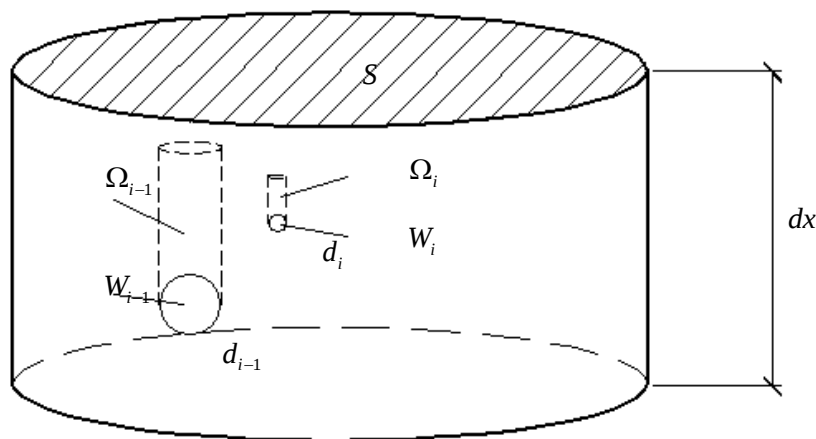


Рис. 1. Элементарный объем струи падающих частиц

Объемная концентрация частиц диаметром d_i в элементарном объеме $dV = S \cdot dx$ очевидно равна:

$$\beta_i = \frac{g_i \cdot G}{S \cdot \rho_m \cdot v_i}, \quad (5)$$

где v_i – скорость частиц диаметром d_i , м/с.

Тогда число этих частиц в элементарном объеме $S \cdot dx$

$$\frac{\beta_i \cdot S \cdot dx}{W_i} = c_i \cdot S \cdot dx, \quad (6)$$

где c_i – счетная концентрация частиц диаметром d_i , шт/м³, равная

$$c_i = \frac{\beta_i}{W_i}, \quad (7)$$

Суммарный объем аэродинамической тени этих частиц в элементарном объеме $S \cdot dx$, с учетом того, что

$$\Omega_i = K_i \cdot W_i \quad (K_i \approx 10 \div 100); \quad (8)$$

можно выразить так

$$T_i = c_i \cdot K_i \cdot W_i \cdot S \cdot dx; \quad (9)$$

откуда

$$\frac{T_i}{S \cdot dx} = c_i \cdot K_i \cdot W_i = \frac{\beta_i}{W_i} K_i \cdot W_i = K_i \cdot \beta_i. \quad (10)$$

Все частицы i -й фракции разделим на два класса: аэродинамически активные частицы, которые с равной возможностью размещены по всему элементарному объему, не занятому частицами всех фракций $((1 - \beta) \cdot S \cdot dx)$, где

$\beta = \sum_{i=1}^n \beta_i$) и класс аэродинамически неактивных частиц, которые размещены в аэродинамической тени как частиц i -й фракции, так и частиц более крупных фракций. Будем полагать, что активные частицы участвуют в межкомпонентном динамическом взаимодействии, суммарная величина которого представляется в виде суммы аэродинамических сил свободных частиц (без учета эффекта стесненности). Что касается частиц, находящихся в аэродинамической тени, то полагаем, что они не участвуют в этом взаимодействии по двум причинам. Во первых, коэффициент лобового сопротивления затененных частиц намного меньше свободных и во вторых, из-за малости относительной скорости их падения в тени по сравнению с относительной скоростью v_i — активных частиц.

Найдем вероятность нахождения частиц крупностью d_i в аэродинамической тени A_i . В силу известного определения геометрической вероятности [11] событие нахождения частицы в тени представляет собой отношение меры области, благоприятствующей появлению этого события (в нашем случае объема T_i), к мере всей области (свободному от частиц объему $(1-\beta) \cdot S \cdot dx$) имеем с учетом (10-21):

$$P_i(T_i) = \frac{T_i}{S \cdot dx - \beta \cdot S \cdot dx} = \frac{T_i}{(1-\beta) \cdot S \cdot dx} = K_i \cdot \frac{\beta_i}{1-\beta}. \quad (11)$$

Найдем вероятность нахождения частицы с диаметром d_i в аэродинамической тени более крупной частиц d_{i-1} ($d_{i-1} > d_i$);

Суммарный объем аэродинамической тени частиц диаметром d_{i-1} составляет

$$T_{i-1} = c_{i-1} \cdot K_{i-1} \cdot W_{i-1} \cdot S \cdot dx = K_{i-1} \cdot \beta_{i-1} \cdot S \cdot dx. \quad (12)$$

Тогда вероятность этого события будет:

$$P_i(T_i) = \frac{T_i}{(1-\beta) \cdot S \cdot dx} = K_{i-1} \cdot \frac{\beta_{i-1}}{1-\beta}. \quad (13)$$

Тогда сумма всех вероятностей нахождения частицы с минимальным диаметром d_N в тени всех более крупных частиц ($d_1 > d_2 > \dots > d_N$):

$$\sum_{i=1}^N P_i(T_{i-1}) = K_1 \cdot \frac{\beta_1}{1-\beta} + K_2 \cdot \frac{\beta_2}{1-\beta} + \dots + K_N \cdot \frac{\beta_N}{1-\beta}, \quad (14)$$

или, если положить $K_1 = K_2 = \dots = K_N = K$;

$$\sum_{i=1}^N P_i(T_{i-1}) = K \cdot \frac{\sum_{i=1}^N \beta_i}{1-\beta} = K \cdot \frac{\beta}{1-\beta}, \quad (15)$$

где $\beta = \beta_1 + \beta_2 + \dots + \beta_N$ — суммарная объемная концентрация частиц разных размеров в объеме $S \cdot dx$.

Тогда коэффициент активного аэродинамического сопротивления частиц (находящихся вне теней) с диаметром d_N :

$$\psi_{(d_N)} = \left(1 - K \cdot \frac{\sum_{i=1}^N \beta_{(d_i)}}{1-\beta} \right) \cdot \psi_0, \quad (16)$$

где ψ_0 — коэффициент лобового сопротивления одиночной (свободной) частицы диаметром d_N .

Соответственно для частиц с диаметром d_{N-1} :

$$\psi_{(d_{N-1})} = \left(1 - K \cdot \frac{\sum_{i=1}^{N-1} \beta_{(d_i)}}{1-\beta} \right) \cdot \psi_0 \quad (17)$$

или в общем виде для частиц с диаметром $d_j > d_N$:

$$\psi_{(d_i)} = \left(1 - K \cdot \frac{\sum_{i=1}^j \beta_{(d_i)}}{1-\beta} \right) \cdot \psi_0 \quad (18)$$

Может оказаться, что суммарная аэродинамическая тень более крупных частиц $K \cdot \sum_{i=1}^j \beta_{(d_i)}$ будет больше свободной (от всех частиц) части объема воздуха $1-\beta$. Тогда коэффициент $\psi_{(d_i)}$ будет меньше нуля (в силу того что $K \cdot \sum_{i=1}^j \beta_{(d_i)} > (1-\beta_i)$) и в расчетах нужно принимать для частиц этих фракций $\psi_{(d_i)} = 0$. Т.е. мы имеем случай "пересечения" аэродинамических теней крупных частиц, а все мелкие частицы переходят в класс неактивных частиц.

Аэродинамическое воздействие на воздух коллектива падающих частиц в струе полифракционного материала (сумма аэродинамических сил) определяет в одномерном приближении изменение количества движения эжектируемого воздуха в силу (9):

$$d((1-\beta) \cdot \rho \cdot u \cdot S) \cdot u = \left(\sum_{i=1}^N R_i \cdot c_i \right) \cdot S \cdot dx, \quad (19)$$

где c_i — счетная концентрация этих частиц в элементарном объеме струи $S \cdot dx$, $1/\text{м}^3$; R_i — аэродинамическая сила динамического взаимо-

действия одиночной частицы диаметром d_i , [м], определяемая с помощью коэффициента аэродинамического сопротивления:

$$R_i = \psi_i \cdot F_{mi} \cdot \rho \cdot \frac{(\nu_i - u)^2}{2}. \quad (20)$$

В дальнейшем будем полагать $S = const$, падение частиц равноускоренное:

$$\nu_i = \nu = \sqrt{2 \cdot g \cdot x + \nu_0^2}, \quad (21)$$

где $g=9,8$ – ускорение силы тяжести, м/с²; x – высота свободного падения, м; ν_0 – начальная скорость падения (при $x=0$), м/с.

Коэффициент лобового сопротивления определяется соотношением (18).

Обозначим выражение в скобках правой части уравнения (30)

$$S_a = \sum_{i=1}^N R_i \cdot c_i, \text{ Н/м}^3 \quad (22)$$

представляющую собой сумму аэродинамических сил всех частиц полифракционного материала в единице объема потока этих частиц. Сопоставим эту величину с усредненной суммой сил межкомпонентного взаимодействия в единице объема потока частиц со среднемассовым диаметром d_y ,

$$d_y = \sum_{i=1}^N g_i \cdot d_i, \text{ м} \quad (23)$$

т.е. с аэродинамической силой потока ускоренных частиц крупностью d_y , и усредненным коэффициентом лобового сопротивления, определяемым эмпирическим соотношением [3]:

$$\psi^* = \frac{\psi_0}{\exp\left(-\frac{1,8}{d_{cp} \cdot 10^3} \cdot \sqrt{\beta_y \cdot 10^3}\right)}, \quad (24)$$

где ψ_0 – коэффициент лобового сопротивления одиночной частицы, d_y – усредненный диаметр частиц, м; β_y – усредненная объемная концентрация частиц в потоке, равная:

$$\beta_y = \frac{G}{S \cdot \rho_m \cdot 0,5(\nu_{1n} + \nu_{1k})}. \quad (25)$$

В формуле (25) ν_{1n} , ν_{1k} – соответственно скорости частиц в начале и в конце желоба, м/с.

Итоговая формула для расчетной суммарной силы межкомпонентного взаимодействия в этом случае примет вид:

$$S_y = \beta_y \frac{6}{\pi d_y^3} \cdot \psi^* \cdot \frac{\pi d_y^2}{4} \cdot \rho \cdot \frac{(\nu - u)^2}{2}, \text{ Н/м}^3$$

или

$$S_u = \psi^* \cdot \beta_y \frac{6}{4 \cdot d_{cp}} \cdot \rho \cdot \frac{(\nu - u)^2}{2} \cdot \text{Н/м}^3 \quad (26)$$

Вернемся к формуле (22). Учитывая, что

$$R_i = \psi_i \cdot \frac{\pi d_i^2}{4} \cdot \rho \cdot \frac{(\nu - u)^2}{2}, \quad (27)$$

$$c_i = \frac{\beta_i}{\frac{\pi d_i^3}{6}}, \quad (28)$$

расчетная формула для S_a примет вид:

$$S_a = \psi_c \cdot \frac{6}{4} \cdot \frac{\beta_y}{d_y} \cdot \rho \cdot \frac{(\nu - u)^2}{2}, \quad (29)$$

где приняв $\psi_{0i} = \psi_0 = const$,

$$\psi_c = \frac{d_y}{\beta_y} \sum_{i=1}^N \psi(d_i) \frac{\beta(d_i)}{d_i}$$

$$\psi(d_i) = \psi_0 \cdot \left(1 - K \frac{\sum_{i=1}^N \beta(d_i)}{1 - \beta}\right) \quad (30)$$

и полагая, что в поперечном сечении струи ν , u , $\rho = const$ имеем:

$$S_a = \frac{3}{4} \rho (\nu - u)^2 \cdot \sum_{i=1}^N \frac{\beta_i}{d_i} \cdot \psi_i. \quad (31)$$

Заключение. Поток падающего материала условно разделяется на аэродинамически активные частицы и частицы, находящиеся в аэродинамической тени и не участвующие в силах аэродинамического взаимодействия при эжектировании воздуха в свободных струях падающего материала.

Выводы. Произведен аналитический вывод вероятности активного воздействия частиц на воздух в свободной струе падающего материала, позволяющий не прибегая к эмпирическим соотношениям определить эжектирующую способность этой струи. Усовершенствованная методика расчета расхода аспирационного воздуха при загрузках бункеров силосного типа, позволит снизить энергоемкость систем аспирации.

**Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект # 14-41-08005 р офи м), а так же в рамках НИР «Разработка методик расчета систем обеспыливания и исследование*

условий загрузки бункеров с учетом дисперсности материалов» НИР: Б8/13.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бутаков С.Е. Аэродинамика систем промышленной вентиляции. М.: Профиздат, 1949. 268 с.
2. Нейков О.Д., Логачев И. Н. Аспирация и обеспыливание воздуха при производстве порошков. М.: Металлургия, 1981. 192 с.
3. Обеспыливающая вентиляция: монография / В.А. Минко, И.Н. Логачев, К.И. Логачев и др.; под общ. ред. В.А. Минко. Белгород: изд-во БГТУ, 2010. 565 с.
4. Logachev K.I., Averkova O.A., Tolmacheva E.I., Logachev A.K., and Dmitrienko V.G., 2016. Modeling of Air and Dust Flows in the Range of Action of a Round Suction Funnel Above an Impermeable Plane. *Refractories and Industrial Ceramics*, 57: 103–107.
5. Попов Е.Н., Семенов А.С. Определение объемов аспирационного воздуха при обеспыливании бункеров // Наука и молодежь в начале нового столетия: Материалы III Международной науч.-практ. конф. Губкин: ИП Уваров В.М. 2010. С. 71–75.
6. Гольцов А.Б., Киреев В.М., Попов Е.Н. Проблемы комплексного обеспыливания при переработке рудных материалов // Сборник трудов № 4. Воронеж: изд-во ВГАСУ, 2007. С. 123–129.
7. Гервасьев А. М., Олифер В. Д. Некоторые результаты исследования процессов, происходящих при перегрузке сыпучих материалов по вертикальным желобам. – В об. Обеспыливающая вентиляция / ВНИОТ г. Свердловск. 1973. С. 3–9.
8. Liu Ze Qin, 2003. Air entrainment in free falling bulk materials, Doctor of Philosophy thesis, Faculty of Engineering, University of Wollongong.
9. Логачев И.Н., Попов Е.Н. Вероятностно-статистический подход к описанию аэродинамического взаимодействия коллектива падающих частиц с воздухом // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. №10. С. 120–123
10. Идельчик И. Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям. М.: Книга по Требованию, 2012. 466 с.
11. Пулачев В.С. Теория вероятности к математической статистике. Москва: Наука, 1979. С. 496.

Logachev I.N., Popov E.N.

PROBABILITY AND STATISTICAL APPROACH TO THE DESCRIPTION OF AERODYNAMIC INTERACTION OF COLLECTIVE OF INCIDENT PARTICLES WITH AIR

In the mountain industry a considerable part of technological processes are followed by loadings of bulk in various capacities and the bunker. When loading bunkers of silage type self-dumping carts the problem of knocking-out of dust from loading apertures is particularly acute especially. Work is devoted to improvement of methods of calculation of aspiration when loadings bunkers of silage type by polydisperse material. New statistical approach to the accounting of conditions of constraint on coefficient of front resistance of particles in the conditions of a free stream of the falling material is offered. When falling a free stream of material of a particle of larger fractions shade small and dust particles which aerodynamic resistance in such conditions isn't considerable. Analytical conclusion of probability of active impact on air of the particles which are out of an aerodynamic shadow that allows to receive a technique of assessment of ezhektivuyushchy ability of a stream of particles at dust removal of bunkers of silage type has been offered. At further development of this approach a conclusion of probability of aerodynamic interaction of particles of polydisperse material is possible. The accounting of dispersion of the overloaded material will allow to calculate optimum amount of aspiration air and to reduce energy consumption of systems of aspiration.

Key words: aspiration of bunkers, loading of bunkers, unequigranular material, ejection of air, loudspeaker of particles, aerodynamics, dedusting ventilation.

Логачев Иван Николаевич, доктор технических наук, профессор кафедры теплогазоснабжения и вентиляции. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.
E-mail: kilogachev@mail.ru

Попов Евгений Николаевич, старший преподаватель кафедры теплогазоснабжения и вентиляции. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.
E-mail: evg-popov@yandex.ru

Климова Е.В., канд. техн. наук, доц.,
Калатоzi В.В., канд. техн. наук, доц.,
Рыжиков Е.Н., аспирант,
Калатоzi Э.К., студент

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

АНАЛИЗ ПРОБЛЕМЫ ОХРАНЫ ТРУДА В СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

lena_1109@mail.ru

Особенность строительной отрасли, с точки зрения охраны труда, состоит в том, что в ее активах состоит большое количество объектов, являющихся источниками вредных и опасных производственных факторов, а, следовательно, и являющихся потенциальными причинами профессиональных заболеваний и производственного травматизма работников. Анализ показателей травматизма и состояния охраны труда на предприятиях строительной отрасли Белгородской области, позволил выявить основные виды нарушений и наметить пути по их устранению. Установлено, что для снижения уровня производственного травматизма в строительной отрасли необходимо внедрять инновационные методы улучшения охраны труда, повышать уровень образования и уровень профессиональной подготовки работников.

Ключевые слова: охрана труда, производственный травматизм, специальная оценка труда рабочих мест, инновационные методы улучшения охраны труда, обучение.

Введение. Охрана труда – это система сохранения жизни и здоровья работников, в процессе трудовой деятельности, включающая в себя: правовые, социально-экономические, организационно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия [1–3].

Наиболее объективным показателем состояния охраны труда является уровень производственного травматизма, который позволяет разрабатывать и внедрять мероприятия по охране труда и повышению безопасности на производстве.

Методология. Основанием для исследования проблемы охраны труда в строительной отрасли

послужил статистический материал о производственном травматизме и его причинах в Белгородской области [4–5].

В процессе исследования были использованы такие методы как системный анализ, диалектический метод, метод структурно-функционального анализа, графическая интерпретация эмпирико-фактологической информации.

Основная часть. Установлено, что несмотря на снижение уровня производственного травматизма на территории Белгородской области за период 2005–2013 гг. (рис.1.) вопросы повышения безопасности работ все ещё являются актуальными и требуют серьезной проработки.

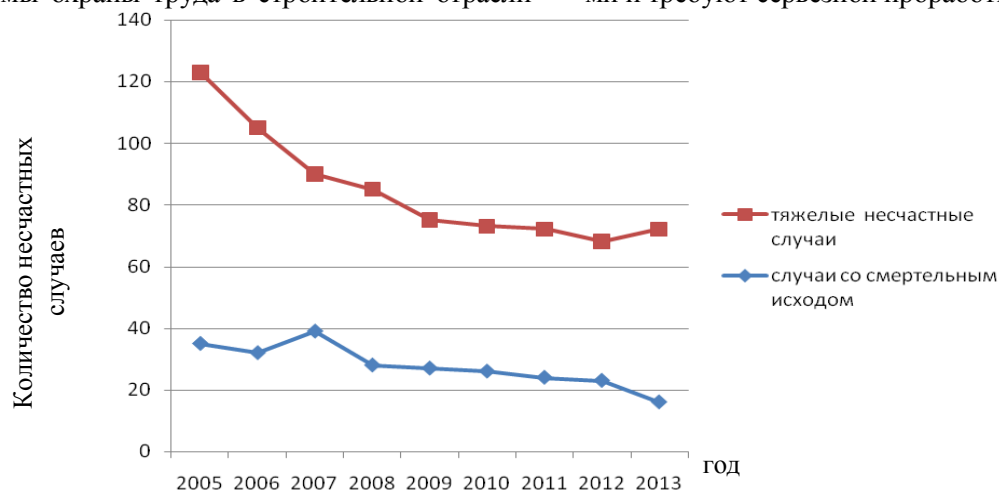


Рис. 1. Динамика производственного травматизма на предприятиях Белгородской области за период 2005–2013 гг.

Более 50 % от общего уровня составляет травматизм на предприятиях ведущих производственных отраслей Белгородской области. Строи-

тельная отрасль по уровню травматизма занимает уверенное второе место (рис. 2).

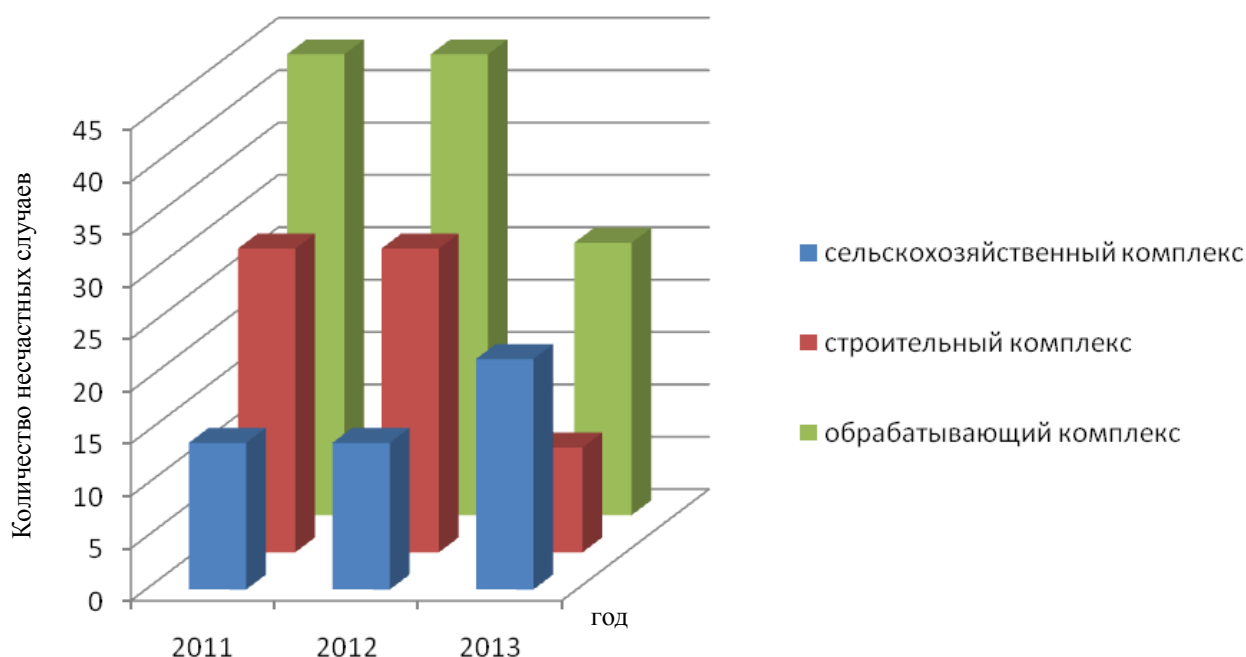


Рис. 2. Уровень производственного травматизма в ведущих производственных отраслях Белгородской области

Данные, представленные на рис.1, 2, свидетельствуют об устойчивой тенденции снижения как несчастных случаев со смертельным исходом, так и тяжелых несчастных случаев, что свидетельствует об улучшении состояния охраны труда в целом по региону.

Однако, в результате ежегодных плановых и внеплановых проверок представителями государственной инспекции труда в Белгородской области (рис. 3), проводимых совместно с органами государственного контроля (надзора), органа му-

ниципального контроля (Управлением надзорной деятельности ГУ МЧС России по Белгородской области; Управлением Росприроднадзора по Белгородской области; Верхне-Донским управлением Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору, администрации Белгородского района и др.) выявляется значительное количество нарушений законодательства об охране труда на предприятиях Белгородской области, которые, в свою очередь, отражаются и на состоянии производственного травматизма.

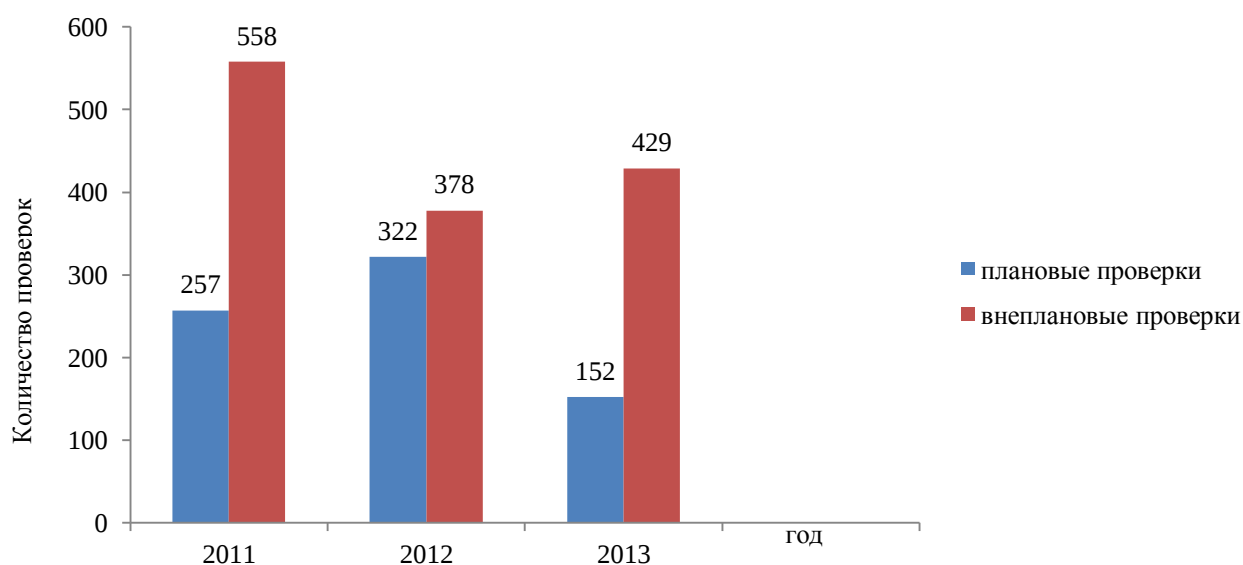


Рис. 3. Количество проверок по охране труда проведенных Государственной инспекцией труда в Белгородской области

Основными видами нарушений являются следующие:

1. Отсутствие обязательного обучения и проверки знаний требований охраны труда как руководителей, главных специалистов и специалистов по охране труда, так и работников предприятий.

Так, в ходе проверок, за рассматриваемый период госинспекторами таких нарушений было зафиксировано: в 2011 году – 1270 случая, 2012 году – 3523 случая, 2013 году – 1290 случаев, что

повлекло за собой отстранение от работы, соответственно 1542, 646 и 384 человек.

2. Отсутствие специальной оценки условий труда/ аттестация рабочих мест по условиям труда.

По данному виду нарушений выявлено в 2011 году – 156 случаев, в 2012 году – 216 случаев, в 2013 году – 373 случая.

3. Нарушение трудовых прав работников в сфере охраны труда. Данные представлены на рис. 4.

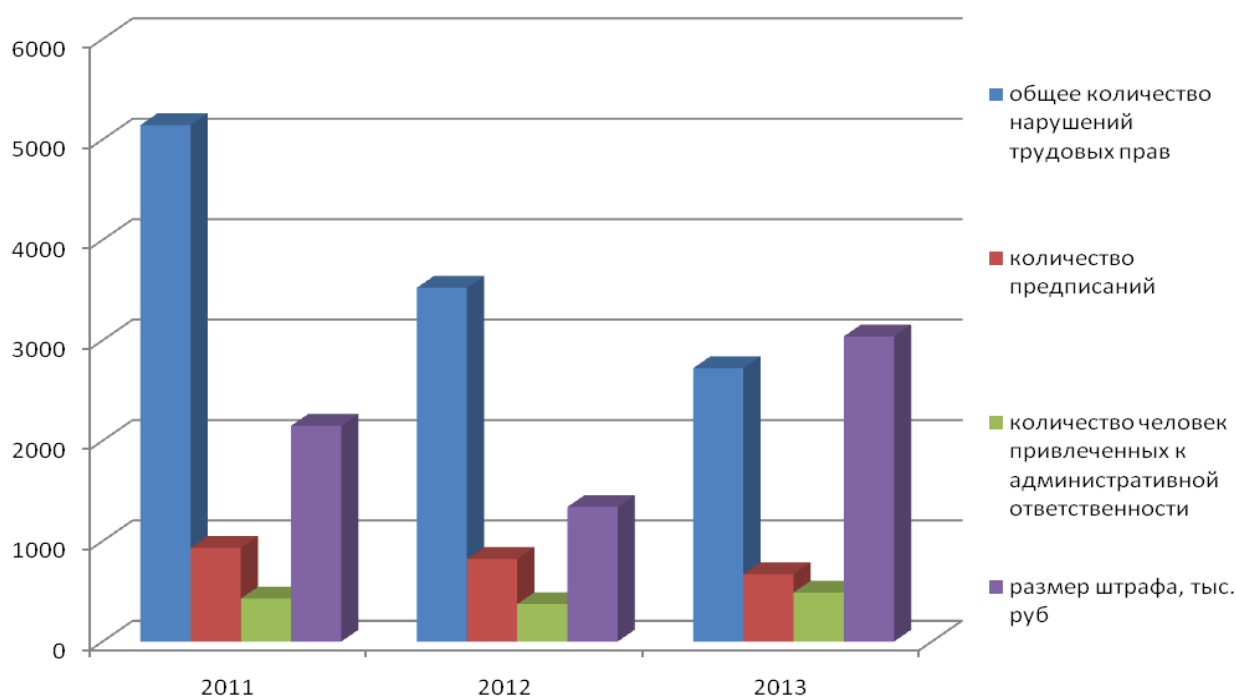


Рис. 4. Нарушение трудовых прав работников в сфере охраны труда на предприятиях Белгородской области

Как видно из рис.4 количество нарушений трудовых прав работников снизилось по сравнению с 2011 годом в 1,8 раза. Можно предположить что, такое снижение явилось следствием проведенной госинспекторами работы, а именно, снижение количества предписаний за рассматриваемый период в 1,4 раза, с одновременным повышением числа конкретных работников, привлеченных к административной ответственности. Это же подтверждается возросшей суммой штрафных санкций. Из вышесказанного следует, что политика «экономического воздействия» оказывает положительное влияние на снижение уровня правонарушений на предприятиях Белгородской области.

4. Допуск работников к самостоятельному исполнению трудовых обязанностей без обеспечения необходимыми спецодеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной и коллективной защиты.

Проверки по данному виду нарушений выявили, отсутствие для СИЗ (средства индивидуальной защиты) сертификатов соответствия установленного порядка; учета выдачи и хранения; соблюдения срок своевременной замены, ухода и ремонта. По результатам проверок, за период 2011–2013 гг, на предприятия области было запрещено использование 527 единиц СИЗ.

Распределение количества СИЗ, не имеющих сертификатов соответствия и не соответствующих государственным нормативным требованиям охраны труда, представлены на рис. 5. Как видно из рис.5 количество единиц запрещенных к использованию СИЗ за рассматриваемый период выросло более чем в 3 раза. Такое состояние проблемы можно объяснить тем, что зачастую работодатели пренебрегают требованиями нормативных документов с целью экономии денежных средств [4].

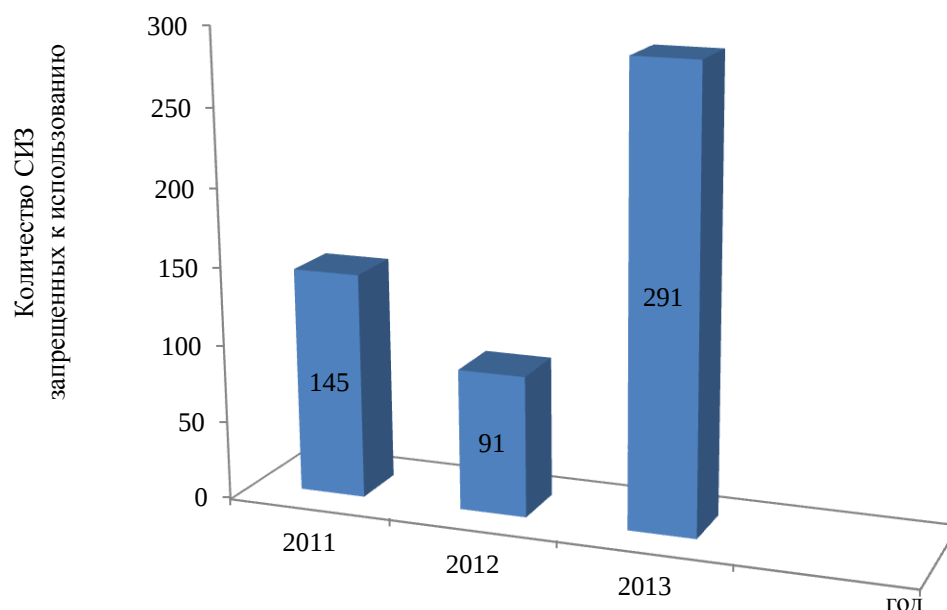


Рис.5. Распределение единиц запрещенных к использованию СИЗ

Выводы. Таким образом, на основании проведенного анализа динамики и уровня производственного травматизма и состояния использования СИЗ на предприятиях строительной отрасли Белгородской области наметилась тенденция снижения данных показателей. Однако, в настоящее время проведение мероприятий по надзору, проводимых представителями государственной инспекции труда в Белгородской области является не достаточным и требует дальнейшего совершенствования в направлении применения инновационных методов обучения работников вопросам охраны труда [5-9]. Разработка и внедрение прогрессивной системы обучения работников позволит сформировать мотивированную рефлексию, что в свою очередь позволит снизить уровень производственного травматизма на предприятиях строительной отрасли.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Трудовой кодекс Российской Федерации. С изменениями и дополнениями на 21 января 2014. М.: Изд-во Проспект, 2014. 224 с.
2. Тимофеева С.С. Инновации в охране труда // XXI век. Техносферная безопасность. Т. 1. 2016. № 3. С. 10–21.
3. Конституция Российской Федерации» (принята всенародным голосованием 12.12.1993) (с учетом поправок, внесенных Законами РФ о поправках к Конституции РФ от 30.12.2008 № 6-ФКЗ, от 30.12.2008 № 7-ФКЗ) // «Собрание законодательства РФ», 26.01.2009, № 4. С. 445.
4. Ежегодный отчет Государственная инспекция труда в Белгородской области. 2014, 23 с.
5. Климова Е.В., Калатоzi В.В., Лубенская О. Н. Инновационный подход к подготовке специалистов в области охраны труда // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2013. №4 С. 205–208.
6. Семейкин А.Ю., Хомченко Ю.В. Система мониторинга и аудита состояния условий и охраны труда в Белгородской области // Интернет-журнал «Технологии техносферной безопасности» (<http://ipb.mos.ru/ttb>) Выпуск № 5 (45) – декабрь 2012 г.
7. Семейкин А.Ю., Хомченко Ю.В. Совершенствование профессиональной подготовки специалистов по направлению «Техносферная безопасность» за счет внедрения в учебный процесс автоматизированных систем мониторинга условий труда // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 6; URL: www.science-education.ru/106-7397 (дата обращения: 19.02.2013).
8. Баранов Ю.Н., Кузнецов А.Л., Пантюхин А.И. Использование инновационных разработок для обучения работников требованиям охраны труда с целью снижения травматизма в животноводстве // Ученые записки ОГУ. № 3 (33). 2009. С. 233–237.
9. Яговкин Г.Н., Яговкин Н.Г. Автоматизированный комплекс обучения правилам и нормам охраны труда руководителей и специалистов АО, РНУ, НПС и др. Организаций системы транспорта нефти. Самара: СамГТУ. 1995.

Klimova E.V., Kalatozi V.V., Ryzhikov E.N., Kalatozi E.K.**ANALYSIS OF THE PROBLEMS OF THE PROTECTION OF LABOR IN THE CONSTRUCTION INDUSTRY**

The problem of the protection of labor in the construction industry has always been acute, as there is a large number of objects that cause harmful and dangerous production factors and, consequently, causes of occupational diseases and injuries of workers. Analysis of the status and protection of labor at the construction industry enterprises of the Belgorod region, allowed to identify the main types of violations, to identify ways to decrease them. It is established that in order to reduce the level of occupational injuries in the construction industry it is necessary to introduce innovative methods of occupational safety and health improvement, to accelerate the level of education and level of vocational training of workers.

Key words: *the protection of labor, occupational injuries, a special assessment of workspace, innovative methods of occupational safety and training improvement.*

Климова Елена Владимировна, кандидат технических наук, доцент кафедры безопасности жизнедеятельности.

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

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

E-mail: lena_1109@mail.ru

Калатоzi Виктория Валерьевна, кандидат технических наук, доцент кафедры безопасности жизнедеятельности.

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

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

E-mail: viktoriyakalatozi@mail.ru

Рыжиков Евгений Николаевич, аспирант кафедры безопасности жизнедеятельности.

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

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

E-mail: lena_1109@mail.ru

Калатоzi Элина Карповна, студентка кафедры строительство и городское хозяйство.

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

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

E-mail: ellinakalatozi@mail.ru

Степанов А.М., канд. техн. наук, проф.,
Лаптева А.В., магистрант

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ПОДГОТОВКА СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ

mks-06@mail.ru

В данной статье проведен анализ Государственных образовательных стандартов по специальности и направлению подготовки «Управление качеством», подготовленных и введенных в действие Министерством образования и науки РФ в 2000–2016 годах. Сопоставление требований к подготовке специалистов по управлению качеством, содержащихся в данных образовательных стандартах, знаний, умений и компетенций, которыми должны обладать выпускники, с требованиями к специалистам в области качества, предъявляемыми современной рыночной экономикой России, приводит авторов к выводу, что современным отечественным предприятиям нужны не бакалавры, а инженеры-менеджеры по качеству, назначение которых принципиально иное. Деятельность бакалавра на предприятии, в соответствии с действующими образовательными стандартами, сводится лишь к обслуживанию систем менеджмента качества, созданных по ISO 9001. Это вполне приемлемо для развитой рыночной экономики, где все проблемы обеспечения конкурентоспособности продукции решаются в рамках системы менеджмента качества. Для рыночных экономик, находящихся в стадии становления и развития, бакалавриат является преждевременным, так как работа в рамках системы качества является недостаточной, либо не актуальной. Только инженер-менеджер, получивший за пять лет обучения в ВУЗе знания, относящиеся к различным сферам деятельности предприятия, и владеющий специальными методами и инструментами управления качеством способен обеспечить требуемое сегодня управление предприятием по критерию качества, что актуально для развивающейся экономики России. В статье так же обращается внимание на необходимость в современных условиях государственной поддержки деятельности по качеству и реализации «Концепции национальной политики в области качества продукции и услуг», разработанной и опубликованной еще в 2009 году.

При подготовке статьи авторами использован собственный опыт работы по обеспечению качества в строительстве и при подготовке специалистов в области управления качеством в БГТУ им. В.Г. Шухова.

Ключевые слова: образовательный стандарт, управление качеством, рыночные отношения, система менеджмента качества, инженер-менеджер, бакалавр.

Введение. Специальность «Управление качеством» была введена в России в конце 90-х годов XX века как ответ на новые требования, связанные с переходом экономики страны на рыночные отношения.

Как показала практика предпринимательской деятельности, в условиях рынка нельзя рассчитывать на успех в бизнесе, не занимаясь на профессиональной основе менеджментом качества, не управляя целенаправленно этим видом деятельности.

Почему качеством надо управлять? В условиях жесткой конкуренции на мировых рынках сбыта, пользуется спросом потребителей только высококачественная продукция, как наиболее конкурентоспособная. Это значит, что все усилия предпринимателя, чем бы он не занимался, должны быть направлены на создание такой продукции – без этого любой бизнес теряет всякий смысл: нет реализации – нет прибыли, а именно она является целью любой предпринимательской деятельности. Такой подход к управлению бизнесом в мировой практике по-

лучил название «управление по критерию качества» [1]. Он требует, чтобы на предприятии были задействованы все рычаги – организационные, технологические, экономические, а так же использованы специальные методы и инструменты управления качеством, наработанные всей мировой наукой и практикой, чтобы добиться желаемого результата – выпуска конкурентоспособной продукции.

Для того чтобы применять эти методы нужны специалисты, знающие их и умеющие ими пользоваться в условиях рыночных отношений. Подготовку таких специалистов в ВУЗах предусматривает специальность «Управление качеством» («Менеджмент качества»). Сегодня это единственная специальность, где в полном объеме изучаются существующие методы и инструменты управления качеством, а значит и управления предприятием в целом. Такими знаниями не обладает ни один специалист узкого профиля подготовки.

Особенность и уникальность данной специальности состоит в том, что полученные знания

и умения по управлению качеством являются универсальными и могут быть применены там, где требуется обеспечить высокое качество выпускаемой продукции, выполняемых работ или оказываемых услуг; они дают возможность выпускникам работать в любой сфере деятельности как производственной, так и непроизводственной, а значит, предоставляют широкие возможности для трудоустройства после окончания ВУЗа; возможно также продолжение образования в магистратуре и аспирантуре.

Требования к подготовке специалистов. Требования к подготовке любых специалистов в России устанавливают Государственные образовательные стандарты (ГОСы). По направлению подготовки дипломированного специалиста «Управление качеством» Государственный образовательный стандарт был впервые введен в действие Министерством образования РФ в 2000 году (рег. №277 тех/дс от 27.03.2000г.)

В рамках данного направления подготовки (шифр 657000) была предусмотрена образовательная программа 340100 (замененная затем на 220501) «Управление качеством», согласно которой квалификация выпускника определялась как инженер-менеджер с нормативным сроком подготовки при очной форме обучения 5 лет [2].

*Объектами профессиональной деятельности такого выпускника являлись создание и поддержание эффективного функционирования систем управления, обеспечивающих требуемый уровень качества процессов, продукции, услуг и результатов деятельности **организации в целом**, а также поддержание режима постоянного совершенствования.* Это должен быть специалист, отвечающий требованиям рыночной экономики и обладающий знаниями и умениями во всех сферах деятельности организации: производственно-технологической, организационно-управленческой, экономической, научно-исследовательской, проектной и в других сферах, где решаются вопросы достижения конечного результата – выпуска конкурентоспособной продукции. В соответствии с этим были установлены квалификационные требования к инженеру-менеджеру, главными из которых являются:

- владение культурой мышления;
- умение на научной основе организовать свой труд, владение компьютерными методами сбора, хранения и обработки информации;
- владение знаниями основ производственных отношений и принципами управления с учетом технических, финансовых и человеческих факторов;
- способность разрабатывать и реализовывать мероприятия по повышению эффективно-

сти производства, экономии материальных ресурсов, повышению производительности труда;

- способность разрабатывать методы технического контроля и испытания продукции;

- знание методов управления персоналом, умение организовать работу исполнителей, находить и применять управленческие решения, знание основ педагогической деятельности;

- способность к практической деятельности в профессиональной сфере на основе системного подхода, умение моделировать процессы и явления, осуществлять их качественный и количественный анализ;

- владение навыками работы с ПК, умение применять их в профессиональной деятельности;

- владение методами оценки и контроля качества в сфере своей деятельности.

Инженер-менеджер, обладающий такими знаниями и умениями, является подготовленным для продолжения образования в аспирантуре.

В рассматриваемом образовательном стандарте ничего не сказано о системах управления качеством, создаваемых на предприятии в соответствии с международным стандартом ISO 9001, однако установленные квалификационные требования инженера-менеджера не исключают участие его в создании и обеспечении эффективного функционирования таких систем.

Характерной особенностью данного образовательного стандарта являлось то, что он устанавливал обязательное содержание и объем в часах дисциплин *федерального компонента* по каждому из блоков, составляющих его структуру, общее количество которых составляло 37; это было большинство дисциплин учебного плана, разрабатываемого ВУЗом, что определяло единообразие подготовки инженеров-менеджеров в ВУЗах России, так необходимое сегодня для реализации сетевой формы обучения.

В 2009 году Министерством образования и науки РФ был утвержден новый Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования по направлению подготовки 221400 «Управление качеством» (приказ № 704 от 8.12.2009г.) – *стандарт второго поколения*. Согласно этому стандарту квалификация специалиста стала называться «бакалавр» с нормативным сроком освоения образовательной программы 4 года, включая последипломный отпуск [3].

Объектами профессиональной деятельности бакалавров стали системы управления качеством, в отличие от систем управления деятельностью организации в целом, направленной на создание конкурентоспособного каче-

ства, что существенно сузило область профессиональной деятельности выпускника бакалавра.

Только два вида деятельности в данном стандарте, по сравнению с предшествующим, остались прежними: производственно-технологическая и организационно-управленческая, а научно-исследовательская деятельность и проектная деятельность заменены на *проектно-конструкторскую*.

Хотя проектно-конструкторская деятельность и связана с системами управления качеством, однако *из подготовки специалиста был исключен целый блок вопросов*, относящихся к его научно-исследовательской деятельности такие как:

- разработка и исследование моделей систем управления качеством;
- исследование, анализ и разработка статистических методов контроля и управления качеством;
- анализ состояния и динамики показателей развития систем управления качеством продукции и услуг;
- анализ, синтез и оптимизация процессов обеспечения качества;
- разработка и анализ эффективных методов обеспечения качества;
- исследование и разработка принципов управления и обеспечения качества продукции и услуг и другое. *Это существенный недостаток в уровне подготовки специалиста в области управления качеством.*

В данном стандарте был введен *компетентностный подход* к результатам подготовки бакалавров, основанный на том, что выпускник должен обладать определенными общекультурными и профессиональными компетенциями.

Их анализ и сравнение с квалификационными требованиями к инженеру-менеджеру позволяет констатировать, что при всей разнообразности и разноплановости компетенций бакалавра *они не охватывают такие важные знания, умения и навыки как:*

- технологические основы формирования качества и производительности труда;
- метрологическое обеспечение производства продукции;
- разработка методов и средств повышения безопасности и экологичности технологических процессов;
- осуществление сертификации продукции и систем качества;
- организация информационных технологий в управлении качеством и защита информации;
- организация службы управления персоналом;

- инвестиции и методы оценки их экономической эффективности;

- управление материальными и информационными потоками при производстве продукции и оказании услуг в условиях всеобщего управления качеством и др.

Данный стандарт устанавливал в базовой части обязательное изучение лишь отдельных дисциплин (всего их 19), по которым указывалось только лишь, какие знания, умения и навыки они все вместе должны дать выпускнику. Поэтому в учебных планах подготовки бакалавров, разрабатываемых ВУЗом, мы старались по возможности учесть «недостатки» данного образовательного стандарта, по сравнению со стандартом для подготовки инженеров-менеджеров, включив в него дисциплины, дающие эти недостающие знания, с тем чтобы выпускники в большей степени отвечали требованиям, предъявляемым к ним реальной рыночной экономикой России.

Кроме того, эти недостающие знания, умения и навыки были компенсированы при разработке образовательных программ *подготовки магистров по направлению 221400 «Управление качеством»*, в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования, утвержденным Министерством образования и науки РФ 8 декабря 2009г. № 701 [4].

В 2016 году приказом Министерства образования и науки РФ №92 от 9.02.2016г. введен в действие Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 27.03.02 «Управление качеством», который заменяет образовательный стандарт от 8 декабря 2009г. – *стандарт три плюс*.

Данным стандартом вводится понятие – выпускник, освоивший программу бакалавриата со сроком освоения образовательной программы бакалавриата при очной форме обучения 4 года [5]. Целью введения Минобрнауки РФ новых программ бакалавриата является установление связи между образовательными учреждениями и работодателями и приведение качества образования в ВУЗах в соответствие с тенденциями на рынке труда.

В данной программе бакалавриата предусматривается большой объем практической подготовки студента: учебная и производственная практики, лабораторные работы, практические занятия, курсовые проекты и работы составляют более 50 % от общего объема времени на подготовку.

Главными условиями успешной и эффективной реализации программы бакалавриата

являются тесные партнерские отношения с организациями и предприятиями и наличие собственной производственной базы в учебном заведении (базовые кафедры на предприятиях).

Объекты и область профессиональной деятельности выпускников, освоивших программу бакалавриата, остались теми же, что и для бакалавра по образовательному стандарту от 8.12.2009 г. с видами профессиональной деятельности выпускника: производственно-технологическая, организационно-управленческая, проектно-конструкторская, производственно-конструкторская.

Стандартом установлен перечень общекультурных (9), общепрофессиональных (4) и профессиональных (25) компетенций, которыми должен обладать выпускник, освоивший программу бакалавриата. При этом целый ряд профессиональных компетенций повторяется: ПК-2 и ПК-17, ПК-3, ПК-16 и ПК-21, ПК-4 и ПК-20, ПК-9 и ПК-22, ПК-10 и ПК-23, ПК-12 и ПК-25 и др., поэтому истинное число профессиональных компетенций существенно меньше. Дополнить компетенции выпускников можно путем освоения ими дополнительно программы магистратуры в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 27.04.02 «Управление качеством», утвержденным Министерством образования и науки РФ 30 октября 2014 года, приказ № 1401 [6].

Государственная поддержка деятельности по качеству. Качество продукции и услуг является одним из важнейших факторов реализации национальных интересов России и, прежде всего, в экономической сфере. Обеспечение устойчивого развития экономики России и интеграции ее в мировую экономику возможно только на путях повышения качества отечественной продукции, достижения ее конкурентоспособности, как на внутреннем, так и внешних рынках сбыта.

Конкурентоспособность является, таким образом, интегральной характеристикой продукции, обуславливающей возможность ее сбыта.

Важнейшей составляющей качества продукции является ее безопасность [7]. Степень безопасности продукции для человека, имущества, окружающей среды, соответствующая уровню социально-экономического развития страны, регулируется государством и гарантируется им, используя для этой цели экономические и административные рычаги.

Качество продукции обеспечивает реализацию национальных интересов также в социальной, оборонной, международной, информацион-

ной и экономической сферах деятельности государства.

Учитывая эту важность проблемы качества, Правительством РФ в марте 2009 года была принята «Концепция национальной политики России в области качества продукции и услуг», опубликованная в средствах массовой информации [8].

Она была сформулирована на базе принципов, основными из которых являются:

- осознание всеобщего повышения качества продукции и услуг как национальной идеи России [8];

- овладение руководителями и специалистами всех уровней методами менеджмента качества как специальной отраслью знаний, содержащей сотни эффективных универсальных методов, применяемых в различных секторах экономики, разных сферах деятельности.

Согласно данной концепции, основными направлениями национальной политики России в области качества продукции и услуг являются:

- 1) *Пропаганда идей качества и стимулирование качества.* Это является ключевой задачей пропаганды воспитания культуры качества, начиная со школьной скамьи. В ней должны участвовать все центральные и региональные средства массовой информации страны. Для стимулирования качества необходимо развивать ежегодные конкурсы по качеству, премии по качеству Правительства РФ, конкурсы лучших товаров и иные достижения, направленные на воспитание культуры качества.

- 2) *Внедрение эффективных систем качества и прогрессивных методов менеджмента качества.*

Как показал мировой опыт, применение систем качества и современных методов менеджмента качества дает предприятиям возможность существенно повысить эффективность своей деятельности.

Широкому внедрению систем качества должна способствовать система мер в образовательной и консультационной сферах деятельности, а именно:

- в учебных программах школ, средних специальных и высших учебных заведений необходимо предусматривать дисциплины, связанные с обеспечением качества;

- должен быть повышен социальный статус ученых, инженерно-технических работников производственной сферы, профессорско-преподавательского состава ВУЗов, занимающихся проблемами обеспечения и повышения качества продукции и услуг;

- развитие сети консультационных центров, для которых должен быть создан режим

наибольшего благоприятствования – с компенсацией части расходов на консультационные услуги за счет государства или регионов;

- развитие сертификации систем качества, при этом государство должно содействовать вхождению российских органов по сертификации систем качества в международные и региональные союзы, а так же аккредитации российских органов по сертификации за рубежом;

- размещение федеральных заказов на поставку продукции для государственных и региональных нужд на тех предприятиях, в организациях и учреждениях, которые имеют сертифицированные системы качества.

3) Развитие системы технического регулирования, стандартизации и метрологии, защита рынка от продукции не соответствующей требованиям технических регламентов.

4) Развитие информационной структуры и информационных услуг, развитие современных информационных технологий (включая технологии CALS).

5) Определение секторов экономики, опережающее развитие которых должно обеспечить подъем экономики России в целом.

Для реализации этой Концепции предусматривалось при Правительстве РФ создать Координационный совет, который должен осуществлять мониторинг плана работ по Концепции и готовить ежегодный доклад Президенту РФ и Правительству РФ о состоянии дел в области качества в стране и ходе реализации национальной политики в области качества.

В Федеральных округах и регионах России политика в области качества должна формироваться в соответствии с данной Концепцией, при этом каждый федеральный и региональный орган исполнительной власти должен формировать свои задачи и стратегию действий таким образом, чтобы обеспечивалась реализация данной Концепции.

Все положения и требования, включенные в данную Концепцию, сегодня, учитывая внутреннее и международное положение страны, являются еще более актуальными, чем это было в год ее принятия.

Однако практических действий по реализации Концепции за эти годы фактически не было. Ни одно из ее положений, за исключением некоторых не самых существенных, в настоящее время не выполнено.

На наш взгляд, это неоправданная потеря времени, учитывая, что реализовывать данную Концепцию в таком или скорректированном виде, безусловно, необходимо; без этого успешное развитие экономики России едва ли возможно.

Заключение. Для успешного развития экономики России необходима систематическая целенаправленная работа по качеству.

От уровня качества отечественной продукции напрямую зависит ее конкурентоспособность, а значит экономическая и оборонная независимость страны, *упрочнение позиций России как великой державы, одного из влиятельных центров многополярного мира*, для установления равноправных и взаимовыгодных отношений со всеми странами.

Решающая роль в работе по обеспечению качества отводится дипломированным специалистам в области качества, отвечающих требованиям современной рыночной экономики.

На наш взгляд, они должны иметь статус инженера-менеджера, подготовка которого, в соответствии с требованиями ранее действовавшего Государственного образовательного стандарта, в большей степени отвечает той роли, которую он должен выполнять на предприятии или в организации.

Поэтому для направления подготовки «Управление качеством» сегодня целесообразен *специалитет*, учитывая важность проблемы качества в современной экономике России.

В дальнейшем, после достижения экономической страны необходимого уровня стабильности, можно перейти к подготовке бакалавров, как это было сделано в экономически развитых странах мира. Для того, чтобы выпускники, освоившие программу бакалавриата, могли быть востребованы работодателями сегодня, в учебный план их подготовки в БГТУ им. В.Г. Шухова включены дисциплины, дающие компетенции, присущие инженеру-менеджеру по управлению качеством, с тем, чтобы он управлял процессами в организации по критерию качества.

Но это выходит за рамки требований действующего образовательного стандарта по направлению подготовки 27.03.02. «Управление качеством».

Безусловно, должна быть соответствующая государственная поддержка всей деятельности по качеству, хотя бы в том виде и том объеме как это предусмотрено «Концепцией национальной политики России в области качества продукции и услуг», подготовленной в 2009 году, *реализация которой сегодня крайне необходима.*

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шадрин А.Д. Менеджмент качества. От основ к практике. М.: Изд. Трек, 2004. 360с.
2. Государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования по направлению подготовки 657000 «Управление

ние качеством». М.: Минобрнауки РФ, 2000. 31с.

3. Федеральный Государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования по направлению подготовки 221400 «Управление качеством (бакалавриат)». М.: Минобрнауки РФ, 2009. 23с.

4. Федеральный Государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования по направлению подготовки 221400 «Управление качеством» (магистратура). М.: Минобрнауки РФ, 2009. 22с.

5. Федеральный Государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 270302 «Управление качеством» (бакалавриат). М.: Минобрнауки РФ, 2016., 18 с.

6. Федеральный Государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 270402 «Управление качеством» (магистратура). М.: Минобрнауки РФ, 2014. 18с.

7. Степанов А.М., Поспелова Е.А., Митякина Н.А. О безопасности строительной продукции. Наука образования. №12. 2015. 9 с.

8. ГОСТ Р ИСО 9001-2015 Система менеджмента качества. Требования.

9. ГОСТ Р ИСО 9004-2010 Менеджмент для достижения устойчивого успеха организации. Подход на основе менеджмента качества.

10. Окрепилов В.В. Управление качеством. - М.: Наука, 2010.

11. Лапидус В.А. Всеобщее качество (TQM) в российских компаниях. М.: Типография Новости, 2000.

Stepanov A.M., Lapteva A.V.

SPECIALISTS TRAINING IN QUALITY MANAGEMENT

This article presents the analysis of State Educational Standards for the specialty and major "Quality Management", prepared and brought into force by the Ministry of Education and Science of the Russian Federation in 2000-2015 years. The requirements for quality management specialists training, contained in these educational standards, knowledge, skills and competences required from graduates are compared with the requirements to quality specialists imposed by a modern market economy in Russia. As a result the authors suggest that instead of Bachelors of Applied Science the modern domestic companies need Engineer Quality Managers whose function is fundamentally different. According to the current educational standards the activity of a Bachelor in the company is limited to the maintenance of the quality management systems developed under ISO 9001. It is perfectly acceptable for a developed market economy where all the problems of increasing product marketability are solved within the quality management system. For emerging market economies a Bachelor degree is premature, as it is insufficient or not relevant to work only within the quality management system. Only an Engineer Manager, who for five years of study at the university has obtained knowledge relating to the different areas of company's activity and mastered special methods and tools of quality management, can provide quality management required nowadays which is important for Russia's emerging economy. The article also draws attention to the fact that under current conditions there is a need for state support of the quality activities and the implementation of "Concept of National Policy in the Field of Products and Services Quality", developed and published back in 2009.

For this article the authors have used their own experience in quality assurance in construction and training of quality management specialists in BSTU named after V.G. Shukhov.

Key words: educational standard, quality management, market relations, quality management system, engineer manager, applied bachelor.

Степанов Анатолий Михайлович, кандидат технических наук, профессор кафедры стандартизации и управление качеством, член-корреспондент Российской академии проблем качества, Советник РААСН.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46

e-mail: mks-06@mail.ru

Лаптева Анна Викторовна, магистрант кафедры стандартизации и управления качеством.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46

e-mail: anna_lapteva_1990@mail.ru

МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ

DOI: 10.12737/22645

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

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

К ВОПРОСУ О ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ДЕЗИНТЕГРАТОРА С ВЕРТИКАЛЬНОЙ ЗАГРУЗКОЙ МАТЕРИАЛА

v. s _ bogdanov@mail.ru

В данной статье получено аналитическое выражение, позволяющее определить производительность дезинтегратора с вертикальной загрузкой измельчаемого материала, учитывая истечение материала из конического загрузочного патрубка и его прохождение через вертикальный загрузочный патрубок. Представлена расчетная схема для определения производительности дезинтегратора с вертикальной загрузкой материала.

Ключевые слова: дезинтегратор, производительность, материал, бункер.

Дезинтеграторы (рис. 1) являются помольным оборудованием, обеспечивающим получение

измельченных материалов с заданным гранулометрическим составом [1].

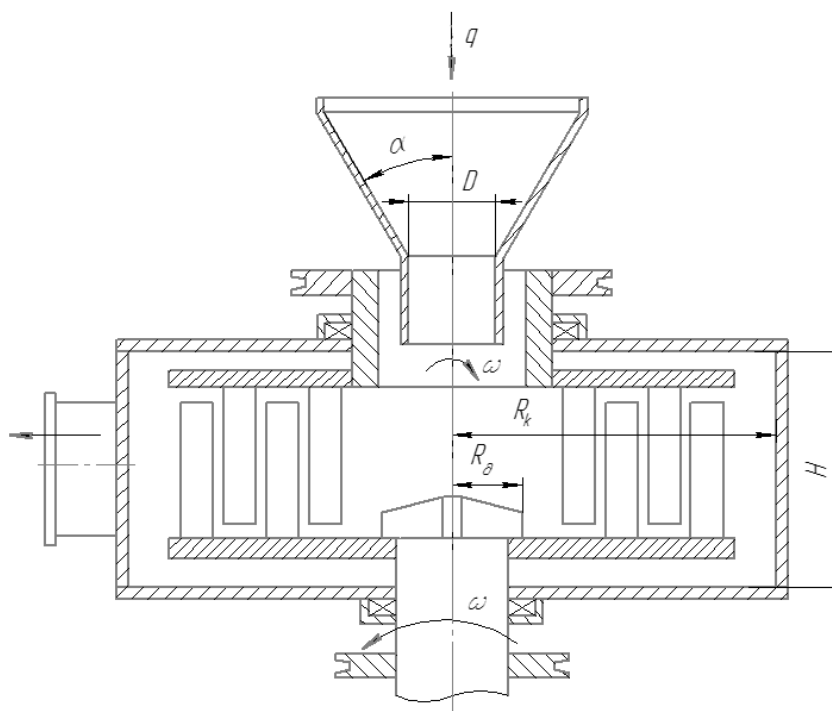


Рис. 1 Схема к определению производительности дезинтегратора с вертикальной загрузкой материала

Согласно результату работы [2] объемный расход « q » материала, истекающего из конического бункера, имеющего выходное отверстие диаметром D , определяется соотношением:

$$q = q_0 \operatorname{th} \left(\sqrt{\frac{4 \operatorname{tg} \alpha g}{D}} \cdot t \right), \quad (1)$$

где g – ускорение свободного падения; а величина q_0 определяется соотношением:

$$q_0 = \frac{\pi D^2}{4} \cdot \sqrt{\frac{Dg}{2 \operatorname{tg} \alpha}}, \quad (2)$$

здесь α – угол наклона стенок бункера к вертикали.

Функциональная зависимость $\operatorname{th}(\beta t)$ при значениях аргумента больше единицы практически не отличается от своего предельного значения, равного единице.

На основании сказанного выражение для массового расхода материала Q принимает вид:

$$Q = \gamma_0 \frac{\pi D^2}{4} \sqrt{\frac{Dg}{2 \operatorname{tg} \alpha}}, \quad (3)$$

где γ_0 – насыпная плотность исходного сыпучего материала в бункере.

Массовая пропускная способность дезинтегратора согласно результатам работ [3, 4] определяется соотношением:

$$Q = \frac{d}{dt} \iiint_V \gamma(r) dV, \quad (4)$$

где величина $\gamma(r)$ – определяет изменение плотности потока частиц материала в камере помола дезинтегратора в результате их перемещения в радиальном направлении. Данную величину можно найти исходя из следующего предположения, что изменение искомой плотности происходит по линейному закону от значения γ_0 при $r = R_0$ до значения γ_k при $r = R_k$. Здесь R_0 –

$$Q_0 = \frac{d}{dt} \int_0^H dz \int_0^{2\pi} d\varphi \int_0^{R_k} \left(\gamma_0 \frac{R_k - r}{R_k - R_0} + \gamma_k \frac{r - R_0}{R_k - R_0} \right) r dr, \quad (7)$$

здесь H – высота цилиндрического корпуса дезинтегратора.

$$Q_0 = \frac{2\pi H}{R_k - R_0} \int_0^{R_k} \left(\gamma_0 R_k \frac{dR}{dt} - 2\gamma_0 r \frac{dr}{dt} + 2\gamma_k r \frac{dr}{dt} + \gamma_k R_0 \frac{dr}{dt} \right) \cdot dr. \quad (8)$$

Согласно определению радиальной скорости перемещения частиц материала имеем:

$$\frac{dr}{dt} = \vartheta_r. \quad (9)$$

Перемещение частиц материала в радиальном направлении осуществляется в результате их движения по поверхности с радиально ориентированных ударных элементов. На основании

радиус разбрасывающего диска, а R_k – внутренний радиус цилиндрического корпуса дезинтегратора; γ_k – насыпная плотность измельченного материала после выхода из камеры помола.

На основании сказанного получаем следующее выражение:

$$\frac{r - R_0}{R_k - R_0} = \frac{\gamma(r) - \gamma_0}{\gamma_k - \gamma_0}. \quad (5)$$

На основании (5) находим, что

$$\gamma(r) = \gamma_0 \frac{R_k - r}{R_k - R_0} + \gamma_k \frac{r - R_0}{R_k - R_0}. \quad (6)$$

Подстановка (6) в соотношение (4) приводит к следующему результату:

Преобразование соотношения (7) позволяет получить следующее соотношение:

результата работы [5] величину радиальной скорости перемещения частиц материала в камере дезинтегратора можно принять равной:

$$\vartheta_r = \frac{\omega r}{2 \cdot f}. \quad (10)$$

Подстановка (10) в (8) позволяет получить следующий результат:

$$Q_0 = \frac{2\pi H}{R_k - R_0} \int_0^{R_k} \left\{ \frac{(\gamma_k - \gamma_0) \cdot \omega}{f} \cdot r^2 + \frac{\omega \cdot (\gamma_0 \cdot R_k - \gamma_k \cdot R_0)}{2f} \cdot r \right\} dr. \quad (11)$$

Вычисление интеграла в (11) позволяет получить следующее выражение:

$$Q_0 = \frac{2 \cdot \pi \cdot H \cdot \omega \cdot R_k^2}{(R_k - R_0) \cdot f} \left\{ \frac{\gamma_k - \gamma_0}{3} \cdot R_k + \frac{\gamma_0 \cdot R_k - \gamma_k \cdot R_0}{4} \right\}. \quad (12)$$

Для сбалансированной работы дезинтегратора и питателя необходимо, чтобы выполня-

лось следующее неравенство $Q = Q_0$. На основании сказанного получаем соотношение:

$$\frac{2 \cdot \pi \cdot H \cdot \omega \cdot R_k^2}{(R_k - R_0) \cdot f} \left\{ \frac{\gamma_k - \gamma_0}{3} \cdot R_k + \frac{\gamma_0 \cdot R_k - \gamma_k \cdot R_0}{4} \right\} = \frac{\gamma_0 (\pi \cdot D^2)}{4} \cdot \sqrt{\frac{g \cdot D}{2 \cdot t g \alpha}}. \quad (13)$$

Полученное выражение (13) можно рассматривать как уравнение для нахождения угла « α », определяющего наклон стенок конического бункера к вертикали.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Хинт И.А. Основы производства силикатных изделий. М.: Стройиздат, 1962. 636 с.
2. Семикопенко И.А., Воронов В.П., Горбань Т.Л., Лунев А.С. К вопросу о производи-

тельности центробежной противоточной мельницы // Вестник БГТУ. №11. 2016. С. 118–121.

3. Семикопенко И.А., Воронов В.П., Жуков А.А. К вопросу о пропускной способности помольных агрегатов дезинтеграторного типа // Вестник БГТУ. № 2. 2016. С. 77–80.

4. Гячев Л.В. Основы теории бункеров. Новосибирск, 1992. 310 с.

5. Воронов В.П., Семикопенко И.А., Пензев П.П. Теоретические исследования скорости движения частиц материала вдоль поверхности

ударного элемента мельницы дезинтеграторного типа // Известия ВУЗов. Строительство. № 11-12. 2008. С. 93–96.

Semikopenko I.A., Voronov V.P., Vyalyh S.V.

TO THE QUESTION ABOUT THE PERFORMANCE OF THE DISINTEGRATOR WITH A VERTICAL LOAD OF MATERIAL

In this article, analytical expression is presented. This expression can determine the productivity of the cage mill with vertical material leading. It considered the expiration of the material from the capital pipe and its path through the vertical loading pipe. Presented a calculation scheme for determine the productivity of the cage mill with vertical material loading,

Key words: *disintegrator, performance, material, hopper.*

Семикопенко Игорь Александрович, кандидат технических наук, доцент кафедры механического оборудования

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

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

E-mail: v. s _ bogdanov@mail.ru

Воронов Виталий Павлович, кандидат физико-математических наук, профессор кафедры механического оборудования

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

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Вялых Сергей Владимирович, аспирант кафедры механического оборудования

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

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

DOI: 10.12737/22712

Трофимченко В.Н., аспирант,
Мордовская О.С., канд. техн. наук, доц.,
Ханин С.И., канд. техн. наук, проф.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ИССЛЕДОВАНИЕ АГРЕГАТОВ ЧАСТИЦ ГРУБОМОЛОТОГО МЕРГЕЛЯ И ПРОЦЕССА ИХ ДЕЗАГРЕГАЦИИ В СЕПАРАТОРЕ С УСТРОЙСТВОМ В ВИДЕ МНОГОЗАХОДНЫХ ЛЕНТ

trofimchenko@inbox.ru

Производству порошкообразных материалов сопутствует образование агрегатов частиц, что затрудняет процесс их сепарации. На примере грубоомолотого мергеля с использованием сканирующего электронного микроскопа высокого разрешения и лазерного анализатора размеров частиц выполнены исследования, позволившие установить размеры агрегирующих частиц, их формы, объемные распределения и характер контактов между частицами. На экспериментальной установке циркуляционного сепаратора с дезагрегирующим устройством в виде многозаходных лент, с использованием метода математического планирования экспериментов по плану ЦКОП 2⁴ проведены исследования изменения эффективности дезагрегации частиц от исследуемых факторов. Установлены области их рациональных значений.

Ключевые слова: порошкообразные материалы, сепарация, агрегаты частиц, дезагрегирующее устройство, эффективность дезагрегации.

Получение порошков с высокой удельной поверхностью методом помола затрудняется в связи с процессами агрегации тонкодисперсных и ультрадисперсных частиц. Технологический процесс производства порошкообразных материалов заданной дисперсности в промышленности строительных материалов основан на воздушной сепарации. Часть частиц кондиционных размеров, образуя агрегаты с более крупными частицами, отделяется в сепараторе от готового продукта и направляется на доизмельчение. Порошкообразный материал, находясь в контакте с газообразной средой, образует дисперсную систему твердая фаза – газообразная фаза [1]. Для такого типа дисперсных систем характерен непосредственный, точечный контакт частиц в составе агрегатов. Агрегацию такого рода принято называть «ближней» [2]. Силы взаимодействия частиц в составе агрегатов определяются поверхностными явлениями, характерными для дисперсной системы, и зависят от количества контактов и поверхности частиц [3,4]. На характер контактов частиц в агрегате значительное воздействие оказывает шероховатость поверхности частиц. Мелкие частицы преимущественно могут находиться между выступами более крупной частицы [5]. В работах Урьева Н.Б. критерием образования устойчивого контакта частиц (агрегата) является выполнение условия критического размера частиц, который зависит от сил взаимодействия и веса частиц [1, 6].

В производстве цемента в качестве основного сырьевого компонента часто используется склонный к агрегации тонкомолотый мергель.

Для изучения характера агрегации частиц с сырьевой мельницы ЗАО «Катавский цемент» была отобрана мергелевая мука, поступающая на элеватор. Исследование размеров частиц, их формы и характера контактов между ними выполнено на сканирующем электронном микроскопе высокого разрешения TESCAN MIRA 3 LMU в центре высоких технологий БГТУ им. В.Г. Шухова [7]. Определение объемного распределения агрегирующих частиц и их размеров выполнялось с использованием лазерного анализатора размеров частиц ANALYSETTE 22 NanoTec plus, который дает возможность оценить количество агрегированного материала находящегося в сухой фазе [8]. Диапазон измерений анализатора имеет пределы от 0,01 мкм до 2000 мкм.

Отбор пробы молотого мергеля осуществлялся методом квартования. Рассевом на стандартных ситах (ГОСТ 6613-86) были отобраны следующие фракции для исследования на микроскопе: +125 мкм...–200 мкм; +200 мкм...–315 мкм; +315 мкм...–630 мкм [9]. При этом необходимо заметить, что агрегатов частиц в составе всех представленных фракций без увеличения не обнаружено.

На рисунке 1 представлен снимок частицы из фракции +125 мкм –200 мкм при разрешении 50 мкм. Она имеет незначительно вытянутую изометрическую форму и шероховатую поверхность. Ее размер, согласно шкале на снимке, имеет ширину 100 мкм и длину – 200 мкм. Края частицы не ровные, имеют выступы и впадины. Некоторые участки поверхности частицы вы-

глядят рыхлыми, похожими на скопление более мелких частиц. Агрегация при таком увеличе-

нии не наблюдается.

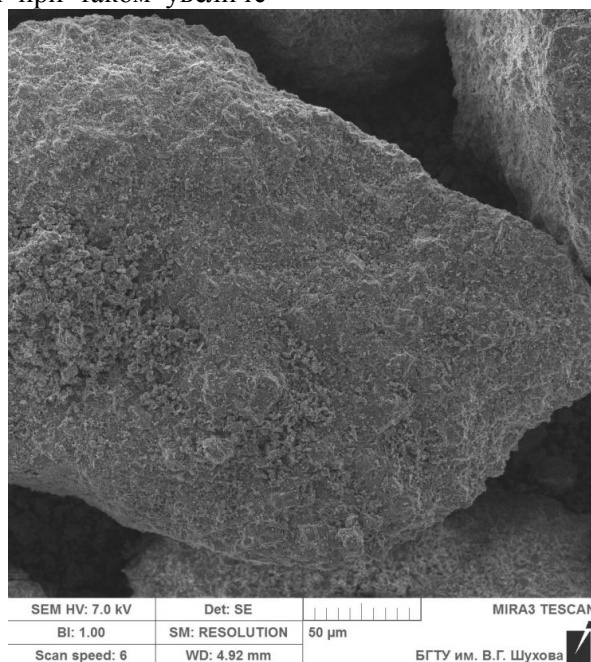


Рис. 1. Снимок частицы молотого мергеля (разрешение 50 мкм)

На снимке рисунка 2, а) с разрешением 10 мкм представлена поверхность частицы, снимок которой изображен на рисунке 1. В кадре снимка можно видеть, что на поверхности частицы находится большое количество частиц размером около 5 мкм и менее, которые практически сплошным слоем покрывают исследуемую поверхность. Форму наблюдаемых частиц можно охарактеризовать как изометрическую и в меньшей степени пластинчатую. Частицы кон-

тактируют с поверхностью крупной частицы, которую назовем «носителем» в силу ее более значительного размера по сравнению с расположенными на ее поверхности. Также на поверхности «носителя» заметны и непосредственные (точечные) контакты мелких частиц друг с другом. При этом поверхность выглядит более рыхлой и шероховатой, чем на снимке рисунка 1.

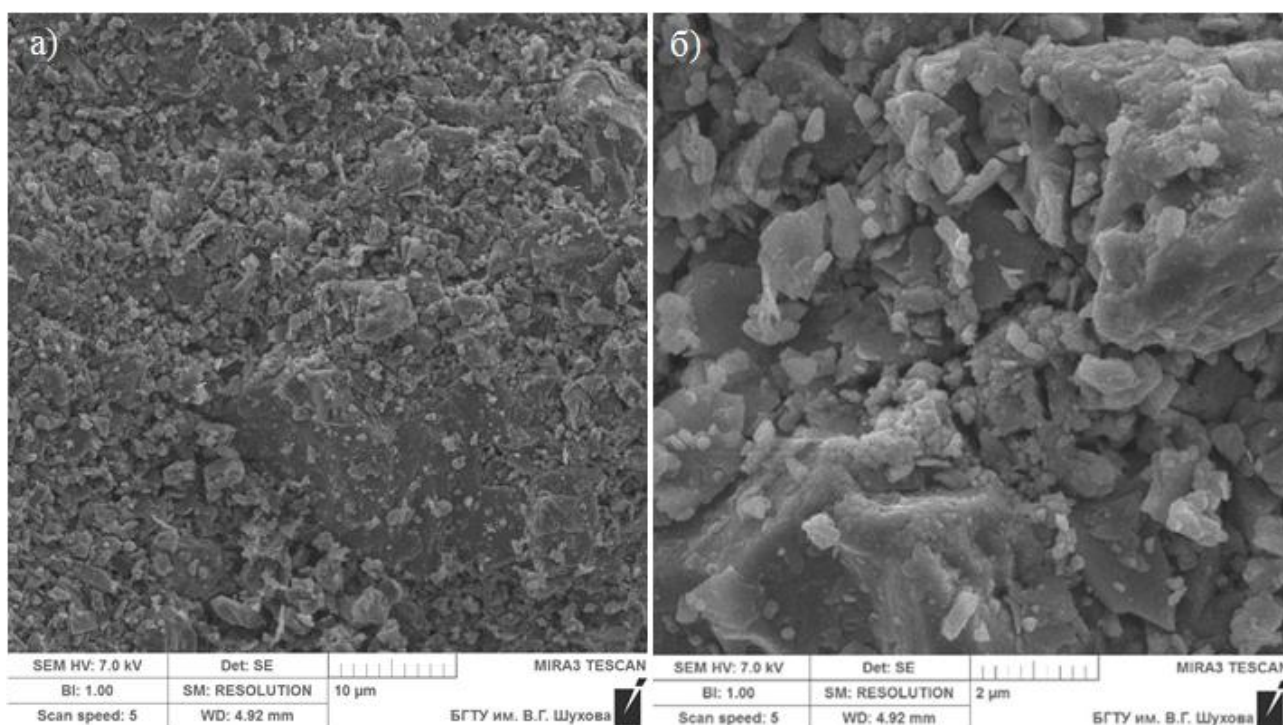


Рис.2. Снимок поверхности частицы а) разрешение 10 мкм и б) разрешение 2 мкм

На рисунке 2 б) представлен снимок той же поверхности при разрешении микроскопа 2 мкм. Такой снимок дает наиболее полное представление о характере контактов частиц в кадре и об их размерах. Становится заметно, что с «носителем» контактируют и частицы размером менее 1 мкм, которые также вступают контакт с более крупными частицами на поверхности «носителя». На поверхности «носителя» расположены контактирующие с ней как отдельные частицы, так и группы частиц, образующие объемные структуры. Большое количество частиц имеет изометрическую форму.

Представленные на рисунках 1 и 2 снимки дают представление о характере контактов частиц в составе агрегата, об их форме и размерах. Выполненные исследования частиц фракций +200...–315 мкм; +315...–630 мкм показали аналогичные характер контактов, расположения на их поверхностях агрегирующих частиц, их формы и размеры. Для установления с необходимой точностью объемной доли находящихся на поверхности «носителя» мелких частиц и входящих в состав агрегатов, был исследован гранулометрический состав частиц крупки исследуе-

мых фракций. С целью разрушения связей взаимодействия между агрегирующими частицами гранулометрический анализ выполнялся в дистиллированной воде [10]. В результате анализа были получены распределения частиц для трех фракций мергелевой муки: +125...–200 мкм, +200...–315 мкм, +315...–630 мкм. На рисунке 3 представлен результат гранулометрического распределения для грубомолотого мергеля фракции +200...–315 мкм. Характерной особенностью кривой распределения частиц является горизонтальный участок в диапазоне от 25 мкм до 135 мкм, означающий отсутствие частиц указанного диапазона. Расположение этого участка на уровне 16,7 % шкалы интегрального распределения показывает, какое интегральное значение составляют частицы размером менее 25 мкм. Причем частицы размером менее 5 мкм составляют 9,4 % в общем объеме, а размером до 11 мкм – уже 15 %. Сопоставив эти значения с результатами микроскопического исследования можно сделать вывод, что именно эти 15 % являются частицами, которые покрывают поверхность частицы «носителя».

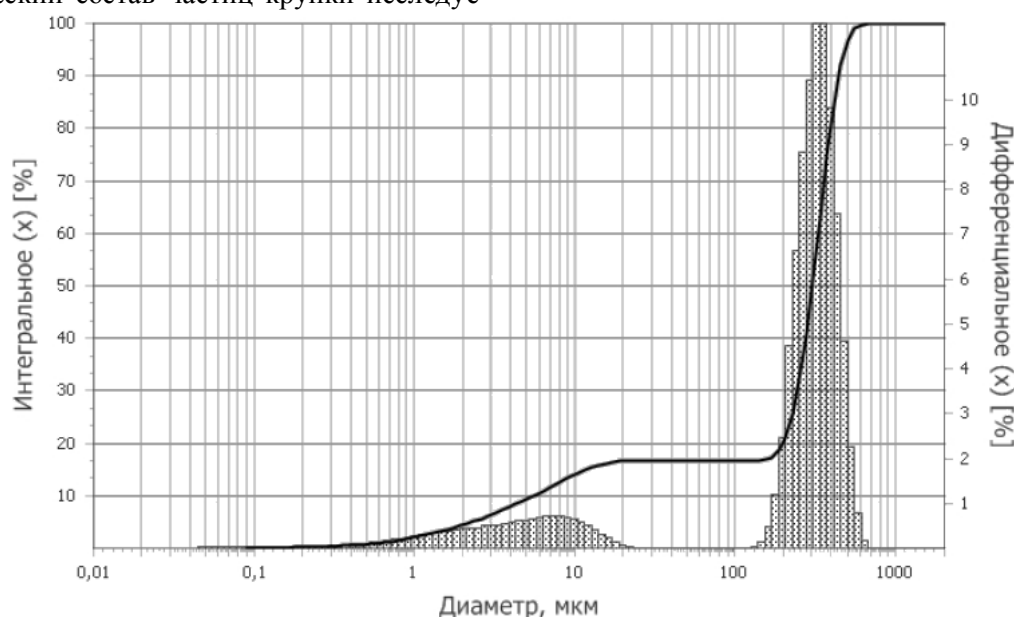


Рис. 3. Дисперсный состав молотого мергеля для фракции +200...–315 мкм

Распределение дисперсного состава частиц для фракции +125...–200 мкм показало, что участок горизонтальной части интегральной кривой лежит в диапазоне от 25 мкм до 95 мкм. Горизонтальный участок лежит на уровне 26,5 % шкалы интегрального распределения, причем из них 18,5 % занимают частицы до 5 мкм и 25 % частицы менее 11 мкм.

Результаты исследования дисперсного состава молотого мергеля фракции +315...–630 мкм свидетельствуют об отсутствии частиц размером от 25 мкм до 285 мкм. Горизонтальный участок интегральной кривой лежит на уровне

16,1 % шкалы интегрального распределения. При этом частицы менее 5 мкм занимают 9,8 % в интегральном исчислении, а частицы до 11 мкм занимают 14,5 %.

Сопоставление полученных в результате гранулометрического анализа трех фракций материала данных позволяют установить, что критический размер частиц, входящих в состав агрегатов и контактирующих с «носителем» не превышает 25 мкм. При этом частицы крупностью менее 5 мкм в объеме частиц размером менее 25 мкм для фракции +125...–200 мкм занимают 70 %, для фракции +200...–315 мкм –

56 %, а для фракции +315...–630 мкм – 61 %. Для фракции +125...–200 мкм характерна достаточно большая степень агрегации частиц (26,5 %).

По мнению авторов [11, 12] использование дезагрегирующих поверхностно активных веществ для порошков с большой удельной поверхностью является высоко затратным и не всегда применимым. Альтернативным способом дезагрегации частиц является применение специальных устройств, позволяющих разрушать связи между контактирующими частицами. С этой целью для циркуляционного сепаратора разработана эффективная конструкция дезагрегирующего устройства в виде многозаходных лент [13]. Для исследования работы сепаратора с этим устройством проведен эксперимент на физической модели сепаратора $\varnothing 400$ с использованием метода математического планирования экспериментов по плану ЦКОП 2⁴. Сепарацион-

ная камера имеет высоту цилиндрической части $h = 0,11$ м; диаметр – $D = 0,315$ м. В качестве параметра оптимизации, характеризующего процесс сепарации в установке, выбрана эффективность дезагрегации η , %. За исследуемые факторы приняты угол наклона лент устройства относительно горизонтальной поверхности распределительного диска Ω , ($\Omega = 56...84^\circ$); отношение высоты установки устройства «Н» в сепарационной камере к высоте ее цилиндрической части h : H/h ($H/h = 0,027...0,155$); отношение шага винта лент устройства «Т» в сепарационной камере к высоте цилиндрической части сепарационной камеры: T/h ($T/h = 1,591...4,409$); отношение ширины лент устройства «В» в сепарационной камере к диаметру цилиндрической части сепарационной камеры D : B/D ($B/D = 0,019...0,044$). В результате обработки экспериментальных данных получено уравнение регрессии в натуральном виде:

$$\begin{aligned} \eta = & -172,0409 + 103,8457 \cdot H/h + 7,0920 \cdot T/h + 1068,5433 \cdot B/D + 4,8215 \cdot \Omega - 0,0350 \cdot \Omega^2 - 841,7777 \cdot (H/h)^2 - \\ & - 1,0544 \cdot (T/h)^2 - 14295,0000 \cdot (B/D)^2 + 0,3055 \cdot \Omega \cdot H/h - 0,0075 \cdot \Omega \cdot T/h + 0,7500 \cdot \Omega \cdot B/D + 5,0000 \cdot H/h \cdot T/h - \\ & - 833,3333 \cdot H/h \cdot B/D + 3,7500 \cdot T/h \cdot B/D \end{aligned} \quad (1)$$

С использованием уравнения (1) построены графические зависимости, характеризующие изменение η от рассматриваемых факторов (рисунк 4). При фиксированных значениях Ω и H/h варьирование факторами B/D и T/h в рассматриваемых диапазонах приводит к изменению эффективности сепарации в пределах от 21,4 % до 29,4 %. Поверхность функции параболическая, η достигает максимальных величин при значениях этих факторов, близких к центральной области факторного пространства. Рост эффективности дезагрегации при увеличении значения T/h до значений, близких к 3, обусловлен тем, что увеличение шага лент T обеспечивает близкое к лобовому взаимодействие агрегатов с поверхностью ленты устройства. Дальнейшее увеличение этого фактора приводит к изменению угла встречи агрегата с поверхностью ленты в сторону отклонения от перпендикулярности и уменьшает значение η . При увеличении соотношения B/D до значений, близких к центру плана наблюдается рост эффективности дезагрегации, обусловленный увеличением поверхностей, взаимодействующих с агрегатами частиц, так как увеличивается ширина лент B . Дальнейшее повышение значения этого фактора приводит к плавному снижению эффективности дезагрегации – происходит увеличение времени пребывания частиц на поверхности ленты при скатывании, при этом столкновение агрегатов и их разрушение при контакте с лентами происходит менее эффективно в результате демпфирования.

При фиксированных значениях Ω и T/h варьирование факторами B/D и H/h в рассматриваемых диапазонах приводит к изменению эффективности сепарации в пределах от 19,3 % до 29,8 % (рисунк 4, б). Максимального значения эффективность дезагрегации достигает при значениях факторов $H/h = 0,09$ и $B/D = 0,033$. При дальнейшем отклонении факторов B/D и H/h в стороны их уменьшения или увеличения наблюдается уменьшение значений функции. Минимальное значение η достигает при минимальном значении $B/D = 0,019$ и максимальном $H/h = 0,155$. Увеличение эффективности дезагрегации при возрастании значения фактора H/h связано с тем, что изменение высоты H положения дезагрегирующего устройства в сепарационной камере перемещает его в зону более интенсивного взаимодействия с агрегатами.

Варьирование факторами B/D и Ω в рассматриваемых диапазонах (при фиксированных значениях H/h и T/h) приводит к изменению эффективности сепарации в пределах от 16,8 % до 29,2 % (рисунк 4, в). Максимальное значение функция принимает при значениях $B/D = 0,035$ и $\Omega = 69$ град. Минимум функции η соответствует наименьшему значению фактора $B/D = 0,019$ и наибольшему $\Omega = 84^\circ$. Снижение эффективности дезагрегации происходит при изменении угла установки лент устройства от значения 69° . При этом значении Ω угол между вектором скорости агрегата и нормалью к поверхности ленты в точке их касания близок к 90° .

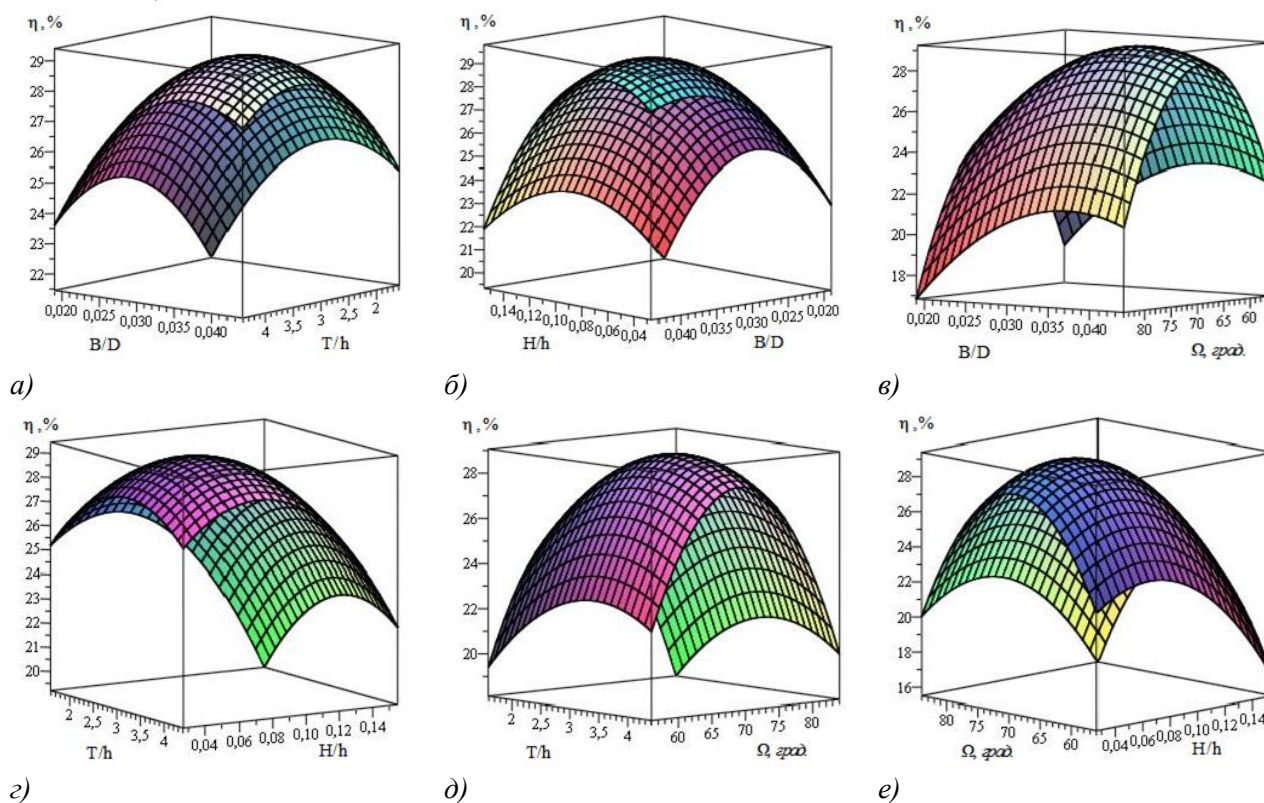


Рис. 4. Зависимости эффективности дезагрегации от исследуемых факторов:

а) от B/D и T/h при $\Omega = 70^\circ$, $H/h = 0,09$; б) от B/D и H/h при $T/h = 3$, $\Omega = 70^\circ$; в) от B/D и Ω при $H/h = 0,09$, $T/h = 3$;
 г) от H/h и T/h при $\Omega = 70^\circ$, $B/D = 0,032$; д) от Ω и T/h при $H/h = 0,091$, $B/D = 0,032$; е) от Ω и H/h при $T/h = 3$, $B/D = 0,032$

Варьирование факторами B/D и Ω в рассматриваемых диапазонах (при фиксированных значениях H/h и T/h) приводит к изменению эффективности сепарации в пределах от 19,2 % до 29,4 % (рисунок 4, в). Значение η достигает своего максимального значения при $T/h = 3,15$ и $H/h = 0,07$. Минимальное значение функция принимает при наименьшем значении T/h и максимальном H/h . Существенный рост эффективности дезагрегации происходит в результате уменьшения соотношения H/h до значения 0,07, при этом увеличение T/h до 3,15 также повышает эффективность дезагрегации. Значение η начинает плавно снижаться при изменении факторов H/h от 0,07 до 0,027 и T/h от 3,15 до 4,409. Процесс дезагрегации наиболее эффективен при $T/h = 3,15$.

Варьирование факторами T/h и Ω в рассматриваемых диапазонах (при фиксированных значениях H/h и B/D) приводит к изменению эффективности сепарации в пределах от 18,1 % до 29 % (рисунок 4, д). Наибольшего значения η достигает при $\Omega = 68^\circ$ и $T/h = 3,16$. Из графических зависимостей следует, что на эффективность дезагрегации изменение угла установки лент влияет в большей степени, чем изменение фактора T/h . Рост функции происходит при измене-

нии Ω от 56° до 68° и при увеличении T/h до значения 3,16. Далее происходит резкое снижение η при увеличении Ω до 84° градусов и плавное снижение при увеличении значения фактора T/h до 4,409. Угол установки лент оказывает значительное влияние на процесс взаимодействия дезагрегирующего устройства с агрегатами и на их разрушение, при этом шаг установки лент влияет на разрушение агрегатов в меньшей степени.

Варьирование факторами H/h и Ω в рассматриваемых диапазонах (при фиксированных значениях T/h и B/D) приводит к изменению эффективности сепарации в пределах от 15,6 % до 29,3 % (рисунок 4, е). Максимальное значение η принимает при угле установки лент 72 градуса и значении $H/h = 0,096$. Минимум функции достигается при максимальных H/h и Ω . Рост эффективности дезагрегации происходит при увеличении угла установки от 56° до 71° , затем наблюдается снижение η . Эффективность дезагрегации незначительно повышается при увеличении H/h с 0,027 до 0,096, при дальнейшем увеличении H/h эффективность дезагрегации резко уменьшается.

Таким образом, на основании микроскопического и гранулометрического анализа различных фракций молотого мергеля можно сделать

вывод, что форма контактирующих частиц в большинстве изометрическая; в составе агрегата имеет место непосредственный (точечный) контакт частиц; минимальная агрегация 16,1 % соответствует фракции +315...–630 мкм, максимальная агрегация (26,5 %) – фракции +125...–200 мкм. Максимальный (критический) размер частиц, контактирующих с частицей «носителем», для всех исследуемых фракций не превышает 25 мкм. Для фракций материала +125...–200 мкм и +315...–630 мкм частицы менее 5 мкм занимают соответственно 70 % и 61 % в объеме контактирующих частиц, крупность которых менее 25 мкм.

Исследования, проведенные с использованием метода математического планирования экспериментов на физической модели сепаратора $\varnothing$ 400, оснащенного дезагрегирующим устройством в виде многозаходных лент, позволили установить эффективность применения устройства и области рациональных значений исследуемых факторов: угла наклона лент устройства относительно горизонтальной поверхности распределительного диска Ω ; отношение высоты установки устройства в сепарационной камере к высоте ее цилиндрической части – H/h ; отношение шага винта лент устройства в сепарационной камере к высоте цилиндрической части сепарационной камеры – T/h ; отношение ширины лент устройства в сепарационной камере к диаметру цилиндрической части сепарационной камеры – B/D . Их варьирование в области принятого факторного пространства изменяет эффективность дезагрегации в диапазоне $\eta = 15,6...29,8$ %.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Урьев Н.Б. Структурированные дисперсные систем // Соросовский образовательный журнал. 1998. №6. С. 42–48

2. Зонтаг Г., Шьренге К. Коагуляция и устойчивость дисперсных систем. Л.: «Химия», 1973. 152 с.

3. Ребиндер П.А. Поверхностные явления в дисперсных системах. Коллоидная химия. М.: «Наука», 1978. 368 с.

4. Урьев Н.Б. Высококонцентрированные дисперсные системы. М.: Химия, 1980. 320 с.

5. Зимон А.Д. Что такое адгезия. М.: Наука, 1983. 176 с.

6. Урьев Н.Б. Коллоидные цементные растворы. Л.: Стройиздат, 1980. 192 с.

7. Гаврилова Н. Н., Назаров В.В., Яровая О.В. Микроскопические методы определения размеров частиц дисперсных материалов. М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2012. 52 с.

8. Домкин К. И. Физические основы гранулометрического анализа частиц методом лазерной дифракции // НиКа. 2011. №. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/fizicheskie-osnovy-granulometricheskogo-analiza-chastits-metodom-lazernoy-difraktsii> (дата обращения: 09.10.2016).

9. Коузов П.А. Основы анализа дисперсного состава промышленных пылей и измельченных материалов. 3-е изд. перераб. Л. Химия, 1987. 264 с.

10. Ребиндер П.А. Поверхностные явления в дисперсных системах. Физико-химическая механика. Избранные труды. М.: «Наука», 1979. 384 с.

11. Ребиндер П.А. Поверхностные явления в дисперсных системах. Физико-химическая механика. Избранные труды. М.: Наука, 1979. 384 с.

12. Урьев Н.Б. Высококонцентрированные дисперсные системы. М.: Изд-во «Химия», 1980. 320 с.

13. Трофимченко В.Н., Ханин С.И., Мордовская О.С. Совершенствование процесса классификации порошковых материалов в циркуляционном сепараторе // Механизация строительства. 2015. №8. С. 43–45.

Trofimchenko V.N., Mordovskaya O.S., Khanin S.I.

STUDY OF PARTICLE AGGREGATES COARSE-GRAINED MARL AND PROCESS OF DISAGGREGATION OF IT IN THE SEPARATOR WITH DEVICE AS MULTIPLE-BANDS

Production of powder materials is accompanied by the formation of aggregates of particles, which complicates the process of their separation. For example coarse-grained marl with high resolution scanning electronic microscope and laser particle size analyzer studies performed that allowed to establish the size of the particles aggregating, volume distribution, their shape and nature of contacts between particles. In the experimental setup of the circulation separator disaggregated device in the form of multiple-bands, using the method of mathematical experiment planning central composite orthogonal plan 2^4 studied the effects on particle disaggregation of factors studied. The regions of their rational values have been defined.

Key words: powdered materials, a separator, particle aggregates, disaggregating device, efficiency of disaggregation process.

Трофимченко Владимир Николаевич, аспирант.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46

E-mail: trofimchenko@inbox.ru

Ханин Сергей Иванович, кандидат технических наук, доцент.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46

E-mail: dh@intbel.ru

Мордовская Ольга Сергеевна, кандидат технических наук, профессор.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46

E-mail: dh@intbel.ru

Бестужева О.В., соискатель,
Федоренко М.А., д-р техн. наук, проф.,
Бондаренко Ю.А., д-р техн. наук, проф.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ РОТАЦИОННОЙ ОБРАБОТКИ ПОВЕРХНОСТЕЙ ВРАЩЕНИЯ ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ДЕТАЛЕЙ

bestuzheva.o@yandex.ru

В различных отраслях промышленности для производства цемента, извести, гипса, керамических изделий для измельчения твердых материалов применяют шаровые трубные мельницы. В процессе эксплуатации под действием нагрузки мельницы происходит износ основных опор скольжения барабана трубных мельниц – цапф, в результате чего на её поверхности появляются различные дефекты. Качество и эффективность работы оборудования цементных заводов находятся в прямой зависимости от точности его восстановления, ремонта и правильности содержания, определяющих в значительной степени технико-экономический эффект от применения современных технических устройств. Мельницы работают в зоне больших динамических нагрузок, что приводит к потере работоспособности и как результат к длительным простоям в ремонте. С целью их сокращения, в настоящее время для восстановления промышленного оборудования используются переносные станки. Оптимизация процесса обработки поверхностей вращения при восстановлении крупногабаритных деталей позволит получить рациональное сочетание варьируемых параметров.

Ключевые слова: крупногабаритное вращающееся оборудование, восстановление работоспособности, ротационная обработка, оптимизация процесса.

Введение. Для производства цемента применяются различные крупногабаритное оборудование – вращающиеся сушильные, обжиговые печи, шаровые трубные мельницы. Одним из главных факторов повышения производительности работы является надежность, зависящая от качества монтажных работ, своевременного ремонта и технического обслуживания, которые являются наиболее трудоемкими, но слабо оснащенными.

Основными конструктивными элементами мельниц являются барабан, загрузочное и разгрузочное устройства, подшипники, на которые опирается барабан мельницы, и привод, состоящий из электродвигателя и редуктора [1]. Барабаны мельниц изготавливают из стальных листов и с двух сторон имеют крышки с цапфами, которые выполняют роль несущих узлов, а также служат для загрузки и выгрузки продукции.

Исследуя наружные поверхности цапфы установлено, что из-за постоянных динамических нагрузок, приводящих к возникновению вибраций, вследствие их несоосности и неуравновешенности, изменяется форма цапфы. В процессе эксплуатации формируются определенные наследственные дефекты, которые вызывают повышенный износ цапф, в результате чего появляется износ поверхности скольжения. Цапфа теряет наружную цилиндрическую форму и, как частный случай, приобретает форму поверхности, близкую к усеченному конусу [2].

Наиболее прогрессивным является способ восстановления работоспособности приставным станком на месте эксплуатации [3]. В процессе обработки, а также последующей эксплуатации, поверхности подвергают механической обработке с использованием специального переносного станка, состоящего из силового стола с закрепленным на нем кубом, суппорта с установленным ротационным резцом, и механизма самоустановки стоек для базирования деталей [4].

Эффективность качества обрабатываемой поверхности оценивались по следующим параметрам: по величине площади среза $S_{ср}$ и по шероховатости R_a , определяемой по ГОСТ 2789-73 [5]. Поиск зависимости параметров от технологических и геометрических параметров позволит установить оптимальные значения технологических режимов для формирования цилиндрической поверхности с использованием приставного станка.

Рассмотрим влияние углов установки, режимов резания, заточки и радиуса режущей чаши на площадь поверхности среза и его качества при обработке детали в форме усеченного конуса.

Основная часть. Исходными данными для решения поставленной задачи являются уравнения регрессии $S_{ср} = f(\gamma, \omega, \varphi, r)$ и $R_a = f(\gamma, \omega, \varphi, r)$, выступающие как функции цели, зависящие от четырех (x_1, x_2, x_3, x_4) переменных: передний угол γ , град.; угол установки ω , град.;

угол поворота φ , град.; радиус режущей чашки
резца r , мм.

Для величины площади среза:

$$S_{cp} = 0,088 + 0,05\gamma - 0,011\omega - 0,049\varphi - 0,032r + \\ + 0,00015\gamma^2 + 0,00041\omega^2 + 0,00015\varphi^2 + 0,00102r^2 - \\ - 0,000113\gamma\omega + 0,000115\gamma\varphi - 0,000286\gamma r - 0,00021\omega\varphi + \\ + 0,00058\omega - 0,00012\varphi r.$$

Для шероховатости поверхности R_a :

$$R_a = 9,34 - 0,014\gamma - 0,019\omega - 0,176\varphi - 0,434r + \\ + 0,000525\gamma^2 + 0,00231\omega^2 + 0,00189\varphi^2 + 0,00878r^2 + \\ + 0,001727\gamma\omega + 0,000731\gamma\varphi - 0,002214\gamma r + \\ + 0,000769\omega - 0,004285\omega r + 0,001868\varphi r.$$

Функции цели необходимо рассматривать совместно, так как они дают полную картину о технологичности получения продукта и его качественных показателях.

Поиск экстремумов осуществляется исходя из следующих требований: величин площади среза должно стремиться к максимуму, а значение шероховатости – к минимуму.

$$S_{cp} \rightarrow \max, \quad R_a \rightarrow \min$$

Зачастую, если рассматривается многокритериальная задача, то критерии являются противоречивыми. Задача оптимизации – найти тот режим обработки на специальном станке, который удовлетворял бы наиболее эффективным условиям её эксплуатации. Для решения задачи оптимизации воспользовались методом покоординатной оптимизации [6]. Сущность метода заключается в сведении поиска экстремума функции n -переменных к одномерному поиску, то есть поиску функции с одной переменной.

На рис. 1 – 4 представлены комплексные графики функций отклика: площади среза и шероховатости S_{cp} , $R_a = f(\gamma, \omega, \varphi, r)$.

Для анализа многокритериальной задачи оптимизации функций n -переменных воспользуемся «методом лица, принимающего решение». Термином «оптимизация» в литературе обозначают процесс или последовательность операций, позволяющих получить уточненное решение. Хотя конечной целью оптимизации является поиск наилучшего или оптимального решения, обычно приходится довольствоваться улучшением известных решений, а не доведением их до совершенства [7].

Рис. 1 показывает изменение площади среза S_{cp} и шероховатости поверхности R_a от переднего угла γ при остальных фиксированных параметрах.

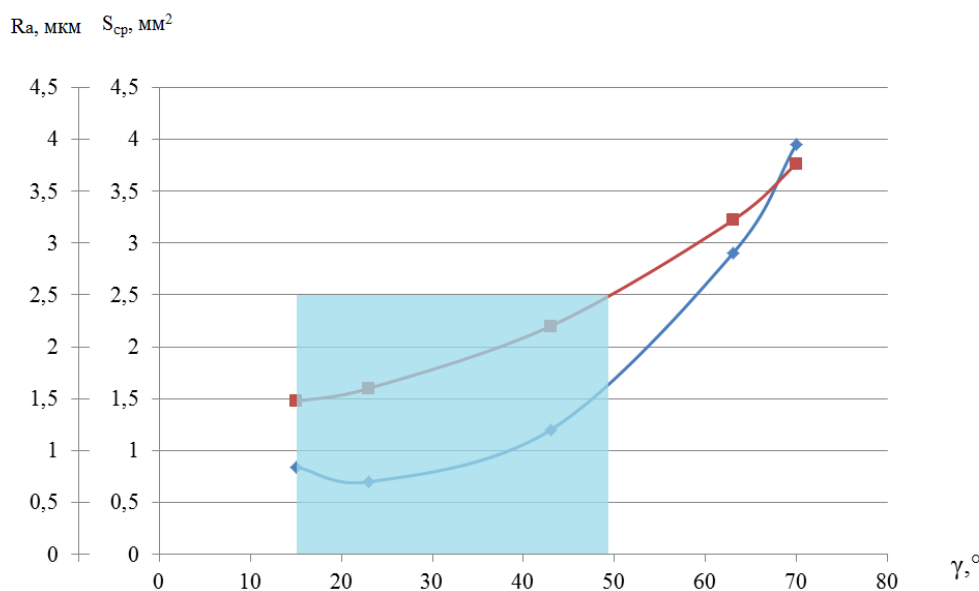


Рис. 1. График зависимости рациональных значений функций отклика от переднего угла γ
(— R_a , — S_{cp})

Рис. 1 показывает изменение площади среза S_{cp} и шероховатости поверхности R_a от перед-

него угла γ при остальных фиксированных параметрах.

Из графиков видно, что с увеличением переднего угла с 15° до 70° площадь среза возрастает с $0,84$ до $3,95 \text{ мм}^2$, при этом шероховатость увеличивается от $1,47$ до $3,77 \text{ мкм}$, при остальных фиксированных параметрах, равных $\omega = 15^\circ$, $\varphi = 38^\circ$, $r = 20 \text{ мм}$. Рациональной областью для переднего угла является $15...49^\circ$, так как шероховатость при этом соответствует техниче-

ским требованиям поверхности цапфы [8], при следующем значении функции отклика $S_{\text{ср}} = 1,63 \text{ мм}^2$.

Зависимости функции отклика: площади среза $S_{\text{ср}}$ и шероховатости поверхности R_a от угла установки ω представлены на рис. 2.

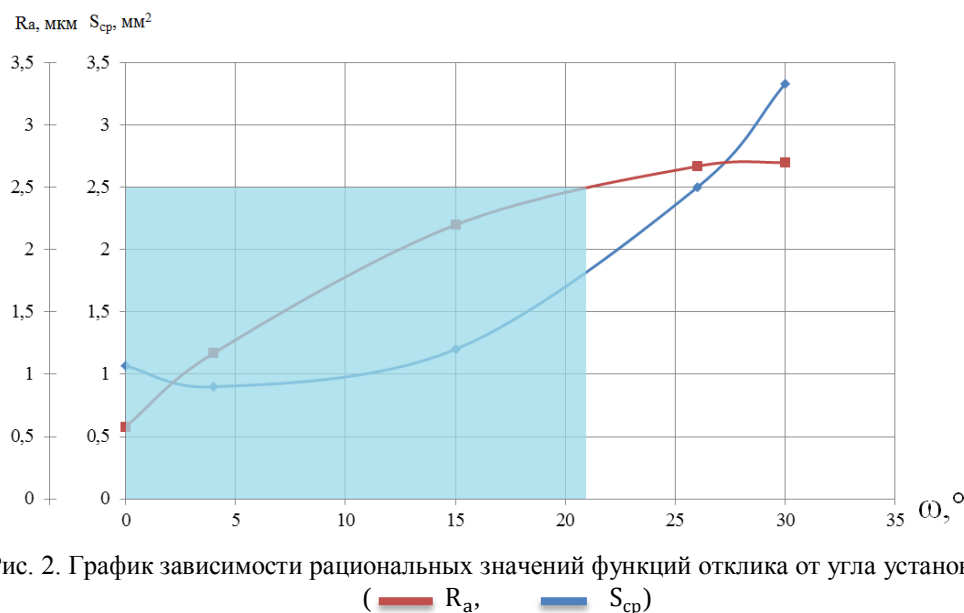


Рис. 2. График зависимости рациональных значений функций отклика от угла установки ω (— R_a , — $S_{\text{ср}}$)

Как видно из графиков, угол установки оказывает существенное влияние на исследуемые функции. Площадь среза при увеличении угла установки меняется от $1,07$ до $0,9 \text{ мм}^2$ и далее увеличивается до $3,33 \text{ мм}^2$, при этом шероховатость монотонно возрастает на всем интервале графика от $0,58$ до $2,7 \text{ мкм}$. при угле установки $\omega = 0...30^\circ$.

Рациональной областью для угла установки является $\omega = 0...21^\circ$ при следующих значениях функций отклика: $S_{\text{ср}} = 1,8 \text{ мм}^2$, $R_a = 2,5 \text{ мкм}$.

Зависимости функций отклика: площади среза $S_{\text{ср}}$ и шероховатости поверхности R_a от угла поворота φ представлены на рис. 3.

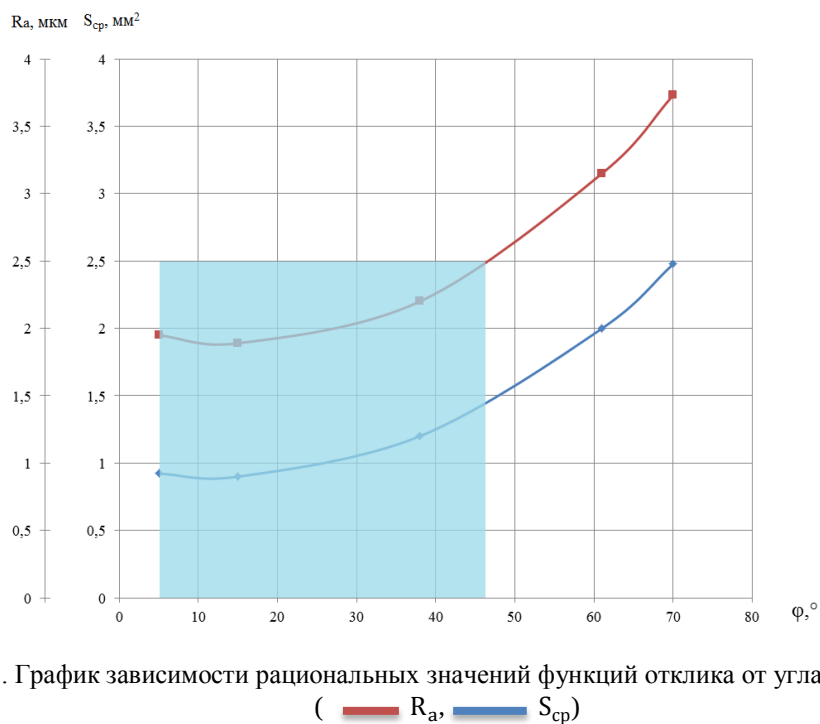


Рис. 3. График зависимости рациональных значений функций отклика от угла поворота φ (— R_a , — $S_{\text{ср}}$)

Анализ графиков $S_{cp}, R_a = f(\varphi)$, представленных на рис. 3, позволяет сделать следующий вывод. С увеличением угла поворота φ , площадь среза растет при остальных фиксированных значениях. Шероховатость достигает требуемого значения при $\varphi = 10...46^\circ$ и не превышает 2,5 мкм.

Зависимости функций отклика S_{cp}, R_a от радиуса режущей чаши r приведены на рис. 4. При

росте радиуса режущей чаши r минимальные значения площади среза находятся на отрезке при $r = 13...24$ мм, при этом шероховатость будет варьироваться от 2,25 до 3,75 мкм. Оптимальными значениями радиуса режущей чаши будут $r = 17...24$ мм, так как при этих значениях площадь среза S_{cp} минимальна, а шероховатость поверхности R_a не выходит за рамки требуемой.

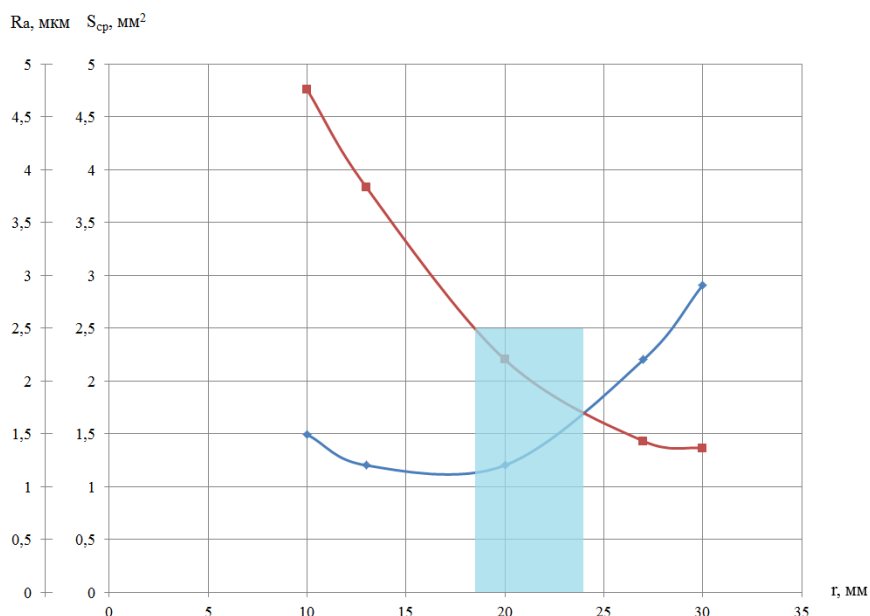


Рис. 4. График зависимости рациональных значений функций отклика от радиуса режущей чаши r (— R_a , — S_{cp})

Выводы. Найденные рациональные значения графиков, представленные на рисунках 1 – 4, имеют практический интерес. Используя их, можно спрогнозировать характеристики обработанной поверхности, не только регулировать параметры технологической обработки, но и получить поверхность с заданными параметрами.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Банит Ф.Г. Механическое оборудование цементных заводов: учебник для техникумов промышленности строительных материалов. М.: Машиностроение, 1975. 318 с.
2. Маркова О.В. Математическая модель оптимизации обработки цилиндрических поверхностей крупногабаритного вращающегося оборудования // «Труды Госнिति». 2015. Т. 119. С. 219–224.
3. Погонин А.А., Шрубченко И.В. Концепция проектирования встраиваемых станочных модулей для мобильной технологии восстановления // Горные машины и автоматика. 2004. №7 С. 37–39.

4. Пат. 75339 Российская Федерация, МПК7 В23В5/00. Станок для обработки цапф помольных мельниц / М.А. Федоренко, Ю.А. Бондаренко, Т.М. Федоренко// заявитель и патентообладатель БГТУ им. В.Г. Шухова. – № 2008104754/22 (005171); заявл. 19.05.07; опубл. 10.18.08, Бюл. №22. 1 с.

5. Bates Ch. Повышение эффективности токарной обработки. «American Machinist», США. 2008. № 1. С. 40–43.

6. Мухачёв В.А. Планирование и обработка результатов эксперимента: Учебное пособие. Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2007. 118 с.

7. Адлер Ю.П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий/ Ю.П. Адлер, Е.В. Макарова, Ю.В. Грановский. М.: 1972. 132 с.

8. Богданов В.С., Ильин А.С., Булгаков С.Б. Технологические комплексы и механическое оборудование предприятий стройиндустрии: Учебник. СПб.: Проспект науки, 2010. 624 с.

Bestuzheva O.V., Fedorenko M.A., Bondarenko Yu.A.**DETERMINATION OF RATIONAL PARAMETERS OF ROTARY SURFACE TREATMENT ROTATION WHEN RESTORING LARGE PARTS**

In various industries for production of cement, lime, gypsum, ceramic products for grinding solid materials using ball tube mills. In the process of operation under load of the mill, the wear of the main bearings of the drum tube mills – axles, with the result that on the surface appear different defects. The quality and performance of cement plants are directly dependent on the accuracy of its reconstruction, repair and content validity, determining largely technical and economic effect from the use of modern technical devices. Mill work in the area of large dynamic loads, leading to loss of efficiency and as a result long downtime to repair. With a view to their reduction, currently, to restore industrial equipment used in portable machines. Optimization of processing of surfaces of rotation when restoring large parts will allow you to obtain a rational combination of the varied parameters.

Key words: large rotating equipment, restoring health, rotary machining, process optimization.

Бестужева Ольга Васильевна, соискатель кафедры технологии машиностроения.

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

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

E-mail: bestuzheva.o@yandex.ru

Федоренко Михаил Алексеевич, доктор технических наук, профессор кафедры технологии машиностроения.

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

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Бондаренко Юлия Анатольевна, доктор технических наук, профессор кафедры технологии машиностроения.

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

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

DOI: 10.12737/22824

Пчёлкин В.М., аспирант,
Дуюн Т.А., д-р техн. наук, доц.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ЭМПИРИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ТВЕРДОСПЛАВНЫХ ПЛАСТИН ПРИ ТОЧЕНИИ КОРРОЗИОННО-СТОЙКОЙ ЖАРОПРОЧНОЙ СТАЛИ*

pvm0106@mail.ru

Представлена методика разработки эмпирических моделей износостойкости твердосплавных пластин различных марок при точении коррозионно-стойкой жаропрочной стали 08X18H10T. Эксперимент проводился в производственных условиях с применением действующего промышленного оборудования, технологической оснастки и инструмента. В качестве обрабатываемого изделия использовался тройник – соединительная деталь трубопроводов. Особенностью проведения эксперимента являлся прерывистый характер резания с ударными нагрузками. Для разработки моделей использовались планирование экстремальных экспериментов второго порядка методом ротатбельного планирования. В качестве исследуемых технологических параметров приняты: подача режущего инструмента и скорость резания. Выявлен характер износа, величина стойкости разных марок твердосплавных пластин при одинаковых технологических режимах, установлено влияние исследуемых технологических режимов точения на процессы износа. Разработанные эмпирические модели позволяют обоснованно назначать технологические параметры, прогнозировать значение стойкости инструмента, проводить оптимизацию технологических параметров для обеспечения заданной стойкости по критерию максимальной производительности.

Ключевые слова: эмпирическая модель износостойкости, тройники штампованные переходные, точение коррозионно-стойкой жаропрочной стали, стойкость твёрдосплавного инструмента, оптимизация режимов резания, ротатбельное планирование эксперимента.

Введение. Основной тенденцией развития машиностроения является повышение требований к эксплуатационным характеристикам выпускаемых изделий, что приводит, как правило, к применению материалов с высокими прочностными характеристиками, относящихся к классу труднообрабатываемых материалов. Основной проблемой, возникающей при механической обработке труднообрабатываемых материалов, таких как нержавеющие и коррозионно-стойкие жаропрочные стали, является высокая температура резания и интенсивный износ режущего инструмента [1]. Поэтому повышение периода стойкости металлорежущего инструмента за счет применения эмпирических моделей и оптимизации технологически режимов является важной научной задачей.

Коррозионно-стойкая жаропрочная сталь 08X18H10T широко применяется для изготовления сварной аппаратуры, теплообменников, труб и других деталей, работающих в средах повышенной агрессивности [2]. Данный класс сталей по своим физико-механическим свойствам относится к труднообрабатываемым с технологической точки зрения и вызывает интенсивный износ материала режущей части инструмента [3].

Тройники из коррозионно-стойкой жаропрочной стали 08X18H10T изготавливают по требованиям ОСТ 24.125.16-89 и применяют для монтажа на трубопроводах АЭС. Тройник –

соединительная деталь трубопровода, предназначенная для разветвления и изменения направления потока среды основной магистрали трубопровода. Диапазон рабочего давления составляет 3,92÷19,62 МПа, температура среды – 55÷360 °С [4]. Из-за сложных условий эксплуатации в агрессивной среде тройники выполняют методом штамповки, что исключает применение сварных швов внутри детали, обеспечивает расчетную толщину стенки и стойкость под действием эксплуатационных нагрузок на протяжении всего срока службы.

С технологической точки зрения конструкция тройника (рис. 1) представляет сложную деталь для обработки, так как заготовка имеет призматический вид с габаритными размерами 134×93 мм. В процессе обработки тройника периодически возникают ударные нагрузки, связанные с точением прямоугольного сечения заготовки при формировании цилиндрического сечения магистрали и горловины тройника, что в совокупности с труднообрабатываемостью материала вызывает быстрый износ инструмента. Для снижения износа инструмента в производственных условиях назначают щадящие режимы резания, что приводит к снижению производительности и повышению себестоимости за счет увеличения временных затрат на обработку.

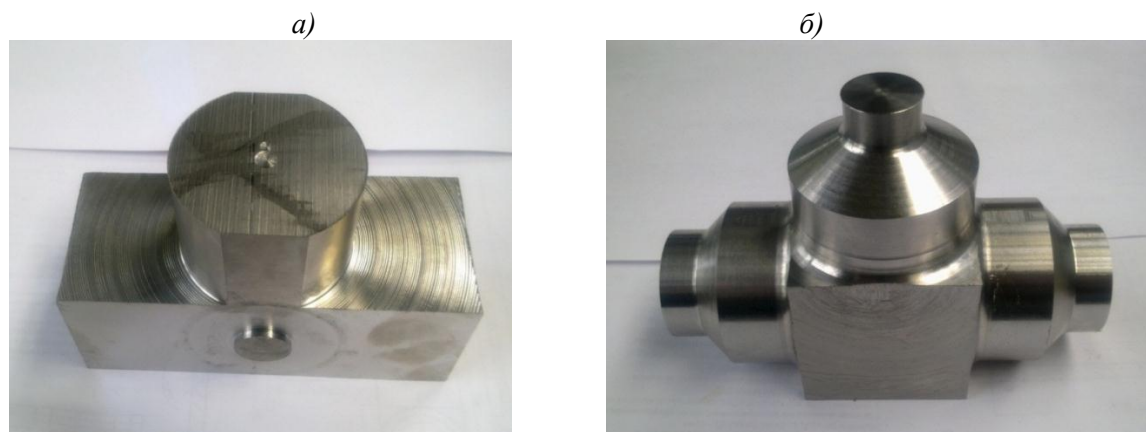


Рис. 1. Тройник по ОСТ24.125.16-89: а – заготовка; б – деталь после операции точения

Методика. Для разработки эмпирических моделей использовалась методика планирования эксперимента планирование экстремальных экспериментов второго порядка методом ротационного планирования [5].

Основная часть. Эксперимент проводился в производственных условиях на ОАО «Раки-тянский Арматурный Завод» с использованием действующего оборудования, инструмента и технологической оснастки.

В качестве основного оборудования использовался токарный обрабатывающий центр для тяжелых условий обработки модели PUMA480LM. Данное оборудование полностью отвечает всем требованиям, предъявляемым к проведению эксперимента. Станок оснащен системой управления Fanuc 21i-TB, позволяющей программировать циклы машинной обработки, выполнять программирование и симуляцию маршрута. Использование данной системы позволяет повысить эксплуатационную гибкость обрабатывающих центров, что необходимо для проведения многофакторного эксперимента. Станок имеет возможность внешней подачи СОЖ в зону резания, а также подачу СОЖ через внутренние каналы в инструменте.

В качестве режущего инструмента использовался токарный резец со сменной многогранной пластиной из твердого сплава, состоящий из державки A25R-DWLNR08 и пластины (рис. 2). Применялись два типа твердосплавных пластин с покрытием, полученным разными технологическими способами:

- WNMG080408-MMKMM253 с покрытием CVD (Chemical Vapor Deposition), полученным химическим парофазным осаждением [6]. KMM253 – сплав с передовой технологией нанесения ультра-мелкозернистого покрытия на прочную градиентную основу, область применения – получистовая обработка нержавеющей сталей на высоких скоростях и высоких подачах, выдерживает обработку с большой глубиной резания [7].

- WNMG080408-MMKMG203 с покрытием PVD (Physical Vapor Deposition), полученным напылением конденсацией из паровой (газовой) фазы [8].

Для качественного и бесперебойного отвода стружки из зоны резания, а также для ее эффективного ломания, был выбран стружколом геометрии MM [9]. Специальный дизайн стружколомающей геометрии позволяет сохранить высокую износостойкость в сочетании с острой кромкой, что позволяет эффективно избегать налипания металла на кромку инструмента, применяется для получистовой обработки материалов.



Рис. 2. Внешний вид твердосплавной пластины

Для закрепления инструмента была использована базовая револьверная головка станка DOOSAN модели PUMA480LM с 12 инструментальными позициями для закрепления инструмента. В качестве станочного приспособления для закрепления заготовки был выбран индексный патрон модели AXNW460 N105. Данный патрон применяется для автоматизированной обработки деталей с ортогональными осями или с осями под 45°, 60° или 120°, высокопродуктивен для обработки изделий типа корпус вентиля, крестовин и фитингов. Модификация AXN включает в себя автоматический индексный патрон с гидравлическим зажимом и индексированием [10].

В качестве измерительного инструмента применялся ручной микроскоп TWNU-80. Износ измерялся по задней поверхности, критическое значение принято – 0,3 мм. Замер износа проводился после каждого прохода [11].

При планировании эксперимента принят план второго порядка по схеме ротatableного планирования, при отсутствии информации об ориентации целевой функции этот план наиболее предпочтительный [12]. В качестве исследу-

емых технологических параметров приняты подача режущего инструмента и скорость резания. Уровни и интервалы варьирования факторов, матрица эксперимента представлены в таблицах 1, 2 [13].

Таблица 1

Уровни и интервалы варьирования факторов

№	Факторы	Кодовое обозначение	Уровни факторов					Интервал варьирования
			Звездный -1,414	Нижний -1	Основной 0	Верхний +1	Звездный +1,414	
1	Скорость резания v_m /мин	x_1	18,00	30,00	60,00	90,00	102,00	30
2	Подача f , мм/об	x_2	0,04	0,06	0,11	0,16	0,18	0,05

Таблица 2

План эксперимента и результаты опытов

Содержание плана	№ опыта	x_0	x_1	x_2	$x_1 x_2$	x_1^2	x_2^2	T_1 , мин.	T_2 , мин.
Опыты ядра 2^2	1	+	+	+	+	+	+	4,54	9,57
	2	+	-	+	-	+	+	9,7	38,41
	3	+	+	-	-	+	+	44,04	40,67
	4	+	-	-	+	+	+	62,18	153,11
Опыты в "звездных" точках	5	+	1,414	0	0	2	0	13	4,99
	6	+	-1,414	0	0	2	0	97,67	152,26
	7	+	0	1,414	0	0	2	12,76	6,75
	8	+	0	-1,414	0	0	2	57,42	71,91
Опыты в центре плана	9	+	0	0	0	0	0	19,07	29,36
	10	+	0	0	0	0	0	22,69	33,28
	11	+	0	0	0	0	0	20,88	29,36
	12	+	0	0	0	0	0	20,2	29,7

Эмпирическую модель стойкости представим в виде уравнения регрессии [14]:

$$y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_{12} x_1 x_2 + b_{11} x_1^2 + b_{22} x_2^2 \quad (1)$$

По результатам опытов, выполненных в соответствии с принятым планом эксперимента (табл. 2) вычислены коэффициенты уравнения регрессии (табл. 3).

Таблица 3

Значения коэффициентов уравнения регрессии

Сплав \ Коэффициент	b_0	b_1	b_2	b_{12}	b_{11}	b_{22}
КММ253	27,677	-17,878	-19,391	1,865	5,773	-0,042
КМГ203	42,117	-43,690	-29,742	12,009	10,692	-0,594

После подстановки значений коэффициентов уравнение (1) принимает вид:
для сплава КММ253:

$$y = 27,677 - 17,878 x_1 - 19,391 x_2 + 1,865 x_1 x_2 + 5,773 x_1^2 - 0,042 x_2^2 \quad (2)$$

для сплава КМГ203:

$$y = 42,117 - 43,69 x_1 - 29,742 x_2 + 12,009 x_1 x_2 + 10,692 x_1^2 - 0,594 x_2^2 \quad (3)$$

Для обеих эмпирических моделей коэффициент b_{22} меньше доверительного интервала, поэтому его можно признать статистически незначимыми и исключить из уравнений регрессии

(2), (3) [15]. После исключения пересчитываем коэффициенты методом наименьших квадратов, коэффициенты уравнения регрессии после пересчета представлены в таблице 4.

Таблица 4

Значения коэффициентов уравнения регрессии после пересчета

Кoeffициент Сплав	b_0	b_1	b_2	b_{12}	b_{11}
KMM253	23,195	-17,881	-19,394	3,245	13,022
KMG203	33,588	-43,697	-29,747	20,900	23,968

Уравнения (2) и (3) неудобны для интерпретации полученных результатов и практических расчетов, поэтому преобразуем их по формулам перехода от кодированных значений (x_1, x_2) к натуральным значениям факторов (s, v):
для сплава KMM253

$$x_1 = \frac{v-60}{30}, x_2 = \frac{f-0,11}{0,05}. \quad (4)$$

Получаем эмпирические модели с натуральными значениями факторов:

$$T(v, f) = 167,832 - 2,567v - 517,68f + 2,163vf + 0,014v^2, \quad (5)$$

для сплава KMG203

$$T(v, f) = 374,257 - 6,186v - 143,94f + 13,933vf + 0,027v^2. \quad (6)$$

На рис. 3 представлены зависимости стойкости инструмента от скорости и подачи при точении коррозионно-стойкой жаропрочной

стали сплавом режущей пластины KMM253, на рис.4 аналогичные зависимости при точении сплавом KMG203.

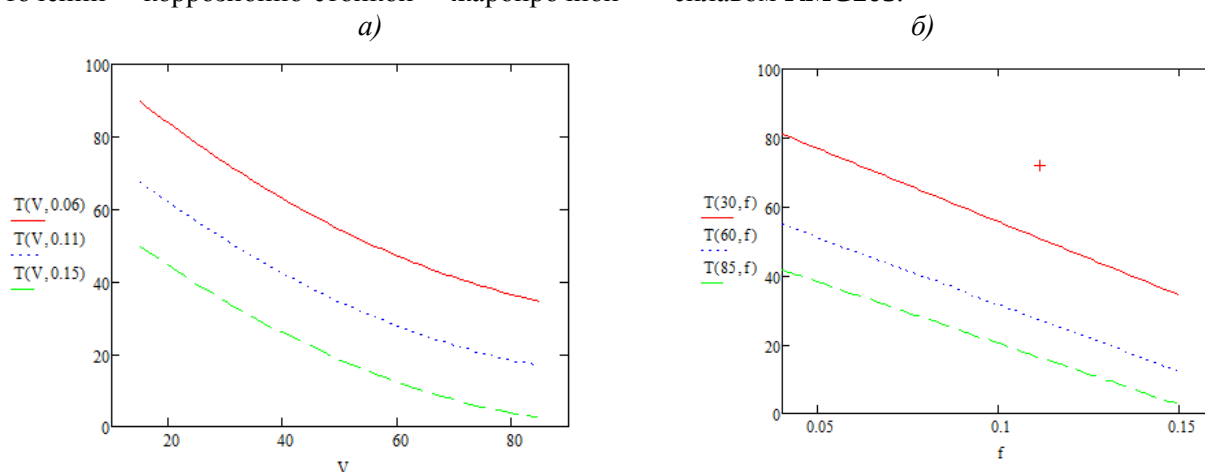


Рис. 3. Влияние скорости резания и подачи на стойкость инструмента из сплава KMM253:

а – зависимость скорости резания при подачах 0,06 мм/об, 0,11 мм/об, 0,15 мм/об;

б – зависимость подачи при скорости 30 м/мин, 60 м/мин, 85 м/мин

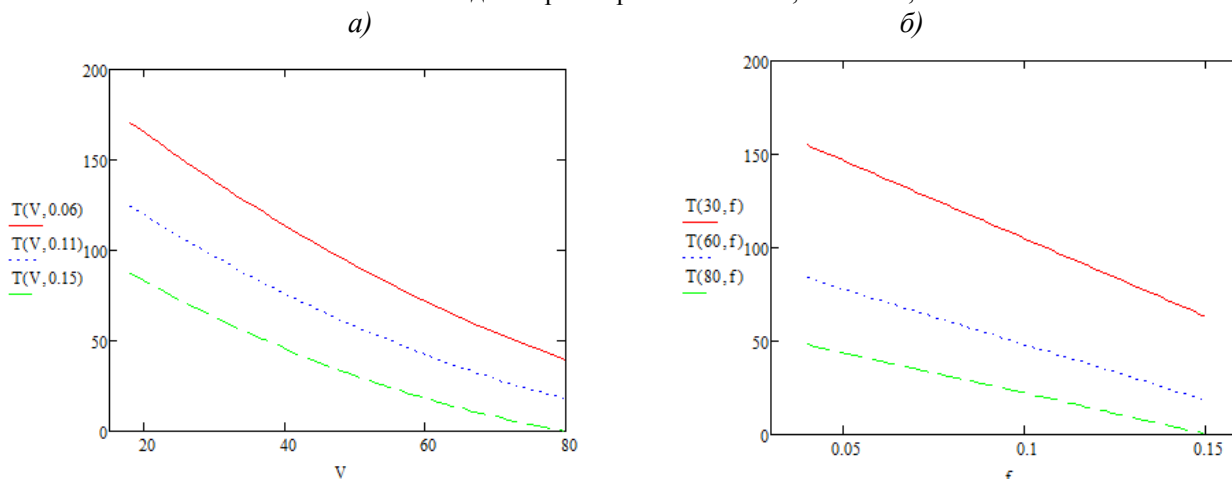


Рис. 4. Влияние скорости резания и подачи на стойкость инструмента из сплава KMG203:

а – зависимость скорости резания при подачах 0,06 мм/об, 0,11 мм/об, 0,15 мм/об;

б – зависимость подачи при скорости 30 м/мин, 60 м/мин, 80 м/мин

Закономерности стойкости режущего инструмента при точении коррозионно-стойкой жаропрочной стали сплавом КММ253 (рис. 3), в общем, аналогичны точению сплавом КМГ203 (рис. 4). Отличия состоят в числовых значениях стойкости при определенных сочетаниях технологических режимов. Стойкость режущего инструмента при точении сплавом КМГ203 несколько больше, чем при аналогичных сочетаниях технологических режимов точения сплавом КММ253.

Выводы. Разработанные эмпирические модели стойкости инструмента при точении сплавами КММ253 и КМГ203 позволяют обоснованно назначать технологические параметры, обеспечивающие заданные параметры стойкости, прогнозировать значение длительности работоспособности инструмента, проводить оптимизацию технологических параметров с целью повышения производительности, снижения себестоимости.

**Материалы подготовлены в рамках выполнения гранта РФФИ «Математическое моделирование и оптимизация процессов механической обработки как средство управления технологическими параметрами на основе нечеткой логики» №14-41-08044.*

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дуюн Т.А., Гринек А.В., Сахаров Д.В. Управление тепловыми параметрами процесса механической обработки с использованием численного моделирования их тепловых зависимостей // Промышленные контроллеры АСУ. 2015. №10. С. 43–50.
2. Сорокин В. Г., Волосникова А. В., Вяткин С. А. Марочник сталей и сплавов М.: Машиностроение, 1989. 640 с.
3. ГОСТ 5632-72 Стали высоколегированные и сплавы коррозионно-стойкие, жаростойкие и жаропрочные Марки. М.: ИПК Издательство стандартов, 1997. 64 с.
4. ОСТ 24.125.16-89 Тройники штампованные переходные для трубопроводов АЭС. М.:1991. 5 с.
5. Бойко А.Ф., Воронкова М.Н. Теория планирования и организация многофакторных экспериментов. Белгород: Изд-во БГТУ, 2013. 73 с.
6. Youming Liu, Liuhe Li, XunCai, QiulongChen, MingXu, Yawei Hu, Tik-Lam Cheung, ShekC., Paul K. Chu. Effects of pretreatment by ionimplantation and interlayer on adhesion betweenaluminum substrate and TiN film//Thin SolidFilms. 2005. Vol. 493, Iss 1-2. P. 152–159
7. Нарцев В. М., Зайцев С. В., Прохоренков Д. С., Евтушенко Е. И., Ващилин В.С. Зависимость структуры ALN-покрытий от концентрации азота при осаждении на сапфир магнетронным методом // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. №1. С. 144–149.
8. AnuragSrivastava, BhoopendraDharDewan, Structural and elastic properties of ZrN and HfN: ab initio study// Canadian journal of Physics. Volume 92. 2014. 1058–1061
9. Шпур Г., Штеферле Т. Справочник по технологии резания материалов. М.: Машиностроение, 1985. 616 с.
10. Stroiber W. Comminution Technology and Energy consumption. Part 1 // Cement International. 2003. №2.
11. Пчёлкин В.М. Особенности износа твердосплавных пластин при высокоскоростной обработке // Образование, наука, производство. 2015. С. 1703–1707.
12. Реброва И.А. Планирование эксперимента. Омск: СибАДИ, 2010. 105 с.
13. Спиридонов А.А. Планирование эксперимента при исследовании технологических процессов. М.: Машиностроение, 1981. 184 с.
14. Дуюн Т.А., Бешевли О.Б. Влияние технологических параметров на температурный режим и получаемое качество поверхности при фрезеровании баббита // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2015. №2. С. 112–117.
15. Рубанов В.Г., Бушуев Д.А. Моделирование экстремальных систем управления в среде Matlab и Simulink, как средство анализа динамики // Научные ведомости БелГУ. Серия: История. Политология. Экономика. Информатика. 2012. №19 (138). Вып. 24/1. С. 169–175.

Pchelkin V.M., Duyun T.A., EMPIRICAL MODELS DURABILITY CARBIDE INSERTS IN TURNING A CORROSION-RESISTANT HEAT-RESISTANT STEEL

The technique of developing empirical models wear resistance of carbide inserts for turning of different brands of corrosion-resistant heat-resistant steel 08X18H10T. The experiment was conducted in a production environment using the existing industrial equipment, tooling and tools. As the work piece used Tee - pipeline fittings. A special feature of the experiment was intermittent cutting with impact loads. For the development of models used by the planning of extreme experiments of the second order by rotatable planning. As the study of technological parameters adopted: the supply of cutting tools and cutting speed. The charac-

ter of wear, the magnitude of the resistance of various grades of carbide inserts with the same process conditions, the effect of the studied set of technological regimes of turning on the wear processes. The developed empirical models enable reasonably assign process parameters to predict the value of the tool life, to carry out optimization of process parameters for a given resistance by the criterion of maximum productivity.

Key words: *empirical model of wear resistance, tees stamped transition, turning corrosion-resistant heat-resistant steel, resistant carbide tools, optimizing cutting conditions, rototabelnoe experiment planning.*

Пчёлкин Вячеслав Михайлович, аспирант кафедры технологии машиностроения.

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

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

E-mail: pvm0106@mail.ru

Дуюн Татьяна Александровна, доктор технических наук, доцент, зав. каф. технологии машиностроения.

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

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

E-mail: tanduun@mail.ru

ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ

DOI: 10.12737/22760

Дектерев П.Е., аспирант,
Завьялов В.А., д-р техн. наук, проф.

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет

ОСНОВНЫЕ КОНЦЕПЦИИ ИНТЕГРАЦИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ ОБЪЕКТОВ СТРОИТЕЛЬСТВА И АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ЗДАНИЯМИ

bfstud@yandex.ru

В настоящее время теме моделирования зданий посвящено большое количество статей. В то же время применение информационных моделей зданий - BIM (Building Information Model) носит довольно ограниченный характер. В данной статье рассматривается проблема интеграции информационных моделей обобщённых объектов строительства и систем автоматизированного управления зданиями (АСУЗ). Решение данной проблемы позволит найти новые варианты практического использования BIM. Автором был произведён анализ зарубежной и отечественной литературы по данной тематике, на основе произведённого анализа были выделены основные концепции интеграции BIM и АСУЗ. Также автором была выявлена и обоснована концепция использования информационных моделей зданий для определения суммарной величины внешних возмущающих воздействий на системы управления. На основании данной концепции был предложен способ, позволяющий оптимизировать режим работы оборудования АСУЗ путём нахождения среднеквадратичной ошибки (СКО) управления и расчета оптимальных параметров регулятора по критерию минимума СКО. Интеграция, произведённая описанным путём, позволяет рассчитать величину суммарного эквивалентного возмущения, не останавливая регулирование исследуемого контура управления.

Ключевые слова: информационная модель здания, автоматизированная система управления зданием, имитационная модель, визуализация процесса, моделирование, интеграция.

Введение. Информационное моделирование здания (англ. Building Information Modeling) – это процесс создания функциональных 3D-моделей зданий, в том числе их инженерных систем (вентиляция, отопление, водоснабжение, электроснабжение и прочие), связанных с информационными базами данных, в которых задаются атрибуты к каждому элементу модели. Изменение какого-либо атрибута приводит к автоматическому изменению модели, таким образом, здание проектируется фактически как единый объект [1].

В процессе информационного моделирования объектов строительства проекты могут сохраняться вместе со всеми данными в рамках одной базы данных или разделяться на отдельные базы данных: строительные конструкции, вентиляция, отопление, электромонтаж и т.д.

Примером программного комплекса, реализующего посредством множества инструментов принцип информационного моделирования зданий, может служить Autodesk Revit. В Revit входит большой пакет узкоспециализированных программ, предоставляющих в совокупности

огромное количество возможностей для проектирования и расчётов. Например, если трёхмерный эскиз выполнять в Revit Architecture, то уже при поиске формы здания можно сразу вычислить столь важные для проекта характеристики, как площади и объёмы, причём их значения автоматически изменятся в зависимости от хода проектирования [2]. Autodesk Simulation CFD имеет широкий набор возможностей для анализа методами вычислительной гидродинамики. С их помощью можно быстро и точно выполнить моделирование высокоскоростных турбулентных и несжимаемых потоков, а также теплопроводности и процессов конвективного теплообмена. Это позволяет изучать поведение жидкостей и газов, движущихся внутри физических объектов и вокруг них [3].

На этапе эксплуатации BIM может выполнять следующие функции:

- управление эксплуатационной документацией;
- учёт оборудования и гарантийных обязательств;

- контроль расходования ресурсов (вода/электроэнергия/тепло-холод);
- эксплуатация инженерной и информационной инфраструктуры;
- интеграция с BMS-системой объекта.

Информационная модель здания (BIM) и автоматизированная система управления зданием (АСУЗ, англ. BMS) в комплексе обеспечивают контроль, диспетчеризацию и оптимизацию функционирования инженерных систем здания, а также предоставляют нам удобный интерфейс, и играют важную роль в снижении энергетических и экономических затрат при эксплуатации здания. BIM поддерживает не только интеграцию с АСУЗ, информационная модель здания также может быть использована для анализа энергопотребления его инженерных систем [4]. Стоит отметить, что использование BIM и АСУЗ можно начать на этапе эксплуатации или реконструкции, что позволит уменьшить текущие ежегодные затраты на электроэнергию.

Назначение автоматизированной системы управления зданием. АСУЗ это система, которая обеспечивает автоматический контроль и управление инженерными системами, такими как освещение, водоснабжение, пожарная безопасность, отопление, охлаждение и вентиляция, а также поддерживает комфорт в жилых помещениях. Задачами АСУЗ являются оперативное управление и диспетчеризация зданий. Согласно исследованиям, проведённым в Атланте Американским обществом инженеров по отоплению, охлаждению и кондиционированию воздуха (ASHRAE), инвестирование в АСУЗ позволяет сократить до 14% общих годовых затрат. Система управления зданием минимизирует потребление энергии и создаёт наиболее комфортные условия внутри помещения [5].

Термин АСУЗ охватывает все элементы управления, включая аппаратные средства, контроллеры, связующие сети. При построении АСУЗ, как правило, реализуется три уровня автоматизации [6]:

Нижний – уровень конечных устройств, включающий датчики, исполнительные механизмы, а также соединения между ними и другими уровнями. На нижнем уровне система может собирать данные в режиме реального времени от проводных и беспроводных датчиков (например, температуры, CO₂, влажности и т.д.). Сбор данных в режиме реального времени не только обеспечивает чёткую картину того, как инженерные системы следуют управлению, но и предоставляет данные для оценки и подтверждения трёхмерной модели в BIM [2]. Сеть датчиков является основным компонентом в АСУЗ и требуемую точность их измерений

необходимо определять при проектировании. Информационное моделирование зданий предоставляет большие возможности для проектирования сети датчиков, исполнительных механизмов и линий связи, а также хранения их технических характеристик [7].

Средний – уровень автоматического или автоматизированного управления, в который входят следующие компоненты: контроллеры, модули ввода-вывода сигналов и различное коммутационное оборудование. На среднем уровне система обрабатывает поступающие от датчиков входные сигналы, и далее согласно алгоритму управления вырабатывает управляющие воздействия для исполнительных механизмов. Средний уровень также взаимодействует с верхним уровнем, передавая информацию об измерениях с нижнего уровня, отказах или аварийных ситуациях, промежуточных вычислениях и регулирующих воздействиях.

Верхний – уровень диспетчеризации и статистической обработки данных. На верхнем уровне система напрямую взаимодействует с человеком, поэтому на нём реализован человеко-машинный интерфейс. Благодаря ему человек-оператор может следить за ходом технологических процессов системы, получать информацию об отказах и аварийных ситуациях. На верхнем уровне человеком могут быть заданы технологические уставки, недоступные для непосредственного вычисления системой управления, например, график выходных и праздничных дней, время ротации насосов, коэффициенты ПИД-регулятора и другие. Трёхмерную модель BIM можно использовать на верхнем уровне в качестве человеко-машинного интерфейса, с другой стороны возможности для симуляции технологических процессов позволяют использовать BIM на совершенно новом уровне в иерархии АСУЗ.

Интеграция информационной модели здания и АСУЗ. BIM в первую очередь, используется для разработки сети датчиков и занесения в архив их измерений. Во-вторых, информационная модель может использоваться в качестве интерфейса для АСУЗ, так как все данные полевых устройств отправляются в BIM. В-третьих, с помощью имитационного моделирования потоков энергии можно производить анализ энергопотребления инженерных систем здания, который также можно внедрить при автоматизации инженерных систем в эксплуатируемых зданиях [8].

Для определения требований к датчикам BIM предоставляет интегрированную базу данных с согласованной информацией, в которую многие участники процесса проектирования мо-

гут внести свой вклад. BIM является наиболее подходящим средством для хранения строительных и эксплуатационных данных, позволяющих определить требования к датчикам во время процесса проектирования систем автоматизации. План помещений, системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха и системы освещения здания создаются в BIM. Характеристики датчиков сохраняются в BIM после завершения проектирования сети датчиков [9].

Для того чтобы успешно улучшить энергосбережение здания и сократить расходы, должен быть разработан рациональный подход к анализу работы инженерных систем. BIM может предоставить ключевую информацию о здании, которая может быть использована для такого анализа [10]. План здания, систем вентиляции, отопления, кондиционирования и системы освещения хранятся в BIM в виде 3D-моделей. Имитационная модель в значительной степени способствует пониманию способов использования энергии в здании и взаимодействию инженерных систем при преобразовании этой энергии [11].

Имитационные модели выступают в качестве источника информации для симуляции ра-

боты различных систем. АСУЗ в данном случае предоставляет данные для калибровки имитационной модели [12]. Имитационную модель здания можно создать с помощью пакетов программного обеспечения Autodesk Revit Architecture и Revit MEP. Геометрическое представление существующего здания может быть создано в Revit Architecture, системы отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха и системы освещения могут быть созданы в Revit MEP. Дополнительная часть программного обеспечения для имитации нагрузок нагревания и охлаждения на существующие модели в IES VE Integrated Environmental Solutions (встроена в MEP Revit). Таким образом, можно сравнить фактическое потребление энергии, обеспечиваемого АСУЗ с моделью потребления энергии в имитационной модели, что позволит произвести оценку и проверку 3D-модели в BIM [2].

С помощью созданной имитационной модели можно совершить расчёт оптимальных параметров регулятора для контуров управления системы автоматизированного управления W_p (рис.1) по критерию минимума среднеквадратичной ошибки управления σ_y^2 (1) [13]:

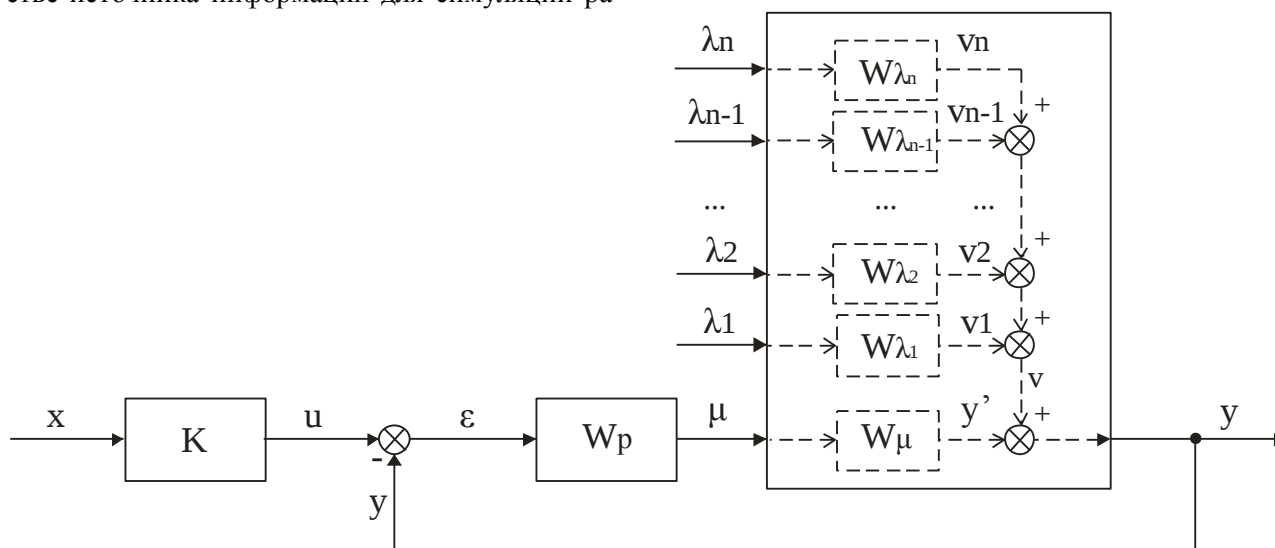


Рис. 1. Алгоритмическая структура АСУЗ по одному контуру управления

$K(s)$ – передаточная функция блока управления, $W_p(s)$ – передаточная функция регулятора, $W_\mu(s)$ – передаточная функция объекта по каналу регулирующего воздействия – (μ), $W_{\lambda,1}(s)$... $W_{\lambda,n}(s)$ – передаточные функции объекта по каналам возмущающих воздействий ($\lambda_1 \dots \lambda_n$).

$$\sigma_y^2 = \frac{1}{\pi} \int_0^\infty |\Phi_{yv}(j\omega)|^2 G_w(\omega) d\omega \rightarrow \min \quad (1)$$

$\Phi_{yv}(\omega)$ (2) – комплексная частотная характеристика системы по каналу управляемой величины $y(t)$ и эквивалентного возмущения $v(t)$ (3).

$$\Phi_{yv}(j\omega) = \frac{1}{1 + W_p(j\omega)W_\mu(j\omega)} \quad (2)$$

$$v(t) = \sum_{k=1}^n v_k(t) \quad (3)$$

$G_w(\omega)$ (4) – спектральная плотность мощности эквивалентного возмущения.

$$G_{vv}(\omega) = \sum_{k=1}^n |W_{\lambda,k}(j\omega)|^2 G_{\lambda\lambda,k}(\omega) \quad (4)$$

Так как для получения расчётным путём $G_{vv}(\omega)$ необходимо, чтобы были известны все спектральные плотности возмущающих воздействий $G_{vv,k}(\omega)$ и соответствующие передаточные функции объекта $W_{\lambda,k}(s)$, спектральную плотность эквивалентного возмущения обычно находят экспериментальным путём [14].

Для того чтобы экспериментально получить эквивалентное возмущение $v(t)$ (5) не останавливая регулирования (6), параллельно регулирующему каналу объекта управления подключается его имитационная модель (рис. 2).

$$v(t) = y(t) - y'(t) \quad (5)$$

$$\begin{cases} \mu(t) \neq 0 \\ y'(t) \neq 0 \end{cases} \quad (6)$$

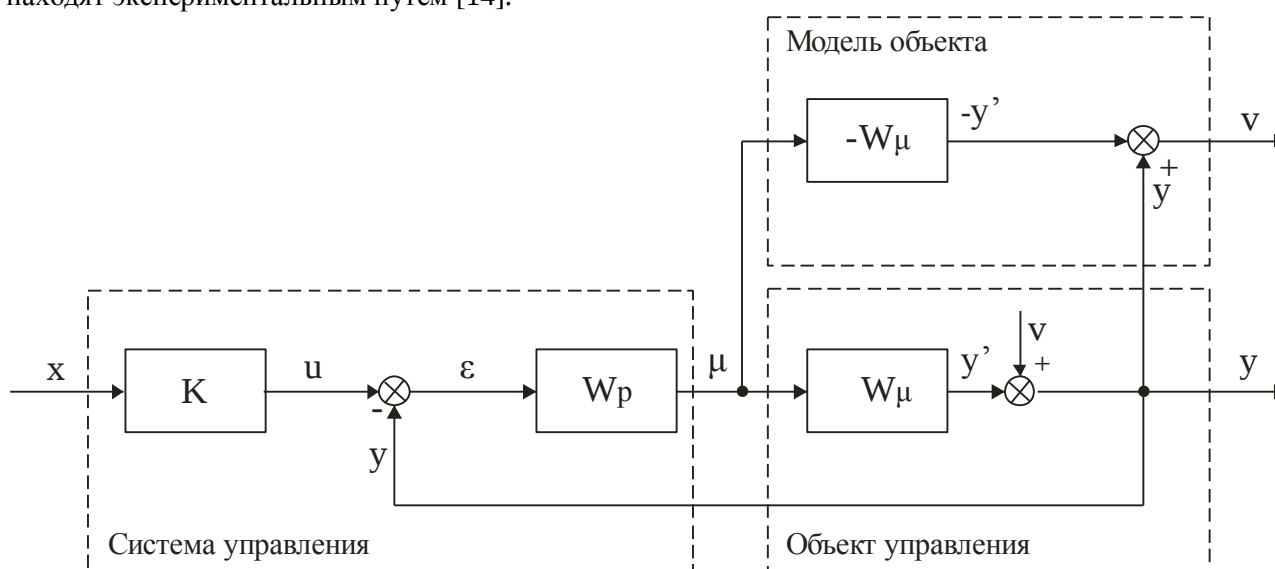


Рис. 2. Алгоритмическая структура АСУЗ и ВМ

После чего находится автокорреляционная функция случайного процесса:

$$R_{vv}(t, \tau) = \frac{\sum_{k=1}^n [v_k(t) - m_k(t)] \cdot [v_k(t + \tau) - m_k(t + \tau)]}{n} \quad (7)$$

$m_k(t)$ – математическое ожидание:

$$m_k(t) = \frac{\sum_{k=1}^n v_k(t)}{n} \quad (8)$$

И затем вычисляют его спектральную плотность:

$$G_{vv}(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} R_v(t) e^{-j\omega t} dt \quad (9)$$

Время вычисления спектральной плотности может быть довольно длительным, но от продолжительности вычисления будет зависеть точность нахождения минимума СКО.

Зная передаточную функцию объекта по каналу регулирующего воздействия μ , по критерию минимума среднеквадратичной ошибки управления (10) рассчитываются оптимальные параметры регулятора $W_p(s)$.

$$\frac{1}{\pi} \int_0^{\infty} \left| \frac{1}{1 + W_p(j\omega)W_\mu(j\omega)} \right|^2 G_{vv}(\omega) d\omega \rightarrow \min \quad (10)$$

Заключение. Таким образом, интеграцию АСУЗ с ВМ можно осуществить по трём основным направлениям, реализация каждого из которых может происходить отдельно или совместно друг с другом. Для эффективного проектирования АСУЗ существует концепция, позволяющая в режиме диалога с пользователем динамически формировать и просматривать различные варианты решений до их физической реализации [15]. Особенности данного варианта интеграции являются:

- интерактивный режим трёхмерной визуализации с наложением двух независимых слоёв – базовой модели интерьера комнаты и компонентов оборудования АСУЗ;
- компоненты накапливаются в автономной библиотеке трёхмерных графических примитивов.

вов, пользователь задаёт их состав и координаты во внешнем файле;

- отображение оборудования выполняется без повторного рендеринга всей модели;
- модульная структура визуализатора и открытая архитектура системы позволяет свободно наращивать новые компоненты и расширять функциональность системы.

Для связи с оператором АСУЗ существует концепция использования BIM как интерфейса SCADA системы. Особенности реализации данного способа интеграции являются:

- возможность использования как стандартной 2D схемы, так и 3D модели;
- наглядная визуализация процессов, происходящих в системах отопления вентиляции кондиционирования и освещения;

Для моделирования технологических процессов тепло-массообмена предложена концепция интеграции BIM и АСУЗ обеспечивающая определение эквивалентного возмущающего воздействия по одному из каналов регулирования, как разности между фактическим значением регулируемой величины и значением, полученным в процессе моделирования в BIM.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Волков А.А., Батов Е.И. Промежуточное программное обеспечение в функциональной модели интеллектуального здания // Вестник МГСУ. 2015. №10. С. 182–187.
2. Талапов В.В. Применение BIM для начальной проработки проектной идеи [Электронный ресурс]. URL: http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=16260 (дата обращения: 03.07.2016)
3. Шустрова М.Л., Аминев И.М., Байtimiров А.Д. Средства численного моделирования гидродинамических процессов // Вестник Казанского технологического университета. 2014. №14. С. 221–224.
4. Куприяновский В.П., Тищенко П.А., Сиянгов С.А., Раевский М.А., Савельев С.И., Кононов В.В., Сачик А.И. BIM – основы и преимущества применения технологии [Электронный ресурс]. URL: http://www.dataplus.ru/news/arcreview/detail.php?ID=21946&SECTION_ID=1078 (дата обращения: 03.07.2016)
5. Yin H. Building management system to support building renovation // Boolean. 2010. С. 172–177. [Электронный ресурс]. Систем. требования: AdobeAcrobatReader. URL: <http://publish.ucc.ie/boolean/pdf/2010/00/37-Yin-2010-00-en.pdf> (дата обращения: 03.07.2016)
6. Теличенко Д.А., Милосердова А.А. Современные подходы при реализации АСУ ТП для объектов теплоэнергетики // Вестник Амурского государственного университета. 2012. №59. С. 89–99.
7. Беккер Ю.Л., Завьялов В.А., Ульянов Р.С., Шиколенко И.А. Анализ и выбор сетевого и канального уровней реализации распределенных сетей для системы «умный дом» // Научное Обозрение. 2015. №11. С. 42–45.
8. Volkov A. General information models of intelligent building control systems: scientific problem and hypothesis // Advanced Materials Research. 2014. Т. 838–841. С. 2969–2972.
9. Беккер Ю.Л., Завьялов В.А., Ульянов Р.С., Прокопьев С.В. Моделирование жизненного цикла создания автоматизированных систем // Естественные и технические науки. 2015. №6. С. 362–363.
10. Volkov A., Latyshev K., Intelligent and complex monitoring in intelligent buildings // Applied Mechanics and Materials. 2014. Т. 580–583. С. 3204–3207.
11. Motawa I., Carter K. Sustainable BIM-based Evaluation of Buildings // Procedia - Social and Behavioral Sciences. 2013. №74. С. 419–428.
12. Полунин А.И. Системное моделирование: учеб. Пособие для студентов специальности 220400. Белгород: Изд. БГТУ, 2004. 96 с.
13. Ротач В. Я. Теория автоматического управления: учебник для вузов 5-е изд., перераб. и доп. М.: Изд. МЭИ, 2008. 396 с.
14. Воронов А.А. Теория автоматического управления. Часть 2. Теория нелинейных и специальных систем автоматического управления. М.: Изд. Высшая школа, 1986. 504 с.
15. Арляпова А.Ю., Байгозин Д.В., Плотников В. Ю. Виртуальное проектирование и имитационное моделирование подсистем "умного дома" [Электронный ресурс]. URL: http://archvuz.ru/2010_22/68 (дата обращения: 03.07.2016)

Dekterev P.E., Zaviyalov V.A.

FUNDAMENTAL CONCEPTS OF INTEGRATION OF BUILDING INFORMATION MODELS AND BUILDING MANAGEMENT SYSTEMS

At the present time a large amount of articles are dedicated to building modeling. At the same time the application of BIM (Building Information Model) is rather limited. This article discusses the problem of information models of building generalized entities` and Building Management Systems` (BMS) integration. The

solution of this problem will allow to find new options for practical application of BIM. The author analyzed foreign and domestic literature on this subject and on the basis of analysis produced he selected the main concepts of integration of BIM and BMS. The author found and justified the concept of Building Information Models` application to determine the cumulative value of environmental perturbations on guidance systems. On the basis of this concept he offered a way to optimize the BMS` equipment operating mode by finding of control`s Root Mean Square Error (RMS Error) and calculating of regulator`s optimal parameters using the RMS error minimum criterion. Integration which is produced as described allows to calculate the value of cumulative perturbation`s equivalent and do not stop the regulation of investigated control path.

Key words: *building information model, building management system, simulated model, process visualization, simulation, integration.*

Декстерев Петр Евгеньевич, аспирант, научный сотрудник кафедры автоматики и электроснабжения.

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет.

Адрес: 129337, Россия, Москва, Ярославское ш. 26, ауд. 204.

E-mail: bfstud@yandex.ru

Завьялов Владимир Андреевич, доктор технических наук, профессор кафедры автоматики и электроснабжения.

Национальный исследовательский московский государственный строительный университет.

Адрес: 129337, Россия, Москва, Ярославское ш. 26, ауд. 204.

E-mail: vazav.mgsu@mail.ru

Заставной Д.А., канд. техн. наук, доц.
Южный федеральный университет

МЕТОДЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ WINMAP

dzast@sfnu.ru

Одной из важнейших задач современных информационных систем является обеспечение информационной безопасности. В области геоинформационных систем и пространственных баз данных и их практических приложений, однако, методы обеспечения безопасности получили недостаточное развитие. В значительной степени это обусловлено особенностями моделей конфиденциальности для геометрически связанных пространственных объектов. В данной статье предлагается последовательное описание средств обеспечения безопасности для системы ГИС WinMAP, к которым относятся идентификация и аутентификация пользователей, регламентация доступа субъектов к ресурсам системы, и аудит. В основу модели безопасности положена модель дискреционного управления доступом (DAC). Статья включает краткое описание объектной модели указанной ГИС и специфических структур данных, введение которых позволяют существенно упростить методы регламентации, а так же реализацию их проверок в реальной системе. Для иллюстрации методов управления доступом используются команды скриптового языка системы.

Ключевые слова: GIS-системы, пространственные базы данных, информационная безопасность, дискреционная модель управления доступом.

Введение. В настоящее время значительное распространение получили практические приложения на основе геоинформационных систем в различных областях, включая такие сферы, как управление земельными и природными ресурсами, объектами недвижимости, городской инфраструктурой. Данные ГИС-систем традиционно включают графические объекты, образующие электронные карты, и семантическую (атрибутивную) информацию [1,2]. Поскольку подобные данные весьма часто являются конфиденциальными, естественной необходимостью является разработка и использование методов обеспечения информационной безопасности, в особенности, если речь идет о профессиональных системах.

Методы обеспечения безопасности получили вполне законченное и целостное развитие, например, в системах баз данных и в операционных системах. К основным средствам относится управление учетными записями, авторизация пользователей, регламентации доступа пользователей к объектам системы, аудита, а так же криптографические средства и аспекты сетевой безопасности (в данной работе не затрагиваемые). Наиболее важное и содержательное место среди них занимает задача регламентации доступа.

Теоретической основой регламентации доступа является так называемая модель дискреционного управления (Discretionary Access Control - DAC) [3]. Согласно этой модели, для каждого объекта доступа (файла ОС, таблицы БД) и для каждого субъекта (зарегистрирован-

ного пользователя) должно быть задан вид доступа (чтение, запись, и т.д.), который разрешен данному субъекту применительно к данному объекту. Отсутствие предоставленного права означает запрет доступа.

Данная модель очень удобна для практического использования и эффективно реализуется, если объекты доступа являются атомарными, и конфиденциальность одного объекта не влияет на конфиденциальность другого. Однако для ГИС-систем типичны следующие ограничения: объект является конфиденциальным, и, следовательно, все объекты, находящиеся внутри этого объекта, так же должны считаться конфиденциальными. Подобные правила вполне могут быть введены в модели безопасности, однако их практическое использование будет связано с необходимостью выполнения многочисленных проверок вхождения, что является вычислительно сложной задачей [4].

В данной статье описаны базовые средства обеспечения безопасности, включая расширенный метод DAC, адаптированный для специфических структур данных этой системы. Так же приводятся примеры использования этих средств, реализованных в виде расширения скриптового языка, введенного автором в статью [5].

Основная часть. Важной особенностью подхода, принятого в статье, состоит не в разработке общих методов обеспечения конфиденциальности в сфере ГИС и пространственных баз данных, а в развитии и адаптации хорошо зарекомендовавших себя принципов применительно

к конкретной системе. Поэтому перед детальным рассмотрением разработанных средств следует описать основные архитектурные особенности модели данных WinMAP.

Атомарными структурами данных WinMAP являются графические объекты и атрибутивные записи. Графический объект определяется набором координат в прямоугольной системе, и набором собственных семантических атрибутов, который является фиксированным по структуре для всех объектов. Дополнительные атрибуты могут храниться в атрибутивных таблицах.

На основе графических объектов образуются коллекции, к которым относятся: кадастры, типы, группы и покрытия. Кадастр является логическим разделом базы данных объектов, что удобно как с точки зрения практического использования, так и с точки зрения ограничения доступа. Типичная структура БД системы WinMAP состоит из нескольких кадастров, среди которых может быть кадастр с архивными неизменяемыми данными, кадастр с оперативно используемыми объектами, и т.д.

Графический тип определяет семантическую категорию объектов, и задает правила визуализации (прорисовки) объектов; любой объект создается как экземпляр некоторого типа. Конкретный графический объект всегда принадлежит одному и только одному типу, равно как и только одному кадастру. Примером типов являются «Жилые постройки» и «Газовые трубы низкого давления».

Дополнительными видами коллекций, членство объектов в которых не является обязательным, являются группы и покрытия. Группа – это именованный набор объектов, которые включаются в группу явно. Объекты в группе наследуют геометрические трансформации группы (напр., перемещение), что очень удобно для манипулирования с ними. Например, в некую группу можно включить конкретную газовую трубу, все отводы, задвижки, и прочие относящиеся к ней многочисленные объекты газовой инфраструктуры.

Покрытия по своим свойствам напоминают группы, но объекты в них включаются неявно, – при помощи проверки геометрического вхождения объекта в границу покрытия, заданного другим графическим объектом. Типичным примером покрытия можно назвать объект – «Промышленный квартал», в который входит множество построек и прочих объектов. При вводе (или импорте) графического объекта внутрь объекта-покрытия он автоматически становится его членом. Такой способ позволяет избегать постоянных проверок взаимного вхождения объектов, что фундаментально упрощает как

манипулирование с объектами покрытия, так и регламентацию доступа. Следует иметь в виду, что графические объекты по редко подвергаются модификации, так что их членство в покрытиях весьма стабильно.

Теперь перейдем к описанию собственно разработанных средств обеспечения безопасности, к которым относятся управление учетными записями, регламентация доступа и аудит.

Учетные записи содержат следующие сведения: имя учетной записи (логин), детальное описание владельца, внутренний идентификатор, пароль в виде криптографической хеш-функции, вычисляемой по алгоритму MD5, а так же дополнительные атрибуты. Создание и прочие манипуляции с учетной записью могут осуществляться при помощи оконных средств, или при помощи соответствующих команд интерпретатора. При входе пользователя в систему происходит авторизация, и дальнейшие действия пользователя, в частности, проверка прав доступа и регистрация событий аудита, происходит с использованием идентификатора учетной записи.

Специальным видом учетной записи является административная учетная запись, с помощью которой можно создавать и модифицировать другие учетные записи, а так же выполнять некоторые технические действия по обслуживанию системы (например, импорт и экспорт данных).

В основу регламентации доступа положена дискреционная модель [3,4], расширенная дополнительными средствами, учитывающими специфические особенности пространственных данных. Объектами регламентации, согласно представляемой концепции, являются:

1. привилегии (политики);
2. графические объекты;
3. атрибутивные записи;
4. коллекции (кадастры, типы, группы и покрытия, атрибутивные таблицы).

Привилегиями называются права на выполнение действий, не связанных с конкретными данными, в том числе создание, удаление и изменение коллекций, атрибутивных таблиц, графических объектов и записей.

Для графических объектов определены следующие виды доступа:

1. просмотр изображения на карте (прорисовка);
2. просмотр собственных атрибутов;
3. просмотр координат;
4. редактирование объекта;
5. редактирование собственных атрибутов.

Очевидно, что при такой схеме видом доступа достаточно удобно разграничивать воз-

возможность просмотра картографического изображения, которое само по себе редко является конфиденциальным, и возможность просмотра и редактирования координат и семантических атрибутов, которые часто бывают конфиденциальными.

Каждый вид доступа на графический объект может быть представлен одной из трех форм: доступ представлен, доступ представлен в доминирующей форме, и доступ запрещен в доминирующей форме.

Для коллекций и атрибутивных таблиц определены, в том числе, виды доступа «прорисовка», «включение (создание) объекта», «исключение (удаление) объекта», «модификация элемента», «просмотр коллекции»; последний вид доступа подразумевает просмотр элементов коллекции в виде списка и поиск при помощи накладки фильтров.

Права доступа, предоставленные коллекции и входящим в него элементам, связаны следующим образом. Если для коллекции предоставлен право на некий вид доступа, каждый объект, в него входящий, наследует это право, если только для объекта не задано доминирующее запрещение этого права. Если для коллекции право на вид доступа не предоставлено, объект получает это право, если ему было предоставлено доминирующее разрешение на этот вид доступа.

Право на объект или привилегию может быть так же предоставлено для публичного доступа; в этом случае любой пользователь автоматически получает это право, если только оно не было запрещено для него в доминирующей форме. Это весьма удобно с практической точки зрения, поскольку на практике большинство географических данных не является конфиденциальными для авторизованных пользователей.

Поскольку наиболее типичным и характерным видом доступа является просмотр множества графических объектов в виде растрового изображения, образующего карту, рассмотрим неформально алгоритм определения прав прорисовки объектов с учетом их членства в коллекциях. Для заданного субъекта доступа графический объект прорисовывается, если:

1. Объект предоставлен в публичный доступ.
2. Объект имеет доминирующее разрешение.
3. Объект входит в коллекцию, для которой разрешена прорисовка, и объект не имеет доминирующего запрещения для этого вида доступа.

Описанная модель регламентации доступа допускает достаточно простую и эффективную реализацию. С каждым объектом доступа ассо-

циирован список доступа (ACL), содержащим идентификаторы учетных записей, маски доступа и форм их предоставления. При прорисовке происходит последовательный перебор объектов коллекций (поскольку прорисовка выполняется не на уровне одиночных объектов, а на уровне коллекций) и сопоставление прав графических объектов и прав коллекций согласно описанному выше алгоритму для формирования итогового права доступа. Поскольку вхождение объектов в покрытия, предназначенных для моделирования «конфиденциальных зон», определяется только один раз (при создании объекта и помещении его в покрытие), дальнейшие проверки являются тривиальной задачей.

В отличие от традиционной модели DAC, объекты доступа не имеют владельца. Однако действия по созданию, удалению и модификации графических объектов, записей и коллекций может быть подвержены аудиту. Аудит заключается в накапливании в специальной таблице сведений о следующих событиях:

1. Регистрация пользователя в системе и выход из нее (включая неудачные попытки).
2. Создание, удаление и модификация коллекций и атрибутивных таблиц.
3. Изменение сведений об учетных записях.
4. Импорт и экспорт данных.
5. Доступ к графическим объектам, атрибутивным записям и коллекциям (отдельно по всем видам доступа, перечисленным выше).

Аудит доступ к публичным объектам не выполняется.

По умолчанию аудит не включен, что обусловлено очевидными вычислительными затратами на журнализацию событий. Для активации аудита, которое выполняется администратором, необходимо выбрать соответствующий объект аудита в соответствующем списке и активировать необходимые опции – виды доступа, форма предоставления, учетные записи, результат попытки получить право доступа. После включения аудита соответствующие записи добавляются в журнал.

Функции управления безопасности доступны при помощи соответствующих оконных инструментов, а так же при помощи команд скриптового языка, описанного в работе [5]. Применение скриптовых языков существенно развивает функциональные возможности ГИС-систем, позволяя выполнять разнообразные манипулирования с данными. Отметим, что на выполнение команд скриптового языка так же распространяется правила регламентации доступа и аудита, но подробное описание этих аспектов выходит за пределы данной статьи.

Ниже приведены примеры команд с комментариями.

```
-- создание учетной записи
GISUser Alise = new GISUser( "Alice",
"ToughPassword" );
-- предоставление созданной учетной записи
привилегии создания типов и групп
Policy.GrantPermission( Alice, CRE-
ATE_GTYPE );
Policy.GrantPermission( Alice, CRE-
ATE_GROUP );
-- удаление права создания типов
Policy.RevokePermission( Alice, CRE-
ATE_GTYPE );
-- предоставление права создавать объекты
указанного типа
Object.GrantPermission( Alice, GTYPE,
"Трубы низкого давления", ADD );
-- предоставление права прорисовки объек-
тов этого типа
Object.GrantPermission( Alice, GTYPE,
"Трубы низкого давления", RENDER);
-- запрещение редактирования координат
графического объекта (объект
-- идентифицируется при помощи номера)
Object.RevokePermission( Alice, GOBJECT,
514601, EDITPOINTS );
-- активация аудита редактирования этого
объекта
Audit.Activate(Alice, GOBJECT, 514601,
EDITPOINTS, ALL );
```

Выводы. В работе представлены результаты разработки средств для обеспечения информационной безопасности в геоинформационной системы WinMAP, включающие расширенную модель дискреционного доступа, адаптированную для ГИС-систем. Показана возможность эффективной реализации проверки прав доступа, что реализуется благодаря введению специфических структур данных. Разработанные средства могут практически использоваться, в том числе, при помощи команд скриптового языка системы WinMAP.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ДеМерс Майкл Н. Географические информационные системы. Основы. Пер. с англ. М., Дата+, 1999. 478 с.
2. Шаши Шекхар, Санжей Чаула. Основы пространственных баз данных. М., Кудриц-Образ., 2004. 428 с.
3. Ravi S. Sandhu, Pierangela Samarati. Access Control: Principles and Practice//IEEE Communication Magazine. 1994. p. 40–48.
4. Liliana Kasumi Sasaoka, Claudia Bauzer Medeiros. Access Control in Geographic Databases// Advances in Conceptual Modeling – Theory and Practice. Lecture Notes in Computer Science. Springer. 2006. Vol. 4231. p. 110–119.
5. Заставной Д.А. Встроенный язык скриптов для GIS-системы WinMap.// Известия ЮФУ. Технические науки. 2011. №1. С. 144–150.

Zastavnoy D.A.

DATA SECURITY SYSTEM FOR THE WINMAP GIS

A key feature for the information systems is data security, but the Geoinformation Systems and Spatial Databases as well as their applications appear to have some drawbacks concerning that matter. Most suggestions about geodata confidentiality are obviously stuck in their attempts to link access rules with geometric properties of spatial data. In this paper we suggest a different approach toward build data access model and a complete data security system for a WinMAP system which includes account control, data access control based on an extended DAC and audit features. A data model of WinMAP is also described because its specialized features allow to rationally develop and effectively implement the data security system. An implementation of the extended DAC model is briefly sketched.

Key words: Geo-information system, spatial databases, data security, Discretion Access Control.

Заставной Дмитрий Александрович, кандидат технических наук, доцент кафедры информатики и вычислительного эксперимента института математики, механики и компьютерных наук им. И.И. Воровича.

Южный Федеральный Университет.

Адрес: Россия, 344090, Ростов-на-Дону, ул. Мильчакова, д. 8а.

E-mail: dzast@sfedu.ru

¹Рыбак Л.А., д-р техн. наук, проф.,²Мамаев Ю.А., гл. инженер,¹Виравян Л.Г., магистрант¹Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова²ООО «Карботек»

СИНТЕЗ АЛГОРИТМА КОРРЕКЦИИ ТРАЕКТОРИИ ДВИЖЕНИЯ ВЫХОДНОГО ЗВЕНА РОБОТО-ГЕКСАПОДА НА ОСНОВЕ ТЕОРИИ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ*

rl_bgtu@intbel.ru

В статье рассмотрена задача синтеза алгоритма коррекции траектории движения выходного звена робота-гексапода, основанного на решении прямой задачи кинематики. Представлена структура системы управления роботом, включающая блоки решения прямой и обратной задачи кинематики. Приведен алгоритм управления для решения прямой задачи кинематики. Обосновано применение нейронных сетей. В качестве метода обучения рекомендуется применять комбинированный метод обратного распространения ошибки и отжига. Приведены сравнительные характеристики работы НС различной структуры. Выявлено, что применение корректирующих НС является наиболее оптимальным вариантом.

Ключевые слова: механизмы параллельной структуры, алгоритм коррекции траектории, робот-гексапод, прямая задача кинематики, обратная задача кинематики, нейронная сеть.

По сравнению с последовательными манипуляторами управление роботами параллельной структуры является во многих аспектах непростой задачей. Это, прежде всего, связано с более сложной структурой и наличием особых положений, в которых механизм теряет свойства линейности. Как и любая другая система автоматического управления, рассматриваемый механизм не может функционировать без некоторой ошибки. В связи с наличием ошибки, в контур управления необходимо добавлять обратную отрицательную связь, для того чтобы обеспечить слежение за системой и сведению ошибки к минимуму.

Рассмотрим схему робота-гексапода [1], представленного в виде эквивалентной схемы соединения двух дисков. Диски I, II (рис. 1) соединяются между собой шестью абсолютно жесткими стержнями 1 – 6, с шаровыми шарнирами на концах, изменяющими свою длину. Меньшее число стержней создаст относительную подвижность, в простейшем случае неособенного расположения пяти стержней одну степень подвижности и четырех – две степени подвижности и т.д. В случае семи и более стержней задача становится статически неопределимой: один раз, дважды и т.д.

При неособенном расположении стержней система является статически определимой и не имеет подвижностей. При нагружении одного из дисков внешней силой и жестком закреплении второго диска в стержнях возникают силы реакции, которые в общем случае образуют силовой винт.

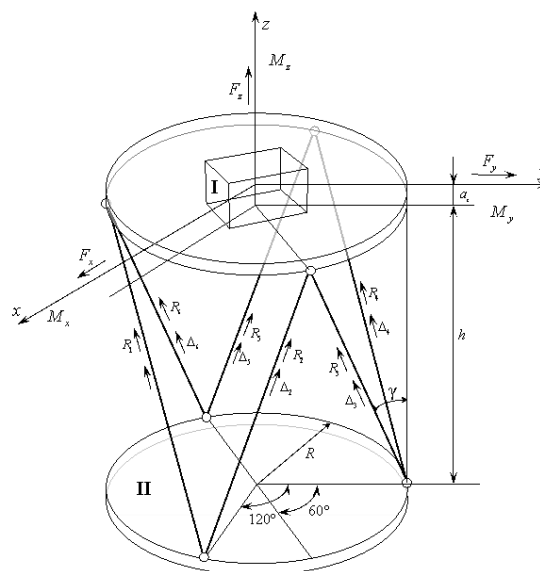


Рис. 1. Схема робота-гексапода

Взаимодействие твердого тела и основания по направлениям осей стержней определяется плюккеровыми координатами этих осей [2–4]. Пусть α_i , β_i и γ_i – углы, которые единичный вектор оси стержня $\bar{e}_i$ образует с осями некоторой прямоугольной системы координат XYZ, расположенной на твердом теле, рис. 2, т.е.

$$\cos \alpha_i = \sin \gamma_i \cos \chi_i,$$

$$\cos \beta_i = \sin \gamma_i \sin \chi_i,$$

$$\cos \gamma_i = \cos \chi_i.$$

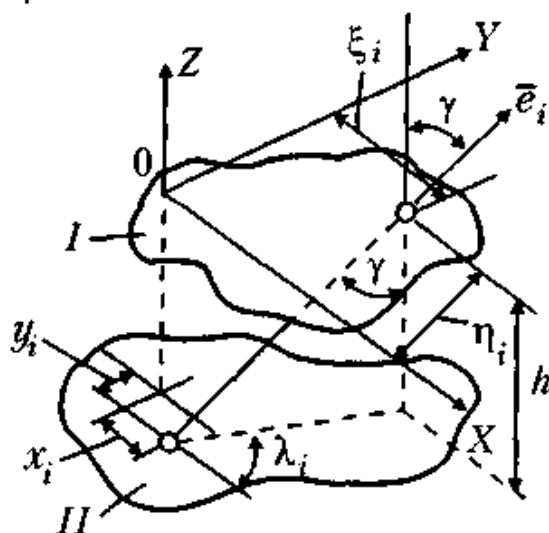


Рис. 2. Расчетная схема элемента робота

Моменты единичного вектора $\bar{e}_i$ относительно этих осей равны

$$l_i = \eta_i \cos \gamma_i - \zeta_i \cos \beta_i,$$

$$m_i = \zeta_i \cos \alpha_i - \xi_i \cos \gamma_i,$$

$$n_i = \xi_i \cos \beta_i - \eta_i \cos \alpha_i.$$

где ξ_i , η_i , ζ_i – координаты точки крепления стержня к твердому телу (центры сферических шарниров).

Матрица плюккеровых координат имеет вид

$$A = \begin{bmatrix} \cos \alpha_1 & \dots & \cos \alpha_6 \\ \cos \beta_1 & \dots & \cos \beta_6 \\ \cos \gamma_1 & \dots & \cos \gamma_6 \\ l_1 & \dots & l_6 \\ m_1 & \dots & m_6 \\ n_1 & \dots & n_6 \end{bmatrix}.$$

Зададим твердому телу I относительно основания II малое перемещение с матрицей-столбцом перемещений

$$X^T = [x, y, z, \varphi, \psi, \chi]^T$$

где x, y, z – поступательные перемещения вдоль осей X, Y, Z ; φ, ψ, χ – углы поворотов относительно этих осей.

Аналогично можно определить матрицу-столбец скоростей

$$\dot{X}^T = [\dot{x}, \dot{y}, \dot{z}, \dot{\varphi}, \dot{\psi}, \dot{\chi}]^T$$

Если к твердому телу приложены силы и моменты, характеризуемые матрицей-столбцом

$$F^T = [F_x, F_y, F_z, M_x, M_y, M_z]^T$$

где F_x, F_y, F_z – силы, приложенные по осям X, Y, Z ; M_x, M_y, M_z – моменты относительно этих осей, то

$$F = AR,$$

где $R^T = [R_1, R_2, R_3, R_4, R_5, R_6]^T$ – силы реакции стержней на действие сил F .

Полученное таким образом решение является точным, но имеет два существенных недостатка. Во-первых, аналитическое решение такого уравнения чрезвычайно дорого в вычислительном отношении и, соответственно, не применим для управления роботом в реальном масштабе времени. Во-вторых, в результате решения данного уравнения получаем все возможные положения объекта виброизоляции, а не текущее положение, а алгоритм определения того, какое именно из найденных положений является текущим, в настоящее время отсутствует.

На практике необходимо решить прямую задачу кинематики настолько быстро, насколько это возможно, с тем, чтобы получить максимально полную информацию о текущем положении робота. Это обозначает, что неизвестное текущее положение будет близко положению, определенному во время последнего решения прямой задачи кинематики. Поэтому необходимо начинать решение с оценки того, насколько оно «близко» к текущему решению. Это классическая задача вычислительной математики. Для управления многомерной системой необходимо по известным данным о пространственном положении опор механизма определить текущее положение объекта виброизоляции (т.е. решить прямую задачу кинематики) в соответствии с отклонением этого положения от желаемого определить требуемое управление и распределить управляющее воздействие между шестью исполнительными механизмами, что сводится к решению обратной задачи кинематики.

Общая структура управления роботом-гексаподом приведена на рис. 3.

Последовательность работы системы следующая:

- на блок управления (БУ) поступает некоторая задача, которая может выглядеть в виде запроса требуемой траектории рабочего звена. БУ разбивает задачу на отдельные шаги и подает на выход сигнал, характеризующий необходимое положение рабочего звена в данный момент времени;

- следующий блок решения обратной задачи кинематики получает на вход положение рабо-

чего органа и на основании аналитических зависимостей формирует на выходе длины штанг;

- далее сигнал поступает на исполнительный механизм, который приводит к удлинению штанги на требуемую величину;

- новая длина штанг считывается датчиками, и эти данные поступают на блок решения прямой задачи.



Рис. 3. Общая структура системы виброизоляции

Здесь выполняются преобразования обратные тем, что проводились в блоке решения обратной задачи. На основании значений длин штанг, полученных с датчиков, блок вычисляет текущее положение рабочего органа.

Реальное и желаемое положение рабочего органа сравниваются, и величина рассогласования сигнала подается на вход БУ для последующей корректировки. Суммируя приращения длин с предыдущим значением, получаем управляющее воздействие на исполнительные приводы.

Следует уделить внимание блокам решения прямой и обратной задачи. Решение обратной задачи может быть сведено к нахождению длин штанг через векторный контур. Применение подобного подхода для решения прямой задачи не представляется возможным, как один из возможных вариантов можно рассматривать численные методы решения систем нелинейных уравнений.

Одним из способов решения такой задачи является применение численных методов [5], чаще всего – модификаций метода Ньютона.

Широко распространено мнение, что методы Ньютона сходятся, как только начальная оценка будет достаточна «близка» к решению и что они сходятся всегда к ближайшему к этой начальной оценке решению. К сожалению, оба предположения не верны: методы Ньютона могут не сходиться. Кроме того, инвертирование якобиана также может вызвать проблемы со сходимостью, когда его матрица близка к особой. Обе эти проблемы представляют собой важную проблему с точки зрения надежности, особенно если решение прямой задачи кинематики используется в контуре управления, так как неправильный результат (либо его отсутствие) приведет к ошибке в управлении.

При использовании метода Ньютона для целей управления, имеются некоторые ограничения на параметры решения: учитывая период дискретизации контроллера, максимальную скорость платформы, предыдущее положение, мы можем вычислить предельные положения для нового положения платформы. Следовательно, можно показать, что метод Ньютона сошелся к неверному решению, если более одного решения не соответствует предельным ограничениям (для медленно движущихся роботов такого происходить не должно, так как такая близость подразумевает близкую к особенной матрицу якобиана, что привело бы к невозможности ее инвертирования).

Тем не менее, важно отметить, что с точки зрения управления, важно сопоставлять время вычисления различных этапов решения прямой задачи кинематики с периодом дискретизации контроллера. Действительно, регулятор предоставляет новые значения координат шарниров через определенные промежутки времени. Аналогично, процессор, занятый решением прямой задачи кинематики, может выдавать результат лишь в соответствии с часами контроллера. Таким образом, все процедуры решения задач кинематики, выдающие результат за одно количество циклов работы контроллера, эквивалентны. Следовательно, для целей управления мы можем использовать не самый быстрый в абсолютном времени метод решения прямой задачи кинематики, а самый надежный, при условии, что разница в их времени работы не превышает периода дискретизации контроллера.

Другим методом решения прямой задачи кинематики является использование дополнительных датчиков [6]. Возможно два типа добавления датчиков: (1) угловые датчики могут быть добавлены в пассивные шарниры манипулятора, по возможности, близко к основанию,

дабы не утяжелять подвижное оборудование; и (2) линейные или угловые датчики могут быть размещены в дополнительной пассивной кинематической цепи, либо между существующими цепями.

Главным недостатком добавления пассивной опоры является риск уменьшения рабочей области, из-за еще более опасного риска пересечения опор. С другой стороны, добавление угловых датчиков в пассивные шарниры может иметь те же последствия для точности, что и в последовательных роботах, поскольку погрешность измерений увеличивается пропорционально длине звена: в связи с этим можно ожидать относительно невысокой точности оценки положения платформы.

Третьим методом решения прямой задачи кинематики является применение методов искусственного интеллекта, в частности, нейронных сетей.

В работе [7] использовался многослойный персептрон с обратным распространением ошибки. Предложено использовать персептрон для решения прямой задачи кинематики не имея точного аналитического ее решения. В работе [8] с помощью нейронных сетей практически решена прямая задача кинематики для конкретной конфигурации робота. Однако в этой работе нет (1) математического обоснования работоспособности предложенного метода; (2) метода выбора функций активации нейронов и (3) анализа применимости предложенного подхода к обобщенному параллельному манипулятору.

В статье предлагается метод решения прямой задачи кинематики, основанный на применении нейронной сети и алгоритма коррекции ошибок в соответствии со схемой, приведенной на рис.4.

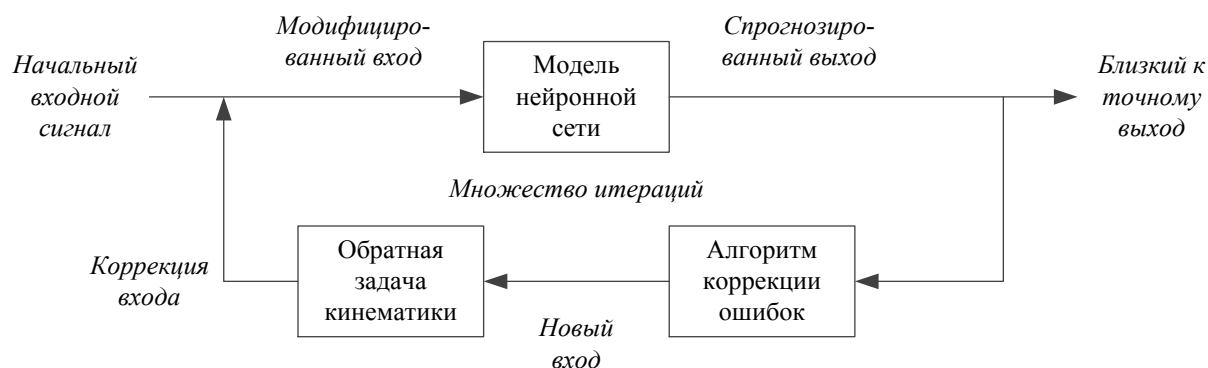


Рис. 4. Схема метода решения прямой задачи кинематики

Прямая задача кинематики широко известно и далее рассматриваться не будет. Рассмотрим более подробно алгоритмы работы нейронной сети и коррекции ошибок.

В первую очередь необходимо определить модель нейронной сети, предназначенной для аппроксимации функции F , отображающей пространство шарниров на пространство задачи. Воспользуемся многослойным персептроном с обучением методом обратного распространения ошибки (рис.5).

Мы воспользовались двумя структурами многослойного персептрона: стандартной и с дополнительными прямыми связями. В стандартном персептроне все нейроны одного слоя соединены со всеми нейронами последующего слоя. В персептроне с дополнительными прямыми связями все нейроны одного слоя соединены со всеми нейронами всех последующих слоев, что увеличивает количество соединений и, следовательно, увеличивает возможности мо-

делирования прямых и косвенных связей между входами и выходами.

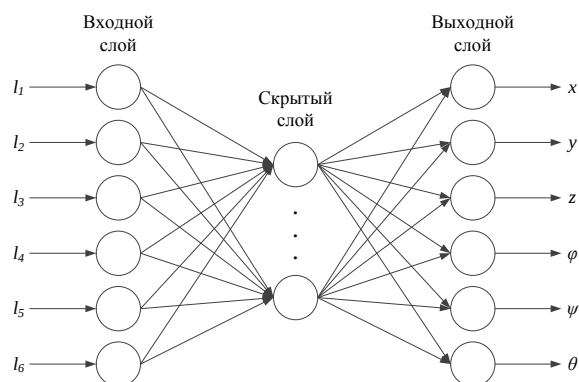


Рис. 5. Структура нейронной сети

Приведем описание алгоритма коррекции ошибок. Введем обозначения, описывающие кинематические задачи параллельных манипуляторов:

а) параметры, описывающие пространство шарниров, представим вектором U , а парамет-

ры, описывающие пространство задачи – вектором V .

б) Пространство задачи и пространство шарниров связаны двумя функциями. Обратная задача кинематики описывается функцией $U = I(V)$, прямая задача кинематики – функцией $V = F(U)$.

в) функции I и F задают однозначное соответствие между пространством параметров и пространством задачи и наоборот, т.е. если $U_i = I(V_i)$, то $V_i = F(U_i)$.

Алгоритм коррекции ошибок решения прямой задачи кинематики приведен на рис. 3.6 и состоит из следующих шагов:

Шаг 1. Обучить нейронную сеть, отображающую вектора пространства шарниров на вектора пространства задачи на основе имеющихся данных. Обозначим ее математически как $V = F(U)$.

Шаг 2. Подать на обученную нейронную сеть начальный входной вектор U_i и получить начальный выходной вектор V_i .

Шаг 3. Из начального выходного вектора V_i с помощью уравнений обратной задачи кинематики $U_i = I(V_i)$ получить новый входной вектор U'_i .

Шаг 4. Рассчитать ошибку $\Delta U_i = U_i - U'_i$.

Шаг 5. С помощью полученной ошибки изменить начальный входной вектор $U_i^{new} = U_i - f(\Delta U_i)$, где $f(\)$ – постоянная либо линейная функция, зависящая от ΔU_i . Идея состоит в выборе функции таким образом, чтобы обеспечить быструю сходимость к приемлемому решению, однако не слишком быструю, чтобы не вызвать колебательности.

Шаг 6. Подать новый входной вектор ΔU_i^{new} на обученную нейронную сеть и получить новый выходной вектор V_i .

Шаг 7. Повторить шаги 2–6 n раз. Критерием останова может быть либо фиксированное число n , либо совпадение полученного выходного вектора с экспериментальным.

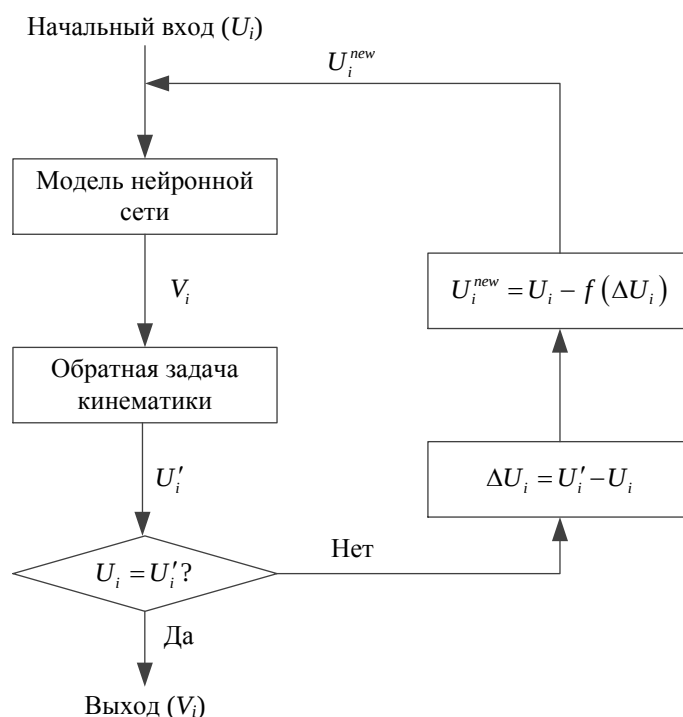


Рис.6. Блок-схема алгоритма коррекции ошибок

Предложенный подход частично совпадает с подходом, изложенным в работе [9], в которой ищется приближенное решение прямой задачи кинематики для параллельного манипулятора со звеньями–пантографами, а не гораздо более распространенными призматическими звеньями. В этой работе прямая задача кинематики решается для вектора углов звеньев

$(\alpha_1, \beta_1, \alpha_2, \beta_2, \alpha_3, \beta_3)$ и соответствующего вектора параметров задачи $(x, y, z, \varphi, \theta, \psi)$, где $\alpha, \beta, \varphi, \theta, \psi$ – угловые величины, а x, y, z – линейные. Однако, такая конфигурация, в отличие от конфигурации с призматическими звеньями, мало распространена. Кроме того, в

качестве функции $f(\cdot)$ в этой работе используется коэффициент передачи, равный 1,0, математическое обоснование метода отсутствует. Для математического обоснования принципа действия предложенного алгоритма предположим, что имеется обученная методом обратного распространения ошибки нейронная сеть с по крайней мере одним скрытым слоем и сигмоидальной функцией активации нейронов скрытого и выходного слоев.

Введем следующие обозначения:

$U_i (i=1, \dots, n)$ – вектор входных сигналов, подаваемых на входной слой;

$V_k (k=1, \dots, m)$ – вектор выходных сигналов, получаемых с выходного слоя;

$Z_j (j=1, \dots, p)$ – вектор, представляющий нейроны скрытого слоя;

b_j – смещение, соответствующее j -ому нейрону скрытого слоя;

w_{ij} – вес связи между нейронами входного и скрытого слоев;

z_in_j – сумма входных величин нейронов скрытого слоя;

z_j – активация отдельных нейронов скрытого слоя;

σ – параметр сигмоидной функции активации.

Предположим, что обученная нейронная сеть преувеличивает значения выходных параметров V_i . Тогда, после решения обратной задачи кинематики получаем новое значение выхода U'_i , превышающее начальное значение U_i . Это обозначает, что при увеличении V_i увеличивается U'_i , и наоборот, что вытекает из однозначного соответствия прямой и обратной задач кинематики. Новый входной вектор U_i^{new} после выполнения шага 5 будет иметь значение, несколько меньшее значения исходного вектора U_i . Эти новые значения подаются на обученную нейронную сеть. В результате измененные значения выходного вектора дают новый выходной вектор, преувеличенность которого несколько уменьшена. Опишем этот процесс более строго.

Рассмотрим случай преувеличенного выхода, т.е. $U_i > U_i^{new}$. Для входного вектора, соответствующего U_i , шаг прямого распространения выполняется следующим образом:

$$z_in_j = b_{0j} + \sum_{i=1}^n U_i w_{ij},$$

а для вектора U_i^{new} получим

$$z_in_j^{new} = b_{0j} + \sum_{i=1}^n U_i^{new} w_{ij}.$$

Если $U_i > U_i^{new}$, то $z_in_j > z_in_j^{new}$,

при условии неизменности всех остальных параметров. Активация каждого элемента скрытого слоя z_j для U_i происходит как

$$z_j = f(z_in_j) = \frac{2}{1 + e^{-\sigma \cdot z_in_j}} - 1,$$

а для U_i^{new} – как

$$z_j^{new} = f(z_in_j^{new}) = \frac{2}{1 + e^{-\sigma \cdot z_in_j^{new}}} - 1.$$

Следует отметить, что при постоянстве всех остальных параметров имеем

$e^{-\sigma \cdot z_in_j} < e^{-\sigma \cdot z_in_j^{new}}$. Это обозначает, что

$$\frac{2}{1 + e^{-\sigma \cdot z_in_j}} - 1 > \frac{2}{1 + e^{-\sigma \cdot z_in_j^{new}}} - 1 \text{ и, соответ-}$$

ственно, $z_j > z_j^{new}$. Тот факт, что для

$U_i > U_i^{new}$ получаем $z_j > z_j^{new}$, обозначает,

что новый выходной вектор, полученный на основе U_i^{new} , будет иметь меньшее значение, чем

выход, соответствующий U_i , т.е. $V_i^{new} < V_i$ и,

следовательно, V_i^{new} ближе к точному реше-

нию. Это рассуждение может быть распростра-

нено на другие скрытые слои (если они есть) и

на входной слой. Для случая преуменьшенного

выхода обученной нейронной сети рассуждения

аналогичны. Здесь $U_i < U_i^{new}$, следовательно,

$z_j < z_j^{new}$ и, таким образом, конечная оценка

выше полученной на предыдущем шаге:

$V_i < V_i^{new}$.

С учетом определенного числа итераций

этого алгоритма ошибка аппроксимации может

быть снижена до значений, близких к нулю. На

практике в большинстве систем управления, до-

пустимая ошибка должна быть меньше, мини-

мального перемещения линейного привода. Та-

ким образом в качестве критерия завершения

алгоритма можно выбрать либо минимальное

перемещение линейного двигателя, либо фиксиро-

ванное количество операций, полученное экс-

периментально. В любом случае такой алгоритм

решения прямой задачи кинематики эффективен.

2. Выбор алгоритма обучения нейронной сети.

Качество работы НС очень сильно зависит от метода обучения. Наиболее универсальным методом обучения НС является алгоритм обратного распространения ошибки с использованием методики наискорейшего спуска. Данный алгоритм один из самых быстрых, достаточно простой в реализации и менее ресурсоемким. Однако этот алгоритм обладает большим недостатком – возможность попадания в области локального минимума, что является недопустимым, т.к. нейронная сеть не обучается до нужного уровня. В связи с этим возникает необходимость прибегнуть к методам глобальной оптимизации. Наиболее подходящим вариантом является алгоритм имитации отжига. Алгоритм имитации отжига с последующей корректировкой весовых значений алгоритмом обратного распространения ошибки позволяет найти оптимальное решение, однако время работы такой методики

значительно больше времени работы лишь одного алгоритма обратного распространения ошибки. Выход из подобной ситуации позволяет найти методика, изложенная в [7], которая будет описана ниже.

3. Комбинированный метод обучения НС.

Коррекция весов в комбинированном алгоритме, использующем обратное распространение и стохастическое обучение, состоит из двух компонент: (1) направленной компоненты, вычисляемой с использованием алгоритма обратного распространения, и (2) случайной компоненты. Эти компоненты вычисляются для каждого веса, и их сумма является величиной, на которую изменяется вес. Как и в алгоритме имитации отжига, после вычисления изменения веса вычисляется целевая функция. Если имеет место улучшение, изменение сохраняется. В противном случае оно сохраняется с вероятностью, определяемой распределением Больцмана. Коррекция веса вычисляется с использованием представленных ранее уравнений для каждого из алгоритмов:



где η – коэффициент, управляющий относительно величинами обратного распространения и случайной величиной X_c в компонентах весового шага. Если η приравняется нулю, система работает полностью по алгоритму имитации отжига. Если η приравняется единице, система становится машиной обратного распространения.

Как результат был построен ряд зависимостей, отображающих связь числа нейронов, количества тренировочных точек с ошибкой по положению и времени обучения (рис.7–10). Время затрачиваемое на обучение, сильно зависит от конфигурации используемого компьютера: частоты и разрядности процессора, объема оперативной памяти, поэтому на разных компьютерах будет наблюдаться разный результат.

На рис. 7 представлено семейство кривых, каждая из которых получена при изменении числа нейронов скрытого слоя для разного числа точек тренировочной выборки (60, 700, 1100, 8000). Из графиков видно, что при достаточном количестве примеров ошибка незначительно уменьшается, с увеличением числа нейронов в скрытом слое. Возрастание ошибки на графиках соответствующих числу точек выборки 60 и 700 объясняется недостаточным их количеством. Таким образом, можно сделать вывод о том, что

количество точек тренировочного набора должно превышать количество связей в НС в не менее чем в 5 раз.

Соотношения числа нейронов в скрытом слое и величины ошибки представлены на рис.8. Данные зависимости указывают, что при увеличении количества нейронов в сети, величина ошибки изменяется мало, а время обучения сети, напротив значительно возрастает (рис. 9). Поэтому, выбирая структуру НС, следует ограничиться небольшим числом нейронов скрытого слоя.

Для увеличения точности обучения можно создавать цепочку узлов из так называемых корректирующих НС. Данная сеть будет обучаться на величинах ошибок, полученных при расхождении между результатами работы основной НС и истинными значениями. При этом корректирующая НС не привязана к конкретному диапазону изменения длин штанг, а определяется лишь границами разброса ошибок, полученных в результате работы первой НС. Принцип работы такой цепочки НС сводится к следующему. На вход первой НС подаются значения длин штанг, на выходе получаем приближенное решение ПЗК. Далее полученные приближенные значения подаются на вход корректирующей сети и на выходе получаем более точное решение.

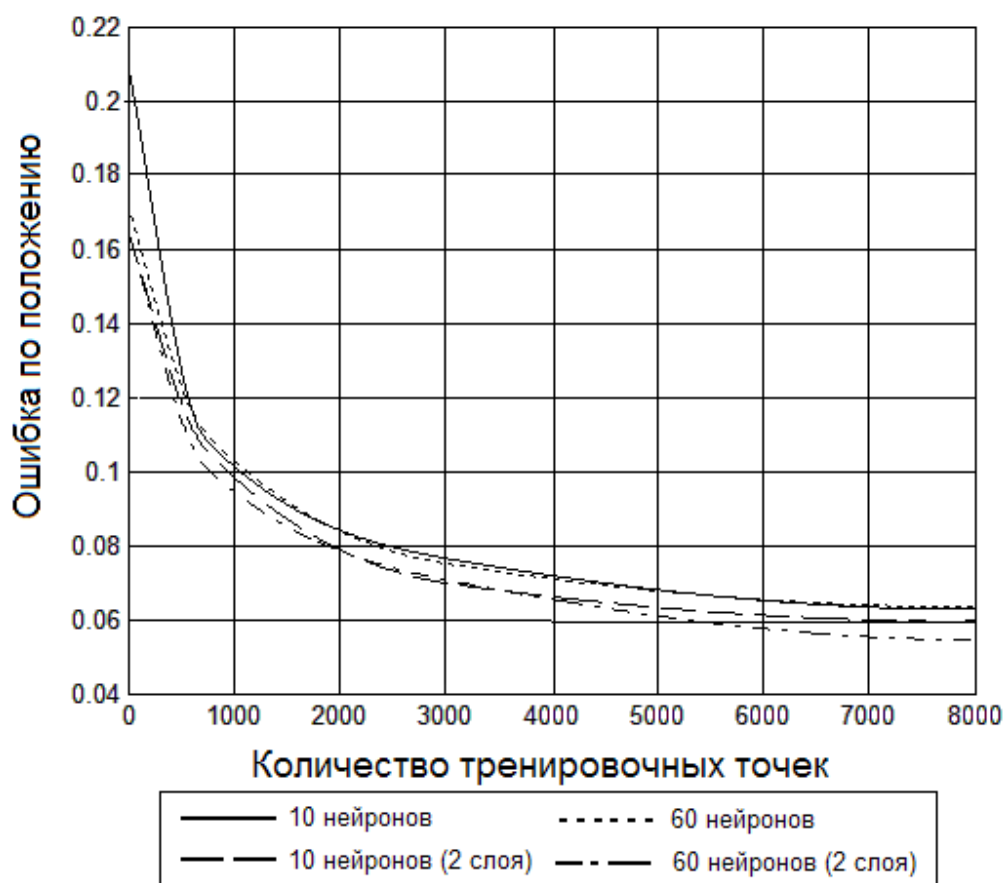


Рис. 7. Зависимость ошибки обучения от объема выборки

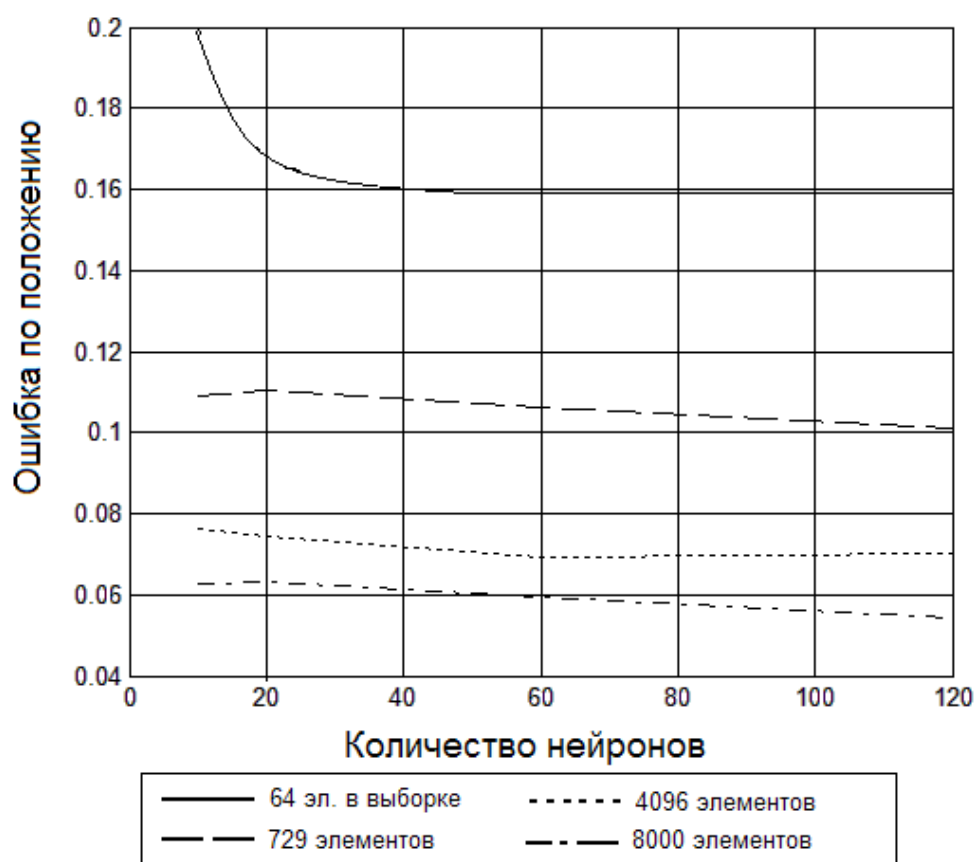


Рис. 8. Зависимость ошибки обучения от числа нейронов в скрытом слое

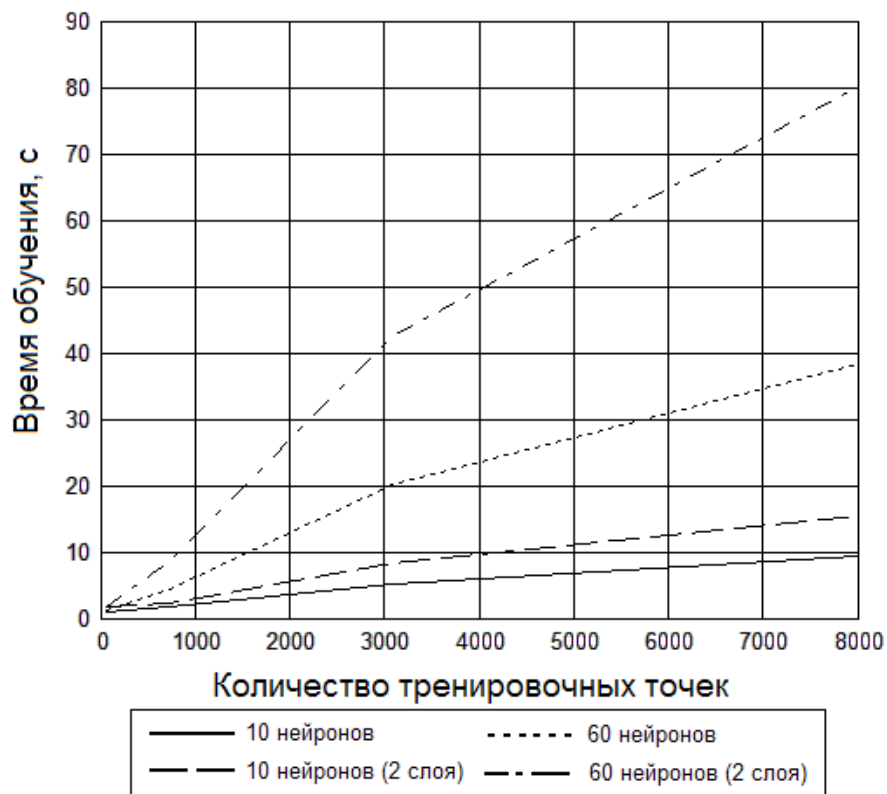


Рис. 9. Зависимость времени обучения от объема выборки

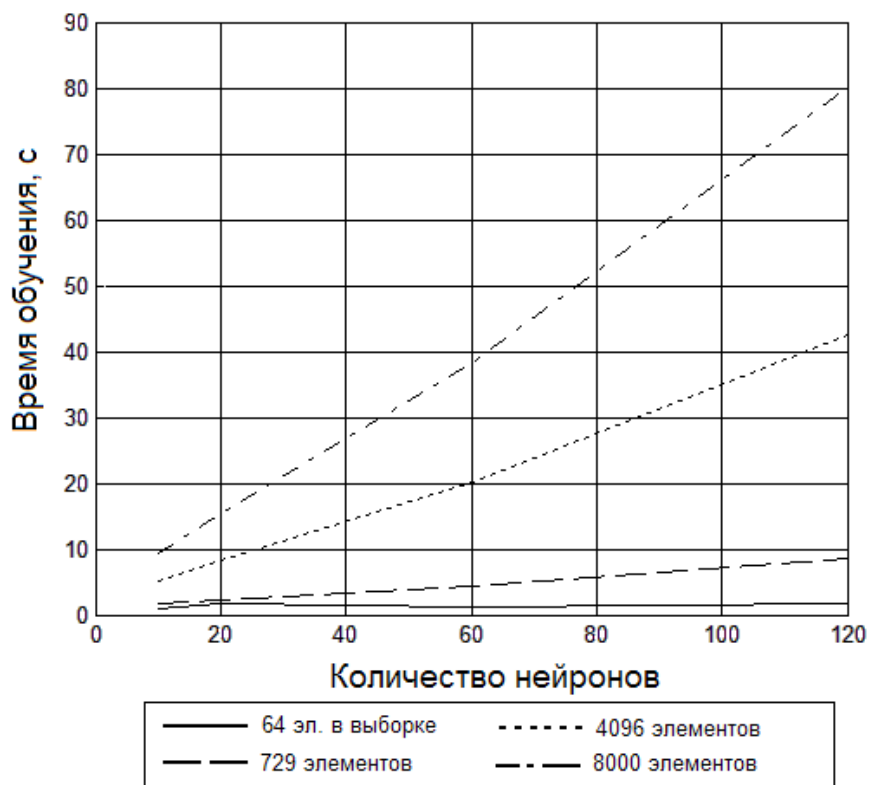


Рис. 10. Зависимость времени обучения от числа нейронов в скрытом слое

Закключение. Таким образом, применение корректирующих НС является наиболее оптимальным вариантом, т.к. по сравнению с многослойной дает выигрыш и по величине ошибки, и по времени обучения. При этом следует заметить, что скорость прямого прохода по сети с

корректирующей структурой будет также выше. Это объясняется тем, что каждая из сетей (основная и корректирующая) являются однослойными и по структуре являются более простыми, чем одна многослойная сеть.

* Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, грант № 14-01-00761-а.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Рыбак Л.А., Мамаев Ю.А., Малышев Д.И., Виравян Л.Г. Программный модуль для реализации заданной траектории движения выходного звена робота-гексапода для 3D печати изделий // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. №8.С. 155–164.
2. Диментберг Ф.М. Метод винтов в прикладной механике. М.: Машиностроение, 1971. 264 с.
3. Глазунов В.А., Колисков А.Ш., Крайнев А.Ф. Пространственные механизмы параллельной структуры. М.:Наука, 1991. 195 с.
4. Глазунов В.А., Ласточкин А.Б., Терехова А.Н., Ву Нгок Бик Об особенностях устройств

относительного манипулирования // РАН. Проблемы машиностроения и надежности машин. 2007. №2. С. 77–85.

5. Parikh P.J., Lam S.S.Y. A hybrid strategy to solve the forward kinematics problem in parallel manipulators // IEEE Trans Robot, 2005. Vol. 21, Iss. 1. P. 18–25.

6. Zanganeh K.E., Angeles J. Real-time direct kinematics of general six-degree-of-freedom parallel manipulators with minimum-sensor data // J Robot Syst, 1995. Vol. 12, Iss. 12. P. 833–844.

7. Geng Z, Haynes L.S. Neural network solution for the forward kinematics problem of a Stewart platform // Robot Comput Integr Manuf, 1992. Vol. 9, Iss.6. P.485–495

8. Yee C.S., Lim K.B. Forward kinematics solution of Stewart platform using neural networks // Neurocomputing, 1997. Vol. 16, Iss.4. P.333–349.

Rybak L.A., Mamaev Y.A., Virabyan L.G.

CORRECTION ALGORITHMS SYNTHESIS FOR THE MOTION PATH OF THE HEXAPOD ROBOT OUTPUT LINK BASED ON THE THEORY OF ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS

The article considers the problem of the correction algorithm synthesis of hexapod robot output link trajectory, based on the solution of the direct problem of kinematics. The structure of a robot control system, including units for direct and inverse kinematics problem. Shown an algorithm for the management of the direct problem solution of kinematics and the application of neural networks. As a method of training it is recommended a combined method of back propagation and annealing. Shown the comparative performance characteristics of neural networks with different structures. It was found that the use of corrective neural networks is the best option.

Key words: mechanisms of parallel structure, trajectory correction algorithm, robot-hexapod, direct task of kinematics, inverse kinematics task, neural network.

Рыбак Лариса Александровна, доктор технических наук, профессор, кафедры технологии машиностроения. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.
E-mail: rl_bgtu@intbel.ru

Мамаев Юрий Александрович, главный инженер, ООО «Карботек»
Адрес: Россия, 308023, Белгород, ул. Студенческая, к. 28, пом. 307.
E-mail: rl_bgtu@intbel.ru

Виравян Лусине Гарниковна, магистрант кафедры технологии машиностроения. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.
E-mail: rl_bgtu@intbel.ru

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

DOI: 10.12737/22649

Лаптева С.Н., ст. преподаватель,
Павленко В.И., д-р техн. наук, проф.,
Гладких Ю.П., канд. хим. наук, проф.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

СВЧ-ОБРАБОТКА ПОВЕРХНОСТНО-МОДИФИЦИРОВАННОГО КВАРЦЕВОГО ПЕСКА И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА ТВЕРДЕНИЕ И ПРОЧНОСТЬ ГИПСО-ПЕСЧАНЫХ КОМПОЗИЦИЙ

lapteva1202@mail.ru

В настоящей работе изучено влияние СВЧ (сверхвысокочастотной) - обработки модифицированного кварцевого заполнителя на твердение гипсо-песчаных смесей и их прочностные характеристики. Замечено, что СВЧ(сверхвысокочастотная) - обработка поверхностно-модифицированного кварцевого заполнителя способствует заметной его активации, проявляющейся в изменении физико-химических процессов продуктов твердения. Данное обстоятельство позволяет научно-обосновано управлять этими процессами и достигать весьма высоких физико-механических характеристик гипсо-песчаных композиций.

Ключевые слова: СВЧ-обработка, КПАВ, нанослои, гипсо-песчаная смесь.

Введение. Перспективным методом повышения физико-механических характеристик цементного бетона является изменение поверхностных свойств кварцевого заполнителя. Ранее в работах [1–5] было показано, что при модифицировании поверхности кварцевого песка растворами химических веществ различной природы и УФ-облучением изменяются его ионообменные и гидрофильно-гидрофобные свойства, которые в значительной степени определяют процессы формирования прочных цементно-песчаных структур.

Основная часть. Модифицирование кварцевого заполнителя осуществляли следующим

образом. Высушенный в естественных условиях кварцевый песок (модуль крупности 1,08) тщательно смешивали с раствором катионо-активного ПАВ (КПАВ) различной концентрации. Полученную влажную массу подвергали СВЧ обработке в микроволновой печи Samsung CE101R с частотой 2,45 ГГц и мощностью 900 Вт. Количество поглощенной энергии СВЧ излучения составляло 200–800 кДж/кг.

Кинетику твердения гипсо-песчаной смеси изучали методом электросопротивления [6], измеряемого с помощью моста переменного тока Е7-11.

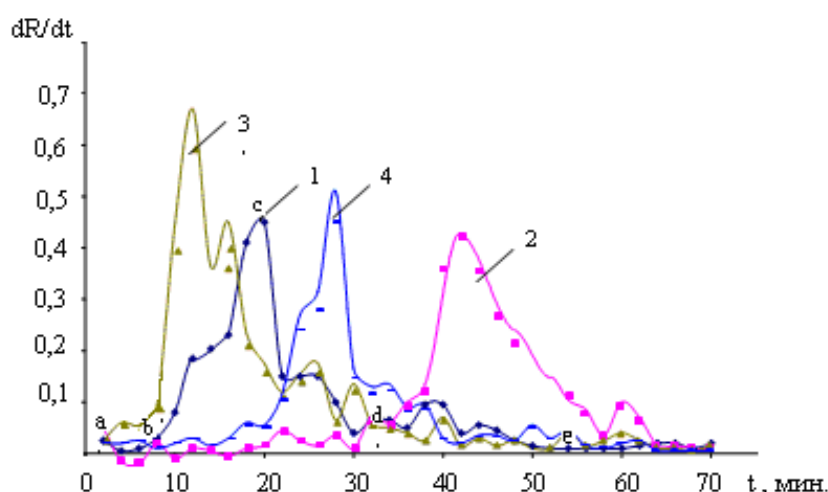


Рис. 1. Зависимость скорости изменения электросопротивления в процессе твердения гипсо-песчаной композиции:

1 – с отсутствующими на поверхности песка нанослоями;
2 – со сформированными на поверхности песка нанослоями КПАВ толщиной: 2 – 100 нм; 3 – 10 нм; 4 – 1 нм.

На рис. 1 представлены кинетические кривые изменения скорости электросопротивления при твердении гипсо-песчаных образцов с отсутствующими (кривая 1) и со сформированными на поверхности песка нанослоями различной толщины (кривые 2–4).

Из рисунка 1 следует, что процесс твердения гипсо-песчаной смеси сопровождается рядом сложных параллельных процессов: растворением, гидратацией, коллоидацией, кристаллизацией и перекристаллизацией продуктов твердения.

Выделенные участки на рисунке (кривая 1) отражают преимущественное протекание тех или иных процессов в твердеющей гипсовой композиции. Сравнение кривых рисунка показывает, что отмеченные выше стадии, характеризующие преимущественное протекание соответствующих физико-химических процессов имеют место и в случае использования песка с нанесенными на его поверхность нанослоями. Однако, в зависимости от толщины нанослоев, наблюдается изменение длительности и интенсивности указанных процессов твердения смеси. Так, при формировании на поверхности песка нанослоя толщиной 100 нм (кривая 2) наблюдается значительное увеличение участка (индукционного периода), соответствующего участку ab на кривой 1. Последнее свидетельствует о замедлении физико-химических процессов, описываемых этой стадией. В первую очередь это относится к процессам гидратации и гидроксирования. Замедление процессов гидратации и гидроксирования может быть объяснено образованием гидрофобных слоев на поверхности песка и значительным экранированием подложки. При достижении необходимой концентрации гидратированных и гидроксированных частиц становится возможным протекание физико-химических процессов, соответствующих стадиям bc , cd и de . Интенсивность протекания указанных процессов и процессов, описываемых кривой 1 практически одинакова. Вместе с тем, можно полагать, что различие индукционных периодов в рассматриваемых случаях должно приводить к формированию иных структур.

При образовании на песчаной подложке поверхностного слоя толщиной 10 нм (кривая 3) наблюдается заметный рост интенсивности всех физико-химических процессов, характеризующих твердение гипсо-песчаной смеси. Наблюдаемое увеличение скорости твердения рассматриваемой композиции можно связать с тем, что поверхностные слои указанной толщины имеют большую площадь удельной поверхности и поэтому обладают высокой реакционной способ-

ностью и, по-видимому, проявляют каталитические свойства.

Формирование на поверхности песка слоя толщиной 1 нм (кривая 4), как и в случае образования на песчаной подложке слоя толщиной 100 нм, приводит к замедлению процессов растворения, гидратации и гидроксирования. Однако, скорость указанных процессов, описываемых кривой 4, равно как и процессы коллоидации и кристаллизации заметно выше по сравнению со скоростью процессов, описываемых кривой 2. Это обстоятельство свидетельствует о том, что гидрофобность нанослоев и экранирование ими песчаной подложки в этом случае заметно ниже.

Изменение длительности и интенсивности физико-химических процессов, ответственных за формирование гипсо-песчаных структур, вследствие наличия наноразмерных слоев (КПАВ) на поверхности песка, должно приводить к соответствующим изменениям и физико-механических характеристик затвердевших образцов [7-8]. Определение прочностных характеристик затвердевших гипсо-песчаных образцов производили через 24 часа их твердения в воздушно-сухих условиях на образцах кубической формы, размер сторон которых составлял $2,5 \cdot 10^{-2}$ м.

Таблица 1.

**Физико-механические испытания
гипсопесчаных образцов**

Толщина нанослоев на поверхности песка, нм	$R_{сж}$, МПа	Прирост прочности, %
–	3,3	–
100	5,3	60
10	6,6	100
1	5,9	78

Действительно, из табл.1, в которой отражены прочностные показатели образцов с отсутствующими и со сформированными на поверхности песка нанослоями различной толщины следует, что прочность образцов с нанесенными на поверхность песка нанослоями значительно больше по сравнению с контрольным образцом. Вместе с тем, имеет место определенное соответствие максимумов кинетических кривых рис.1 и прочностных характеристик образцов. Более высокой величине максимума кинетической кривой соответствует и большее значение прироста прочности образцов. Увеличение прочности образцов с заполнителем, на поверхности которого имеется нанослой толщиной 100 нм, по сравнению с контрольным образцом при практически одинаковой интенсивности протекающих в них конденсационно-кристаллизационных [9–10] процессов, связано с

удлинением индукционного периода и образования, по-видимому, в этом случае более мелкокристаллической структуры.

Определение прочностных характеристик затвердевших гипсо-песчаных образцов производили согласно ГОСТ 310.4-76, 10180-74.

Выводы. СВЧ – обработка поверхностно-модифицированного кварцевого заполнителя способствует заметной его активации, проявляющейся в изменении физико-химических процессов продуктов твердения, что позволяет научно-обосновано управлять этими процессами и достигать весьма высоких физико-механических характеристик гипсо-песчаных композиций.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ушеров-Маршак А.В., Урженко А.М. и др. Кинетика тепловыделения при гидратации полуводного гипса // Строительные материалы. 1979. № 10. С. 27–28.
2. Ядыкина В. В., Гладких Ю.П., Завражина В. И. Активация кварцевого заполнителя азотной кислотой и ее влияние на процессы твердения и прочность цементно-песчаного бетона // Журнал прикладной химии. 1987. № 2. С. 331–337.
3. Лаптева С.Н. и Гладких Ю.П.. Влияние модифицированного наполнителя на твердение и прочность гипсопесчаных композиций / 1-ая Международная научно-практическая конференция «Строительство: Тенденции и перспективы», Курск. 2014. С. 19–23.
4. Завражина В.И., Гладких Ю.П. О гидроксировании поверхности сульфатов кальция в водных средах и процессах их твердения // Журнал прикладная книга. 2010. № 2. С. 184–187.
5. Воробьев Н.К., Гольцшмидт В.А и др. Практикум по физической химии. М.: Изд. «Химия», 1964. 385 с.
6. Маслов А.Ф., Гладких Ю.П., Куликова С.Н. Влияние обработанной микроволновым облучением воды на кинетику твердения гипса / Действие электромагнитных полей на пластичность и прочность материалов: Сборник трудов VII Международной конференции // Воронежский государственный технологический университет, Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2007. С. 112–117.
7. Синюков В.В.. Вода известная и неизвестная. М.: Знание, 1987. 118 с.
8. Гладких Ю.П., Ядыкина В.В., Завражина В.И.. Повышение качества кварцевого заполнителя путем облучения // Журнал Строительные материалы. 1986. № 6. С. 32–33.
9. Слесарев В.И. и Шабров А.В.. Влияние структуры воды на ее статические и динамические свойства // Фонд развития новых медицинских технологий «Aires», Москва. 2002. С. 80–90.
10. Бутт Ю.М., Сычев М.М., Тимашев В.В. Химическая технология вяжущих материалов. М.: Высшая школа, 1980. 472 с.

Lapteva S.N., Pavlenko V.I., Gladkikh Yu.P.

MICROWAVE PROCESSING OF SURFACE-MODIFIED QUARTZ SAND AND ITS INFLUENCE ON THE HARDENING AND STRENGTH OF GYPSUM-SAND COMPOSITIONS

In the present work we studied the influence of microwave (ultra high frequency) - processing the modified quartz filler in hardening of gypsum-sand mixtures and strength characteristics. Observed that microwave (ultra high frequency) - processing of surface-modified quartz filler contributes to a marked activation, which is manifested in the change of physico-chemical processes of hardening of products. This fact allows a scientifically-justified to manage these processes and to achieve a very high physical-mechanical characteristics of gypsum-sand compositions.

Key words: microwave treatment, KAV, nanolayers, gypsum-sand mixture.

Лаптева Светлана Николаевна, старший преподаватель кафедры физики.
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.
E-mail: lapteva@mail.ru

Павленко Вячеслав Иванович, доктор технических наук, профессор, директор Химико-технологического института.
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.
E-mail: ISMTB@intbel.ru

Гладких Юрий Петрович, кандидат химических наук, профессор.
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46
E-mail: beglavyu@mail.ru

¹Черкашина Н.И., канд. техн. наук, доц.,²Прут Э.В., д-р хим. наук, проф.,¹Матюхин П.В., канд. техн. наук, доц.¹Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова²Институт химической физики им. Н.Н. Семенова РАН

ВЛИЯНИЕ ВЫСОКИХ ДАВЛЕНИЙ ПРЕССОВАНИЯ ПРИ СИНТЕЗЕ НА ИЗМЕНЕНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ ТЕРМОПЛАСТИЧНЫХ ЭЛАСТОМЕРОВ*

natalipv13@mail.ru

В данной работе представлены данные по разработке полимерных композиционных материалов методом горячего прессования на основе термопластичных эластомеров и влияния давления прессования смеси наполнителя и матрицы на конечные физико-механические характеристики полученных высоконаполненных композитов. В работе рассматривали диапазон давлений от 100 МПа до 1 ГПа. Изучаемыми параметрами композита, зависящими от давления, были плотность и предел прочности при растяжении. Исследования проводили для композита оптимального состава, содержащего 30 % термопластичного эластомера и 70 % легкого высокодисперсного наполнителя – кремнегеля диметилполисилоксана. Показано, что при увеличении величины удельного давления от 200 до 800 МПа плотность композита возрастает на 10 % и далее не изменяется. При увеличении величины удельного давления от 200 до 700 МПа предел прочности при растяжении увеличивается на 5 %. В работе установлено, что при увеличении давления, начиная от 700 МПа, предел прочности при растяжении не изменяется, и кривая выходит на плато. Из проведенных исследований по изучению влияния давления прессования на конечные физико-механические характеристики полученных высоконаполненных композитов можно утверждать, что для синтеза композита с наилучшими свойствами необходимо использовать давление прессования не менее 800 МПа.

Ключевые слова: термопластичные эластомеры, метод горячего прессования, метод динамической вулканизации, сжатие твердых тел.

Введение. Важнейшая проблема создания композиционных материалов – технологии получения материала и изделия из него. Поэтому весьма важной задачей является разработка технологий, ориентированных на изготовление определенных типов изделий: корпусов двигателей, турбинных насадок, профилей переменного сечения. В зависимости от особенностей свойств матричных материалов разработано значительное число различных технологических приемов, позволяющих изготовить достаточно широкий круг изделий [1].

Одним из наиболее перспективных способов синтеза композиционных материалов является метод горячего прессования [2–5]. Метод горячего прессования широко применяется для изготовления изделий из терморезистивных пластмасс и некоторых видов термопластов, обладающих ограниченной пластичностью [6]. Этот метод представляет собой нагрев и прессование компонентов композита при высоком удельном давлении. Непосредственным результатом действия давления является сжатие вещества, то есть изменение его объема вследствие изменения межатомных (межмолекулярных) расстояний. Способность вещества изменять свой объем под действием давления характери-

зуется сжимаемостью. С увеличением давления плотность газов растет и при давлении порядка сотен МПа приближается к плотности жидкостей. При 1 ГПа плотность большинства жидкостей возрастает на 20–30 % по сравнению с плотностью при нормальном давлении. Для многих металлов при 10 ГПа плотность возрастает на 6–15 %, для других твердых тел – на 15–25 % [7].

Главное преимущество метода горячего прессования – возможность получить материалы с мелкозернистой и однородной структурой и регулировать размер кристаллитов условиями горячего прессования, в том числе параметрами давления. Основная трудность при использовании методов горячего прессования – это выбор материалов для изготовления пресс-форм, которые должны обладать высокой огнеупорностью, жаропрочностью, термической стойкостью, хорошей тепло- и электропроводностью [8].

В данной работе представлены данные по разработке полимерных композиционных материалов на основе термопластичных эластомеров методом горячего прессования, а также влияние давления прессования смеси наполнителя и матрицы на конечные физико-механические харак-

теристики полученных высоконаполненных композитов.

Методология. В работе использовали термопластичные эластомеры (ТПЭ) на основе полиолефинов (полиэтилена, полипропилена и их сополимеров) и эластомеров, которые являются одними из перспективных материалов для практического использования [9–12]. В качестве матрицы для синтеза композита использовали термопластичный эластомер, полученный путем динамической вулканизации при смешении этилен–пропилен–диенового эластомера с изотактическим полипропиленом. В качестве исходных материалов для синтеза матрицы были выбраны следующие компоненты: изотактический ПП марки Ставролен PPG 1035 – 08 (Производитель ООО «Лукойл–Нефтехим») и тройной этилен–пропилен–диеновый эластомер, не содержащий масла Buna 6470 фирмы «Bayer» (Германия) (СКЭПТ). Диеновым компонентом в составе СКЭПТ являлся этилиденнорборнен в количестве 4–5 %. Динамическую вулканизацию эластомера проводили с использованием элементной серы.

В качестве наполнителя полимерных композиционных материалов использовали кремнегель диметилполисилоксана. Синтез наполнителя осуществлялся по золь-гель технологии согласно [13].

Вначале происходил синтез матрицы (термопластичного эластомера). После получения гомогенной смеси термопластичного эластомера, не выгружая композицию в смеситель, дополнительно загружали синтезированный наполнитель, и происходило дополнительное перемешивание используемых компонентов в течение 10 мин. Далее композицию выгружали, охлаждали и измельчали.

На следующей стадии синтеза полученную смесь матрицы и наполнителя загружали в пресс-форму, нагревали до температуры (190 – 200 °С) и поддерживали ее в течение часа. После нагрева происходило прессование с диапазоном давления от 100 МПа до 1 ГПа.

Основная часть. При сжатии твердых тел возникающие в объеме тела напряжения обычно распределяются неравномерно. В этом случае под давлением в данной точке понимают среднее арифметическое нормальных напряжений, действующих в трех взаимно перпендикулярных направлениях.

Давление условно делят на низкие, умеренные, высокие и сверхвысокие. Диапазон давлений, называемых высокими, различен в разных областях науки и техники. В химии обычно высокими считают давление свыше 100 МПа. Различают статические давления, существующие при длительных режимах сжатия, и динамические, действующие кратковременно, например при взрыве.

В данной работе изучали влияние давления прессования смеси наполнителя и матрицы на конечные физико-механические характеристики полученных высоконаполненных композитов.

В работе рассматривали диапазон давлений от 100 МПа до 1 ГПа. Изучаемыми параметрами композита, зависящими от давления, были плотность и предел прочности при растяжении. Исследования проводили для композита оптимального состава, содержащего 30 % термопластичного эластомера и 70 % легкого высокодисперсного наполнителя – кремнегеля диметилполисилоксана. На рисунке 1 представлена зависимость плотности композита от величины удельного давления прессования. Время сохранения давления во всех экспериментах было одинаковым – 60 с.

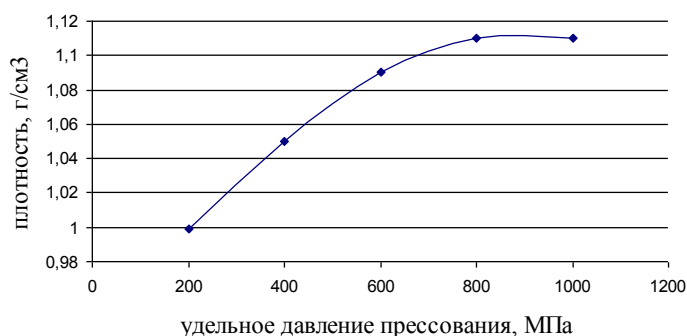


Рис. 1. Зависимость плотности композита от величины удельного давления прессования

Анализ рисунка 1 показал, что при увеличении величины удельного давления от 200 до 800 МПа плотность композита возрастает на 10 %. Это связано с тем, что используемый наполнитель – кремнегель диметилполисилоксана обладает высокой дисперсностью и пори-

стостью, размер его частиц находится в нанодиапазоне. При прессовании высокодисперсных материалов под действием давления происходит сближение частиц в результате снижения первоначальной пористости [14], что тем самым приводит к увеличению плотности материала. Так-

же из рисунка 1 следует, что при увеличении давления, начиная от 800 МПа, плотность не изменяется – кривая выходит на плато.

На рисунке 2 представлена зависимость предела прочности при растяжении композита

от величины удельного давления прессования. Время сохранения давления во всех экспериментах было одинаковым – 60 с.

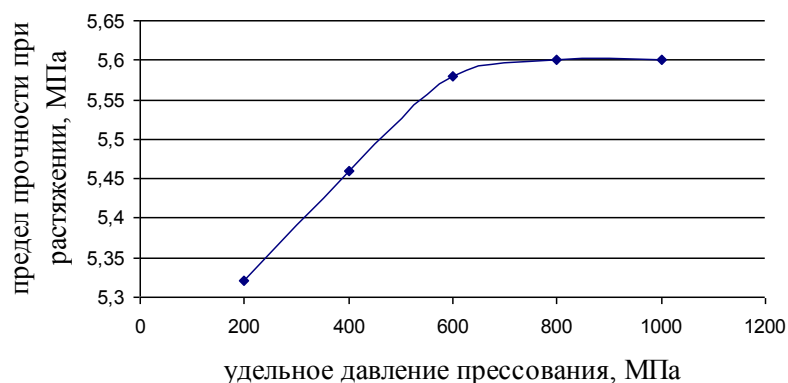


Рис. 2. Зависимость предела прочности при растяжении композита от величины удельного давления прессования

Анализ рисунка 2 показал, что при увеличении величины удельного давления от 200 до 700 МПа предел прочности при растяжении композита возрастает на 5 %. Как отмечено в работе [15], силы капиллярного давления являются основным фактором, влияющим на прочность материала. Капиллярное давление зависит от содержания в композитах тонкодисперсных частиц и, главным образом, частиц коллоидных размеров. Поэтому повышение прочности композита связано с наличием в нем высокодисперсных частиц наполнителя. Эти частицы уплотняют структуру композита.

Также из рисунка 2 можно видеть, что при увеличении давления, начиная от 700 МПа, предел прочности при растяжении не изменяется – кривая выходит на плато.

Из проведенных исследований по изучению влияния давления прессования на конечные физико-механические характеристики полученных высоконаполненных композитов можно утверждать, что для синтеза композита с наилучшими свойствами необходимо использовать давление прессования не менее 800 МПа.

Выводы: В данной работе изучено влияние давления прессования смеси наполнителя и матрицы на конечные физико-механические характеристики исследуемых композитов. Рассматривали диапазон давлений от 100 МПа до 1 ГПа. Изучаемыми параметрами композита, зависящими от давления, были плотность и предел прочности при растяжении. Исследования проводили для композита оптимального состава, содержащего 30 % термопластичного эластомера и 70 % легкого высокодисперсного наполнителя – кремнегеля диметилполисилоксана.

Установлено, что при увеличении величины удельного давления от 200 до 800 МПа плот-

ность композита возрастает на 10 %. Это связано с тем, что используемый наполнитель – кремнегель диметилполисилоксана обладает высокой дисперсностью и пористостью, размер его частиц находится в нанодиапазоне. Также можно сказать, что при увеличении давления, начиная от 800 МПа, плотность не изменяется – кривая выходит на плато.

Показано, что при увеличении величины удельного давления от 200 до 700 МПа предел прочности при растяжении композита возрастает на 5 %. Повышение прочности композита связано с наличием в нем высокодисперсных частиц наполнителя. Эти частицы уплотняют структуру композита. Также установлено, что при увеличении давления, начиная от 700 МПа, предел прочности при растяжении не изменяется – кривая выходит на плато.

Из проведенных исследований по изучению влияния давления прессования на конечные физико-механические характеристики полученных высоконаполненных композитов можно утверждать, что для синтеза композита с наилучшими свойствами необходимо использовать давление прессования не менее 800 МПа.

Дальнейшие исследования необходимо направить на оценку радиационной стойкости разработанных композиционных материалов.

**Работа выполнена в рамках гранта РФФИ по договору № 16–38–50095/16 от 23 марта 2016 г.*

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Карпов Я.С., Ивановская О.В. Композиционные материалы: компоненты, структура, переработка в изделия. Харьков: Изд-во Нац. аэрокосм. Ун-та, 2001. 153с.

2. Калашников И.Е., Болотова Л.К., Кобелева Л.И. Получение композиционных материалов на основе баббита 683 методом горячего прессования // В сборнике: Современные научные исследования: теоретический и практический аспект, Сборник статей Международной научно-практической конференции. Ответственный редактор: Сукиасян Асатур Альбертович. 2016. С. 49–52.
3. Кольцова Т.С., Шахов Ф.М., Возняковский А.А., Ляшков А.И., Толочко О.В., Насибулин А.Г., Рудской А.И., Михайлов В.Г. Получение компактного материала алюминий – углеродные нановолокна методом горячего прессования // Журнал технической физики. 2014. Т. 84. № 11. С. 47–51.
4. Горбачева Т.Е., Галунов Н.З., Лазарев И.В., Косинов Н.Н., Вягин О.Г., Малюкин Ю.В. Сцинтилляционные свойства и особенности структуры поликристаллов стилибена, полученных методом горячего прессования // Журнал прикладной спектроскопии. 2014. Т. 81. № 1. С. 165–168.
5. Кульков С.Н., Гнусов С.Ф., Мельников А.Г., Севостьянова И.Н. Структура и свойства молибдена, полученного методом горячего прессования // Перспективные материалы. 2004. № 1. С. 81–85.
6. Глазов Г.А. Скобников К.М. Технология металлов и других конструкционных материалов. Изд-во: Л.: Машиностроение, 1972. 520 с.
7. Колосов В.Н., Орлов В.М. Влияние давления прессования на прочность и электропроводность прессовок из танталовых порошков // Тяжелое машиностроение. 2007. № 10. С. 27–29.
8. Третьяков Ю.Д., Олейников Н.Н., Граник В.А. Физико-химические основы термической обработки ферритов. М.: МГУ, 1973. – 200 с.
9. Прут Э.В. Термопластичные эластомеры: инновации и потенциал // Инноватика и экспертиза. 2013. выпуск 1(10). С. 68–75.
10. Prut E.V., Nedorezova P.M., Klyamkina A.N., Medintseva T.I., Zhorina L.A., Kuznetsova O.P., Chapurina A.V., Aladyshev A.M. Blend polyolefin elastomers based on a stereoblock elastomeric PP // Polymer Science. Series A. 2013, Volume 55, Issue 3, pp. 177–185.
11. Prut E.V., Medintseva T.I., Kochanova O.V., Erina N.A., Zhorina L.A., Kuleznev V.N. Influence of cross-linked system on morphology and properties of thermoplastic vulcanizates based on isotactic polypropylene and ethylene propylene diene monomer // Journal of Thermoplastic Composite Materials. 2015, Vol. 28, No 8, 1202–1216.
12. Калинин В. Термопластичные эластомеры: особенности переработки // Пластик №11 (93) 2010 С. 50–51.
13. Павленко В.И., Черкашина Н.И., Павленко З.В. Синтез нанодисперсного наполнителя для полимерных композиционных материалов терморегулирующего назначения // Нанотехнологии в строительстве. 2016. Том 8. № 5. С. 21–37.
14. Володченко А.А. Влияние давления прессования на свойства безавтоклавных силикатных материалов на основе глинистых пород // Инновации в науке: сб. ст. по матер. XXXIII междунар. науч.- практ. конф. № 5(30). Новосибирск: СибАК, 2014.
15. Володченко А.А. Давление прессования как фактор повышения физико-механических свойств силикатных материалов на основе песчано-глинистых пород // Актуальные вопросы современной науки. 2014. № 34. 158–167.

Cherkashina N.I., Prut E.V., Matyukhin P.V.

EFFECTS OF HIGH PRESSURE ON THE PRESS IN THE SYNTHESIS CHANGING THE PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF POLYMER COMPOSITES BASED THERMOPLASTIC ELASTOMER

This paper presents data on the development of polymer composites by hot pressing based thermoplastic elastomers and the effect of pressure and compressing the mixture a filler matrix final physical and mechanical characteristics of the highly filled composites. The paper deals with the pressure range from 100 MPa to 1 GPa. Composite studied parameters depending on the pressure, density and were tensile strength. Studies conducted for the optimal composite composition comprising a thermoplastic elastomer, 30 % and 70 % of fine filler lung - dimethylpolysiloxane of silica gel. It has been shown that increasing the value of specific pressure of 200 to 800 MPa, the density of the composite is increased by 10 % or more is not changed. By increasing the value of the specific pressure of 200 to 700 MPa tensile strength is increased by 5 %. The paper found that with increasing pressure ranging from 700 MPa, the tensile strength does not change in tension, and the curve flattens out. From conducted research on the impact of compaction pressure on the final physical and mechanical characteristics of the highly filled composites can be argued that for the synthesis of the composite with the best features you want to use compression pressure of at least 800 MPa.

Key words: thermoplastic elastomers, hot pressing method, the dynamic vulcanization method, compression of solids.

Черкашина Наталья Игоревна, кандидат технических наук, доцент кафедры теоретической и прикладной химии.

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

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

E-mail: natalipv13@mail.ru

Прут Эдуард Вениаминович, доктор химических наук, профессор, заведующий лабораторией ИХФ им. Н.Н. Семенова РАН

Адрес: Россия, 119334, г. Москва, ул. Косыгина, д.4

E-mail: evprut@mail.ru

Матюхин Павел Владимирович, кандидат технических наук, доцент кафедры теоретической и прикладной химии. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

E-mail: mpvbgstu@mail.ru

Свергузова С.В., д-р техн. наук, проф.,
Сапронова Ж.А., канд. техн. наук, доц.,
Святченко А.В., аспирант

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩЕГО КОАГУЛЯНТА ИЗ ОТХОДОВ СТАЛЕПЛАВИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА ДЛЯ ОЧИСТКИ ЛИВНЕВЫХ ВОД

sv.anastasiaa@mail.ru

Представлены результаты исследования возможности получения железосодержащего коагулянта для очистки ливневых вод. Для получения коагулянта использован отход сталеплавильного производства. Предложена технологическая схема получения коагулянта и водоочистки.

Ключевые слова: железосодержащий коагулянт, пыль электродуговых сталеплавильных печей, ливневые сточные воды, очистка.

Введение. Ливневые и талые воды, которые образуются вследствие атмосферных осадков на территорию городов и сел, являются одними из основных источников загрязнения окружающей среды.

Поверхностный сток с площадок промышленных и сельскохозяйственных предприятий, а также селитебных территорий вносит значительный вклад в загрязнение поверхностных водных объектов. Водным законодательством запрещается сброс в воду недоочищенных до принятых нормативов талых, дождевых и поливочных вод, которые отводятся с автохозяйств, строительных площадок, промышленных зон и загрязненных участков населенных пунктов. Для отведения, сбора и очистки подобных стоков перед попаданием в водоем необходима ливневая канализация. Ливневая канализация предназначена для очистки самой загрязненной части сточной воды, образующейся на поверхности во время дождей, мойки дорог и таяния снега. Ливневая канализация должна принимать 70% сточной воды за год с селитебных территорий [1].

Несмотря на нормативные требования, далеко не все ливневые и талые воды проходят стадию очистки, а те очистные сооружения, которые имеются в настоящее время, зачастую не справляются с большими потоками воды.

Во всех ливневых и талых стоках имеется большое количество мельчайших взвешенных неорганических частиц: песка, глины, почвы и т.д. Такие частицы образуют тонкодисперсные суспензии, содержащие трудно поддающиеся отстаиванию взвеси [2].

Для ускорения процесса отстаивания тонкодисперсных суспензий в промышленности используют коагулянты. Коагулянты – это вещества, введение которых в жидкую среду, содержащую какие-либо мелкие частицы, вызывает коагуляцию, т.е. слипание этих частиц. Чаще всего в качестве коагулянтов используют соли алюминия и железа, гидролиз которых сопровождается образованием крупных хлопьев [3-4]. Однако выпускаемые промышленностью коагулянты дороги, поэтому поиск новых эффективных и недорогих материалов для получения коагулянтов является актуальной задачей. Особенно привлекательным выглядит возможность получения коагулянтов на основе промышленных отходов. К одному из таких отходов относится пыль электродуговых сталеплавильных печей (ЭДСП) Оскольского электрометаллургического комбината (ОЭМК) Белгородской области [5-7].

Основная часть. Пыль представляет собой тонкодисперсный порошок многокомпонентного состава [8], оксидный состав которого и некоторые физико-химические свойства указаны в табл. 1, 2.

Таблица 1

Оксидный состав пыли ЭДСП

Содержание	Ингредиент																						
	Fe ₂ O ₃	CaO	Na ₂ O	SiO ₂	ZnO	K ₂ O	MgO	MnO	SO ₃	Cl	Al ₂ O ₃	PbO	Rh ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	CuO	P ₂ O ₅	TiO ₂	SrO	CdO	NiO	V ₂ O ₅	Br	
	49,4	13,41	9,72	5,92	5,75	5,61	3,91	2,1	1,33	0,782	0,631	0,42	0,348	0,27	0,123	0,122	0,0527	0,0433	0,0175	0,0157	0,0107	0,0107	

Таблица 2
Физико-химические свойства пыли ЭДСП

№	Показатели	Значение
1	Насыпная плотность, кг/м ³	9400
2	Истинная плотность, кг/м ³	3640
3	Растворимость в воде, %	6,4±0,5
4	рН водной вытяжки	10,9
5	Влажность, %	1,5-2,5

Из рентгенофазового анализа (рис. 1) следует, что в состав пыли ЭДСП входят такие вещества, как магнетит $\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ $d(A^0) = 2,979; 2,543; 2,108; 1,691; 1,484$; вюстит FeO $d(A^0) = 2,48; 2,141; 1,519$; портландит $\text{Ca}(\text{OH})_2$ $d(A^0) = 4,924; 4,575; 2,622; 1,989; 1,918; 1,784; 1,692$ и кремнезем SiO_2 $d(A^0) = 3,51; 2,276; ,813; 1,539$.

При обработке пыли соляной кислотой часть соединений железа растворяется, в образовавшемся препарате содержатся ионы Fe^{2+} и Fe^{3+} (в дальнейшем – препарат ЖКФ – железосодержащий коагулянт-флокулянт) [9–11].

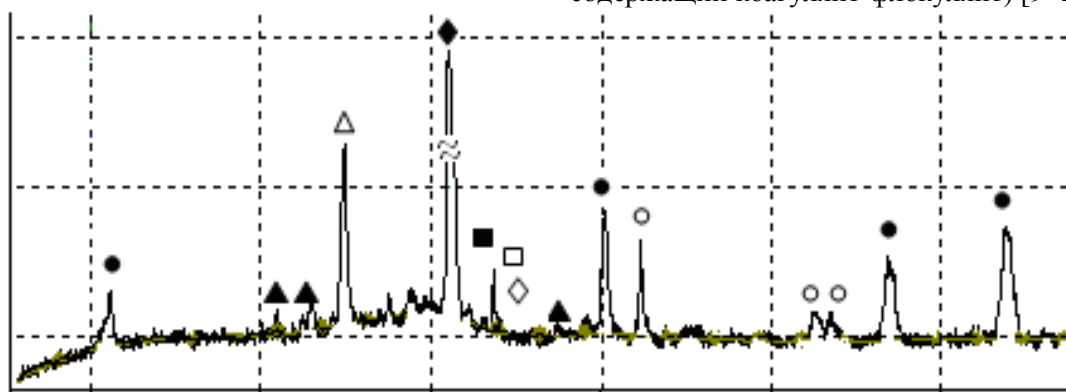


Рис. 1. Рентгенограмма пыли ЭДСП: ● – магнетит Fe_3O_4 ; ■ – гематит Fe_2O_3 ; ○ – металлическое железо Fe; ◆ – кварц SiO_2 ; □ – оксид цинка ZnO ; ◇ – оксид кальция CaO ; Δ – пиролюзит MnO_2 ; ▲ – двухкальциевый силикат $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$

Очистке с помощью ЖКФ подвергали модельные суспензии, содержащие частицы глины с размером до 0,08 мм. К модельной глиняной суспензии добавляли препарат ЖКФ, суспензию отстаивали в стеклянных цилиндрах [12]. В отстоянной части определяли остаточную мут-

ность, NTU, с помощью турбидиметра HI 98703 [13]. Исходная мутность глиняной суспензии составляла 1000 NTU, концентрация глиняных частиц – 1000 мг/дм³. Влияние количества ЖКФ, добавляемого к глиняной суспензии, показано на рис. 2.

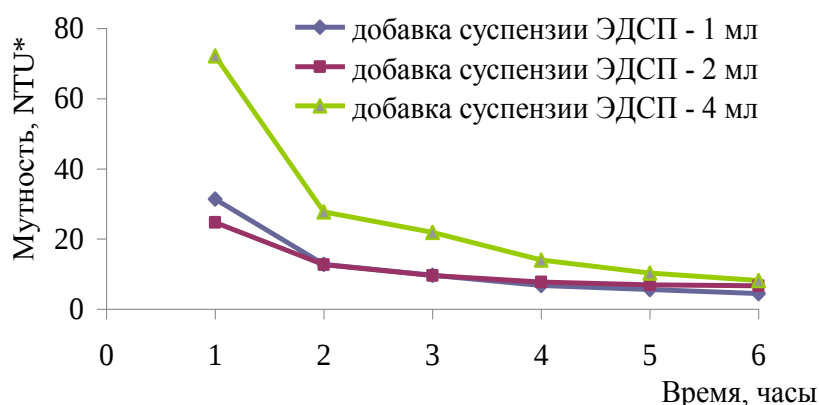


Рис. 2. Остаточная мутность суспензии глины препаратом ЖКФ (* – нефелометрическая единица мутности)

С целью сравнения седиментационной устойчивости суспензии глины без добавления препарата ЖКФ и с его добавлением проводили седиментационный анализ. Размер глиняных взвешенных частиц – менее 0,08 мм, их содержание в глиняной взвеси составляло 1000 мг/дм³.

Из седиментационных кривых (рис. 3) следует, что скорость осаждения в глиняной су-

спензии с ЖКФ в 3 раза больше, чем без ЖКФ. Расчетный размер частиц в суспензии без ЖКФ составил 0,065 мм, а с добавлением ЖКФ – 0,1. Микрофотографии частиц глины в суспензии без ЖКФ и хлопья осаждающейся взвеси под действием ЖКФ представлены на рис. 4 [15]. 85 мм [14].

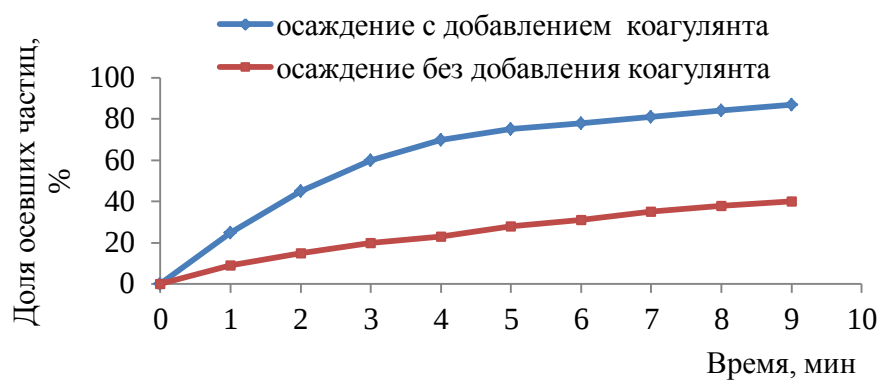


Рис. 3. Седиментационные кривые осаждения взвешенных веществ в суспензии глины

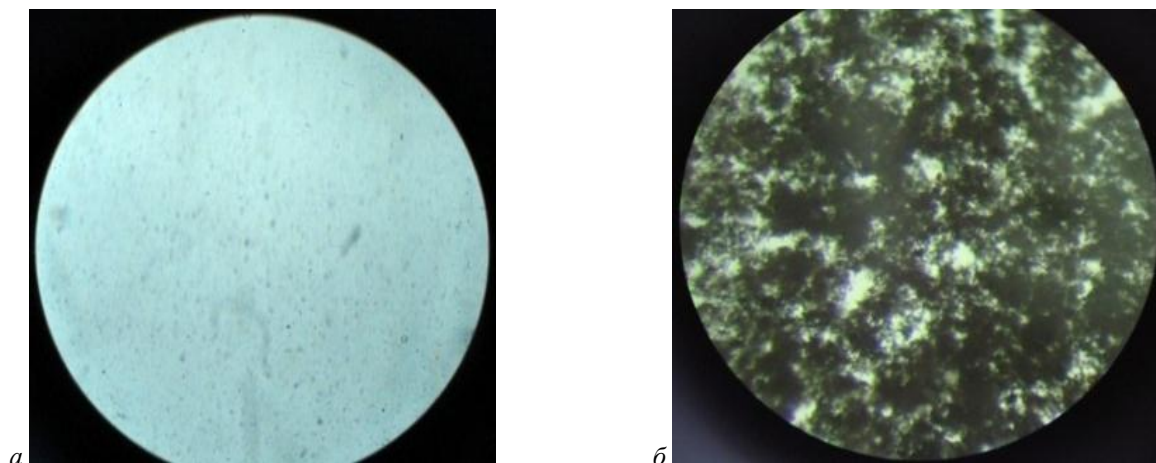


Рис. 4. Микрофотографии глиняной взвеси: а – исходная взвесь без ЖКФ; б – хлопья осаждающейся взвеси под действием ЖКФ

Принципиальная блок-схема процесса очистки сточных вод железосодержащим коагулянтом представлена на рис. 5.

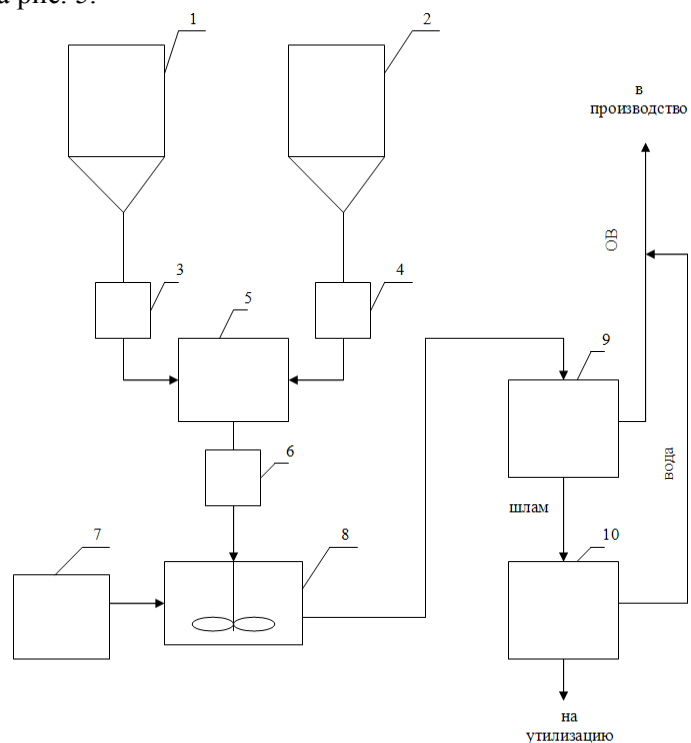


Рис.5. Принципиальная блок-схема процесса очистки сточных вод железосодержащим коагулянтом:
 1 – бункер с пылью ЭДСП, 2 – бункер с HCl, 3,4 – дозаторы, 5 – резервуар коагулянта, 6 – дозатор,
 7 – усреднитель СВ, 8 – смеситель, 9 – отстойник, 10 – уплотнитель

Вывод. Использование препарата ЖКФ может обеспечить эффективную очистку сточных вод, загрязненных взвешенными неорганическими и органическими веществами. Такого рода загрязнения наблюдаются в сточных водах молокоперерабатывающих и маслоэкстракционных предприятий, автозаправочных станций, предприятий по производству строительных материалов в водах многих производств и в ливневых и талых стоках.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Куликов Н.И., Найманов А.Я., Омельченко Н.П., Чернышев В.Н. Теоретические основы очистки воды. Донецк: изд-во «Ноулидж», 2009. 298 с.
2. Адам Н.К., Толстой Д.М., Ахматова А.С. Физика и химия поверхностей. М.: Гостехиздат, Ленинград, 1947, 536 с.
3. Щукин Е.Д., Перцов А.В., Амелина Е.А. Коллоидная химия. М.: Высш. шк., 2004. 445 с.
4. Фридрихсберг Д.А. Курс коллоидной химии. Л.: Химия, 1984. 368с.
5. Свергузова С.В., Суханов Е.В., Ипанов Д.Ю. Коагуляция тонкодисперсных систем с помощью пыли электросталеплавильного производства // Вестник технологического университета. 2015. № 1. С. 186–191.
6. Шайхиев И.Г., Свергузова С.В., Порожнюк Л.А., Ипанов Л.А., Суханов Е.В. Возможные направления использования твердого отхода электросталеплавильного производства - пыли электродуговых сталеплавильных печей // Вестник Казанского технологического университета. 2014. № 6. С. 199–201.
7. Порожнюк Л.А., Ипанов Д.Ю., Сапронова Ж.А., Сапронов А.В., Шамшуrow Е.В., Новикова Е.В. Коллоидно-химические свойства пыли ЭДСП в процессах водоочистки // Экология и промышленность России. 2013. №7. С. 22–25.
8. Суханов Е.В. Физико-химические свойства пыли электросталеплавильного цеха (ЭСЦП) // Фундаментальные и прикладные исследования в области химии и экологии: материалы Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых (Курск, 23-26 сентября 2015г.), Курск: Юго-Зап. гос. ун-т, ЗАО «Университетская книга», 2015. С.154-156.
9. Свергузова С.В., Старостина И.В., Суханов Е.В., Сапронов Д.В. Коагулянт на основе пыли ЭСПЦ // Вестник технологического университета. 2015. № 10. С. 202–205.
10. Свергузова С.В., Ипанов Д.Ю. К вопросу об опасности вторичного загрязнения сточных вод при очистке их отходами электросталеплавильного производства // Экология и рациональное природопользование агропромышленных регионов: сборник докладов Международной молодежной научной конференции, Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2013. Ч.1. С. 310–314.
11. Сергузова С.В., Ипанов Д.Ю., Суханов Е.В. Адсорбционные свойства пыли электродуговых сталеплавильных печей (ЭДСП) // Казантип-ЭКО-2014. Инновационные пути решения актуальных проблем базовых отраслей, экологии, энерго- и ресурсосбережения: сборник трудов XXII международной научно-практической конференции (Харьков, июнь 2014 г.), Харьков: НТМТ, 2014. С. 79-81.
12. Свергузова С.В., Ипанов Д.Ю., Сапронов Д.В. Отходы промышленных производств в водоочистке // Решение экологических проблем промышленного региона: материалы X международной научно-технической конференции, Тула: Изд-во «Инновационные технологии», 2012. С.67–70.
13. Суханов Е.В., Латыпова М.М. Определение оптимальных технологических параметров процесса очистки токсичных сточных вод // Экология и рациональное природопользование агропромышленных регионов: сб. докл. междунар. молодеж. науч. конф. БГТУ им. В.Г. Шухова (Белгород, 12-14 ноября 2013г.), Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2013. Ч.1. С. 126-129.
14. Суханов Е.В., Свергузова С.В., Шайхиев И.Г., Порожнюк Л.А., Фомина Е.В., Денисова Л.В. некоторые особенности коагуляционной очистки воды с помощью пыли электросталеплавильного производства // Вестник технологического университета. 2016. Т.19. №9. С.158–163.
15. Свергузова С.В., Старостина И.В., Суханов Е.В., Сапронов Д.В. Влияние условий модификации пыли ЭСПЦ на ее коагуляционные свойства // Вестник технологического университета. 2016. Т.19. №3. С. 113–115.

Sverguzova S.V., Sapronova J.A., Svyatchenko A.V.

TECHNOLOGY TO PRODUCE IRON-CONTAINING COAGULANT OF STEEL PRODUCTION WASTES FOR TREATMENT RAINWATER

The present article presents the research results concerning the possibilities to produce iron-containing coagulant for treatment rainwater. Steel production wastes were used to produce coagulant. A technological procedure producing coagulant and water treatment.

Key words: iron-containing, electric arc furnaces dust, storm wastewater, treatment.

Свергузова Светлана Васильевна, доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой промышленной экологии.

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

Адрес: России, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

E-mail: pe@intbel.ru

Сапронова Жанна Ануаровна, кандидат технических наук, доцент кафедры промышленной экологии.

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

Адрес: России, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

E-mail: pe@intbel.ru

Святченко Анастасия Владимировна, аспирант

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

Адрес: России, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

E-mail: sv.anastasiaa@mail.ru

DOI: 10.12737/22714

Ястребинский Р.Н., канд. физ.-мат. наук, доц.,
Павленко З.В., канд. техн. наук, доц.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

СТРУКТУРНО-ФАЗОВЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ В СИСТЕМЕ CaO-FeO И FeO-SiO₂ ПРИ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ*

yrndo@mail.ru

В работе рассмотрены структурно-фазовые превращения в двухкомпонентных железооксидных системах при высокотемпературном воздействии, на примере двухвалентного оксида железа и оксидов кальция и кремния, являющимися одними из основных компонентов цементных связующих.

С учетом состава радиационно-защитного композита рассмотрены соотношения FeO:CaO=2:1 и FeO:SiO₂=4:1.

Термообработка системы FeO:CaO в восстановительной среде интенсифицировала диссоциацию кальцита и смещала ее в низкотемпературную область (от 700-1000 °С в окислительной среде до 600-800 °С), что вызвано влиянием железа различной валентности (прежде всего магнетита) на ионную решетку кальцита. При 600 °С происходит образование монакальцевого феррита. По мере обогащения системы CaO в интервале 700-800 °С монакальцевый феррит переходил в двухкальцевый. Образование ферритов происходит при непрерывном изменении валентно-координационного состояния ионов железа и степени ионности и ковалентности химической связи Fe-O в железосодержащих комплексах.

В системе FeO-SiO₂ установлено: модификационный переход кварца в кристобалит начинался при 800 °С и интенсивно развивается при 900 °С, против 1200 °С в окислительных условиях; модификационному переходу кварца в кристобалит предшествовало образование кремнезема с частично аморфизированной структурой в интервале 600-700 °С, состоящих из кольцевых структурных элементов из [SiO₄]-тетраэдров.

Ключевые слова: оксиды железа, вюстит, магнетит, двухкомпонентные системы, оксид кальция, оксид кремния, термическое воздействие, структурно-фазовые превращения.

Введение.

Реакции веществ в твердом состоянии представляют большой научный и практический интерес, так как они существенно влияют на появление новых свойств и качество разрабатываемых композиционных материалов, эксплуатируемых при повышенных температурах [1, 2].

Основные заключения о механизме и специфических закономерностях реакций в кристаллических смесях, сформулированные авторами, сводятся к следующему: 1) реакции, возникающие в смесях твердых веществ при их нагревании, протекают за счет непосредственного взаимодействия между зернами компонентов, доказательством чему является наличие реакций при температурах более низких, чем температуры плавления и появления эвтектик; 2) реакции между твердыми веществами идут с выделением тепла. Иначе говоря, между твердыми веществами возможны лишь экзотермические взаимодействия; 3) достижение равновесия в системах, не содержащих твердых растворов, практически невозможно; 4) температура начала реакции соответствует температуре интенсивного обмена местами элементов кристаллических решеток реагирующих веществ и температуре начала спекания; 5) в случае полиморфного превращения одного из компонентов смеси при

относительно низкой температуре химическая реакция начинается и интенсивно протекает в точке этого полиморфного превращения.

Реакции в твердых телах осуществляются, главным образом, за счет перемещения катионов (диффузии). Большая подвижность катионов по сравнению с анионами, по-видимому, обусловлена меньшими величинами энергии активации процессов их диффузии вследствие меньших размеров при равном заряде.

Для систем, образованных оксидами, реакция в твердой фазе сводится к перестройке обычно менее подвижного каркаса (подрешетки) из атомов (ионов) кислорода из начального состояния до соответствующего продукту реакции с одновременным перемещением на более далекие расстояния атомов (ионов) металлических элементов, в результате чего преодолеваются наименьшие стерические и энергетические барьеры и достигается уменьшение термодинамического потенциала (внутренней энергии системы). В работе [3] отмечается, что реакции в твердой фазе всегда протекают до конца, и что обратимых реакций здесь, вероятно, не может быть, хотя они теоретически возможны.

Многочисленными опытами показано, что нельзя кинетические закономерности протекания в определенных условиях одной стадии ре-

акции переносить на всю реакцию, а тем более закономерности одной реакции на все твердофазовые процессы.

В данной работе авторами рассмотрены структурно-фазовые превращения в двухкомпонентных железооксидных системах CaO-FeO и FeO-SiO_2 при высокотемпературном воздействии, оказывающих влияние на основные свойства композиционных материалов на железооксидном заполнителе и цементных вяжущих [4, 5].

Методика. Для исследований использовался высушенный при 110°C оксид железа в виде магнетита $\text{Fe}_2\text{O}_3\cdot\text{FeO}$. С учетом состава композиционного материала рассмотрены соотношения $\text{FeO}:\text{CaO}=2:1$ и $\text{FeO}:\text{SiO}_2=4:1$. Исследования проводились методами рентгено-фазового анализа (РФА), ИК-спектроскопии и термогравиметрическим методом (ДТА и ДТГ).

Основная часть. Рассмотрим структурно-фазовые превращения в двухкомпонентной системе CaO-FeO .

С учетом состава композита соотношение $\text{CaO}:\text{FeO}=1:2$.

Термообработка смеси $\text{CaCO}_3\text{-FeO}$ при пониженных температурах ($300\text{--}400^\circ\text{C}$) приводила к окислению незначительной части вюстита до гематита $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ (d/n 2,694, 2,513 Å). По данным [6] в процессе термообработки оксидов железа увеличивается концентрация вакансий в их решетке, что облегчает миграцию ионов железа.

ИК-спектр смеси, термообработанной при 500°C , характеризовался интенсивными полосами поглощения при 870 см^{-1} – $[\text{CO}_3^{2-}]$, 710 см^{-1} – $[\text{OH}^-]$ и рядом неглубоких полос в области $650\text{--}500\text{ см}^{-1}$.

В результате термообработки состава в интервале $600\text{--}800^\circ\text{C}$, наблюдались существенные изменения в ИК-спектре: в области $600\text{--}550\text{ см}^{-1}$ происходило уширение полосы поглощения и снижение ее интенсивности, что может быть вызвано разупорядочением связи Fe-O в $[\text{FeO}_4]$ -комплексе и образованием ассоциатов шпинелидной структуры $\text{Fe}^{2+}\text{-O-Fe}^{3+}$ типа магнетита (полоса при 590 см^{-1}).

Данные ФМ подтверждали образование небольшого количества магнетита в системе при 600°C (d/n 2,536; 1,612; 1,479 Å). В интервале $700\text{--}800^\circ\text{C}$ содержание магнетита снижалось, что могло быть обусловлено как его восстановлением, так и участием в твердофазовом взаимодействии с кальцитом и CaO .

Интенсивная диссоциация кальцита наблюдалась в интервале $600\text{--}700^\circ\text{C}$ и завершалась при 800°C (исчезала полоса поглощения при

870 см^{-1} рис. 1), тогда как в окислительной среде диссоциация кальцита происходила в более высокотемпературной области (интенсивная в интервале $700\text{--}800^\circ\text{C}$ и завершалась при 1000°C). Свободная CaO (d/n 2,39; 2,763; 1,695 Å) наблюдалась при температуре выше 700°C , следовательно, в интервале $600\text{--}700^\circ\text{C}$ образовавшаяся CaO активно взаимодействовала с оксидами железа, особенно с магнетитом. Термодинамические расчеты подтверждали высокую вероятность твердофазового взаимодействия магнетита с CaO $\Delta G_{600^\circ\text{C}} = -71,5\text{ КДж/моль}$. Происходило, начиная с 600°C , образование монокальциевого CaFe_2O_4 (d/n 2,66; 2,52; 1,51 Å), а при 700°C двухкальциевого $\text{Ca}_2\text{Fe}_2\text{O}_5$ (d/n 2,68; 2,799; 2,71 Å) ферритов. В окислительной среде, вследствие затруднительной диссоциации кальцита образование ферритов кальция происходило в более высокотемпературной области ($800\text{--}900^\circ\text{C}$).

Образование ферритов кальция сопровождалось непрерывным изменением валентно-координационного состояния ионов железа и изменением степени ионности и ковалентности химической связи Fe-O в $[\text{FeO}_4]$ и $[\text{FeO}_6]$ – узлах.

Процесс завершения диссоциации кальцита при 800°C совпадал с температурой начала выделения незначительного количества металлического железа, что может быть результатом восстановления ферритов кальция [6]. Согласно [7] в присутствии CaO вюстит становится менее стабильным и также восстанавливается до $\text{Fe}_{\text{мет}}$. РФА термообработанной смеси при $900\text{--}1000^\circ\text{C}$ показал некоторое увеличение интенсивности отражений для CaO и $\text{Fe}_{\text{мет}}$.

Таким образом: термообработка смеси в восстановительной среде интенсифицировала диссоциацию кальцита и смещала ее в низкотемпературную область (от $700\text{--}1000^\circ\text{C}$ в окислительной среде до $600\text{--}800^\circ\text{C}$), что вызвано влиянием железа различной валентности (прежде всего магнетита) на ионную решетку кальцита; при 600°C происходило образование монокальциевого феррита. По мере обогащения системы CaO в интервале $700\text{--}800^\circ\text{C}$ монокальциевый феррит переходил в двухкальциевый. Образование ферритов происходило при непрерывном изменении валентно-координационного состояния ионов железа и степени ионности и ковалентности химической связи Fe-O в железо-содержащих комплексах.

Рассмотрим структурно-фазовые превращения в двухкомпонентной системе FeO-SiO_2 .

Содержание компонентов в системе соответствует отношению $\text{FeO-SiO}_2=4:1$.

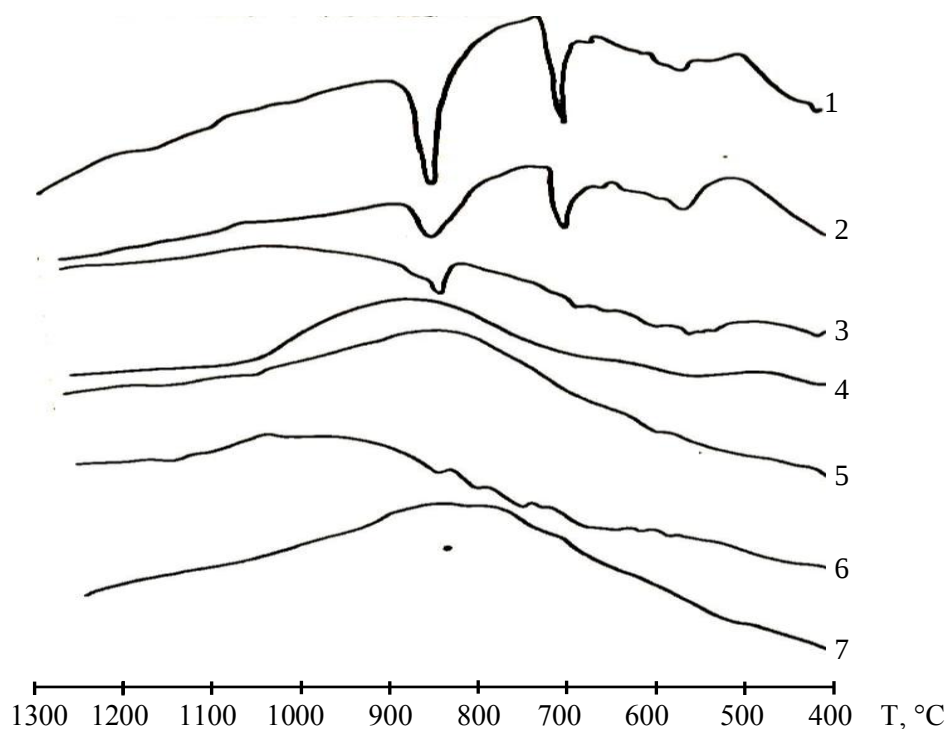


Рис. 1. ИК-спектры образцов системы CaO-FeO: 1 – 500 °C; 2 – 600 °C; 3 – 700 °C; 4 – 800 °C; 5 – 900 °C; 6 – 1000 °C; 7 – 1100 °C

Следует отметить, что исследуемая система, как и предыдущие, не являлась строго бинарной, так как в ней присутствовали FeO и небольшое количество Fe_2O_3 . Известно [2], что в системе FeO- SiO_2 при атмосферном давлении образуется только одно соединение – ортосиликат железа Fe_2SiO_4 (фаялит). Методом ИК-спектроскопии были проведены исследования по влиянию оксидов железа на структурную характеристику $[\text{SiO}_4]$ – тетраэдров, а также полиморфные превращения кварца в процессе термообработки в восстановительной среде.

По характеру ИК-спектров общим для структуры кварца являлось наличие слоев, состоящих из шестерных колец $[\text{SiO}_4]$ – тетраэдров (полоса поглощения при 770 см^{-1}). Характер изменения этой полосы в процессе нагревания от 500 до 700 °C свидетельствовал об увеличении содержания шестичленных колец $[\text{SiO}_4]$ – тетраэдров (рис. 2), что не имело место при окислительной термообработке (система Fe_2O_3 – SiO_2).

Изменение структуры кварца при 600–900 °C отражалось на структуре ближайших $[\text{SiO}_4]$ – тетраэдров, о чем свидетельствовало уширение максимума поглощения в области $1075\text{--}1100\text{ см}^{-1}$. Причем, смещение максимума поглощения 1075 см^{-1} происходило в высокочастотную область спектра, что указывало на формирование микроучастков с повышенной степенью полимеризации $[\text{SiO}_4]$ – тетраэдров. В этом же температурном интервале при окислительной термообработке (система Fe_2O_3 – SiO_2)

наблюдалось более слабое уширение максимума поглощения, причем в низкочастотную область ИК-спектра $1070\text{--}1075\text{ см}^{-1}$.

Возникновение при 800 °C интенсивной полосы поглощения при 625 см^{-1} в ИК спектре и отражения $d/n = 4,04\text{ Å}$ РФА указывало на образование β -кristобалита, который, согласно [8], состоит из слоев шестичленных колец. По данным РФА при 800 °C в системе начиналось выделение незначительного количества металлического железа ($d/n = 2,025\text{ Å}$).

Следовательно, FeO способствовал формированию в интервале 600–700 °C кольцевых структурных элементов каркаса $[\text{SiO}_4]$ – тетраэдров, а при 800 °C активно формировалась модификация β -кristобалита. В окислительных условиях начало образования кристобалита зафиксировано при более высокой температуре 1100 °C и данный процесс значительно развивался при температуре выше 1200 °C. Это свидетельствовало о том, что модификационный переход кварц $\rightarrow$ кристобалит интенсивнее происходил в присутствии ионов Fe(II), что может быть вызвано высокой деполимеризующей способностью ионов Fe(II) на силикатный каркас [8].

Следует отметить, что тридимит не был обнаружен во всем изучаемом температурном интервале, как в окислительных, так и в восстановительных условиях.

В интервале 800–900 °C, по данным РФА, происходило образование фаялита Fe_2SiO_4 (d/n 2,83; 2,57; 2,59; 1,78 Å) за счет твердофазово-

го взаимодействия вюстита с образующимся кристобалитом:

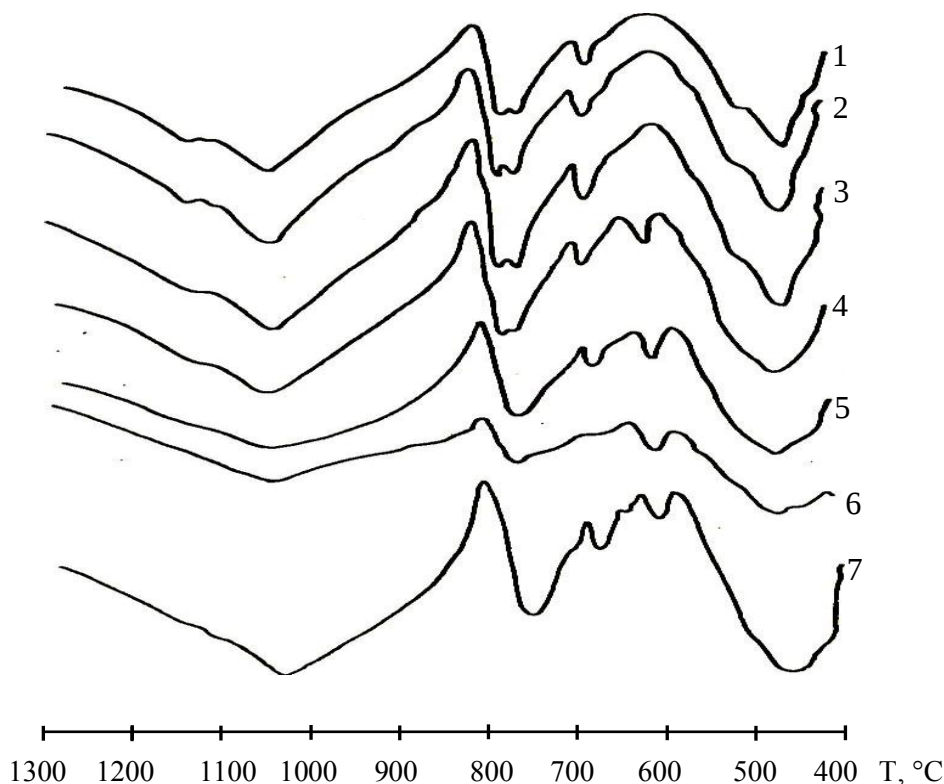


Рис. 2. ИК-спектры образцов системы FeO- SiO₂: 1 – 500 °С; 2 – 600 °С; 3 – 700 °С; 4 – 800 °С; 5 – 900 °С; 6 – 1000 °С; 7 – 1100 °С

Данной реакции способствует относительно открытый каркас [SiO₄]- тетраэдров в кристобалите по сравнению с кварцем [8]. Кроме того, согласно правилу Хедвала, реакционная способность компонентов увеличивается в процессе их полиморфных превращений. Вполне возможное взаимодействие магнетита с SiO₂ с образованием фаялита, по-видимому, носит ограниченный характер в связи с интенсивным восстановлением магнетита до вюстита в интервале 800–900 °С. Характеристическая для магнетита полоса поглощения при 590 см⁻¹ просматривалась до 800 °С.

В интервале 1000–1200 °С содержание фаялита резко снижалось, по-видимому, за счет его восстановления с выделением Fe_{мет.}. В ИК-спектрах интенсивность всех полос поглощения значительно возрастала с формированием четких максимумов поглощения [SiO₄]- тетраэдров. Начиная с 900 °С в отличие от системы Fe₂O₃-SiO₂, наблюдался твердый спек образцов, появление жидкой фазы во всем изучаемом температурном интервале не наблюдалось.

Таким образом, в системе FeO- SiO₂ установлено: модификационный переход кварца в кристобалит начинался при 800 °С и интенсивно развивался при 900 °С, против 1200 °С в окислительных условиях; модификационному пере-

ходу кварца в кристобалит предшествовало образование кремнезема с частично аморфизированной структурой в интервале 600–700 °С, состоящих из кольцевых структурных элементов из [SiO₄]- тетраэдров.

Выводы

1. Термообработка образца системы FeO-SiO₂ в восстановительной среде способствовала формированию в интервале 600–700 °С кремнезема, с частично аморфизированной структурой и последующим при 800 °С (начало) и выше фазовым переходом кварца в кристобалит, что примерно на 400 ниже, чем в условиях окислительной термообработки. Температура 800 °С являлась началом образования фаялита.

2. В композиционной смеси системы CaO-FeO диссоциация кальцита начиналась около 500 °С и завершалась на 150° ниже (800 °С) по сравнению с окислительной термообработкой.

3. Восстановительные условия термообработки обеспечивали более интенсивное химическое связывание кремнезема, чем окислительные. Этому способствовало образование магнетита при 500 °С и полиморфное превращение кварца в кристобалит при 800 °С.

**Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ, проект № 14-41-08059.*

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Третьяков Ю.Д. Твердофазовые реакции. М.: Химия, 1998, 359 с.
2. Хауффе К. Реакции в твердых телах и на их поверхности / М.: ИЛ, 1982, 275 с.
3. Garner W. Chemistry of the solid state. London, Butterworth Sci Publ., 1985, p. 154.
4. Ястребинский Р.Н., Бондаренко Г.Г., Павленко В.И. Ослабление фотонного и нейтронного излучения железо-магнетито-серпентинитовым радиационно-защитным композитом // Перспективные материалы. 2016. № 10. С. 31–36.
5. Yastrebinskii R.N., Bondarenko G.G., Pavlenko V.I. Radiation resistance of structural radiation-protective composite material based on magnetite matrix // Inorganic Materials: Applied Research. 2016. Vol. 7. № 5. Pp. 718–723.
6. Ростовцев С.Т. Кинетика газового восстановления оксидов железа и некоторые возможности интенсификации процесса // Физическая химия окислов металлов. М.: Наука, 1981, С. 42–47.
7. Леонтьев Л.И., Чуфаров Г.И. О кинетике и механизме восстановления ферритов кальция // Ж.Н.Х. 1982. №1.С. 25–29.
8. Лазарев Л.И. Колебательные спектры и строение силикатов. Л.: Наука, 1988, 348 с.

Yastrebinsky R. N., Pavlenko Z. V.

STRUCTURAL AND PHASE TRANSFORMATIONS IN THE FeO-SiO₂ CaO-FeO I SYSTEM AT INFLUENCE OF HIGH TEMPERATURES

In work structural and phase transformations in two-component the iron oxides systems are considered at high-temperature influence, on the example of bivalent oxide of iron and oxides of calcium and silicon, by the being one of the main components of cement binding. Taking into account structure of a radiation protective composite ratios of FeO:CaO =2:1 and FeO:SiO₂=4:1 are considered. Heat treatment of the FeO:CaO system in the recovery environment intensified dissociation of calcite and displaced her to the low temperatures area (from 700-1000 °C in the oxidizing environment to 600–800 °C) that is caused by influence of iron of various valency (first of all magnetite) on an ionic lattice of calcite. At 600 °C there is a formation of monoclinic ferrite. In process of enrichment of the CaO system in the range of 700–800 °C monoclinic ferrite passed into two-clinic. Formation of ferrite happens at continuous change of a valent and coordination condition of ions of iron and degree of an ionost and covalence of a chemical bond of Fe-O in ferriferous complexes. In the FeO-SiO₂ system it is established: modification transition of quartz in kristobalit began at 800 °C and intensively develops at 900 °C, against 1200 °C in oxidizing conditions; to modification transition of quartz in kristobalit formation of silicon dioxide with partially amorphous structure in the range of 600–700 °C consisting of ring structural elements from [SiO₄]- tetrahedrons preceded.

Keywords: iron oxides, vyustit, magnetite, two-component systems, calcium oxide, silicon oxide, thermal influence, structural and phase transformations

Ястребинский Роман Николаевич, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры теоретической и прикладной химии.

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

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

E-mail: yrndo@mail.ru

Павленко Зоя Владимировна, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии стекла и керамики.

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

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

E-mail: belpavlenko@mail.ru

DOI: 10.12737/22802

Шешин Е.П., д-р физ.-мат. наук, проф.

Московский физико-технический институт (государственный университет)

Денисова Л.В., канд. хим. наук, доц.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

РАДИАЦИОННОЕ МОДИФИЦИРОВАНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ГАММА ОБЛУЧЕНИИ

sheshin@mail.mipt.ru

В работе проведены исследования механизмов радиационного окисления полимерных композитов на основе наполненных силикатом свинца полистирола (ПС-СС) и полиэтилена (ПЭ-СС). При гамма облучении наполненного полимерного композита с ростом интегральной дозы происходит возрастание как концентрации радикалов, так и содержание продуктов деструкции. В зависимости от интегральной дозы и типа полимерном композите меняется и характер накопления радикалов. Так для ПС-СС до $D = 600$ кГр отношение доли алкильных R -радикалов к перекисным RO_2 - составляет $R/RO_2 = 2.50$, тогда как в ПЭ-СС при одинаковой дозе возрастает для RO_2 -радикалов ($R/RO_2 = 0.83$). При максимальной концентрации радикалов в реактопласте отношение R/RO_2 еще более снижается - до 0,67. Установлено, что при достаточно высоких значениях мощности дозы экстремальное значение (максимум) на дозовой зависимости изменения концентрации макрорадикалов (R -и RO_2 -) в исследованных композитах не будет проявляться. Природа возникающих макрорадикалов типа R - и RO_2 - тесно связана как с кинетикой радикальных реакций при γ -облучении, так и структурно-механическими, диффузионными характеристиками и типом полимерного композита.

Ключевые слова: полимерный композит, силикат свинца, полистирол, полиэтилен, гамма облучение.

Введение. Эффекты мощности дозы в органических полимерных материалах (ПМ) обусловлены цепными реакциями окисления, инициируемыми продуктами радиолиза радикального типа [1]. При радиационном окислении ПМ могут реализоваться два случая: гомогенное по толщине (на макроуровне) окисление образца и гетерогенное окисление. При гетерогенном окислении скорость окисления лимитируется диффузией газа в образец. Поэтому толщина гомогенно окисленного слоя (h) будет зависеть от мощности дозы.

Для интерпретации характера зависимости радиационных индексов (РИ) от мощности дозы, необходим учет скорости образования пероксидных радикалов $\dot{R}O_2$ и скоростей их взаимодействия с окружающими молекулами (мономолекулярный обрыв цепи окисления), и друг с другом (бимолекулярный обрыв цепи окисления), т.е. учет взаимодействий, которые обеспечивают цепной характер реакций радиационного окисления. Пренебрегая учетом рекомбинаций алкильных радикалов $\dot{R}$ в клетке (что вполне допустимо из-за высокой скорости окисления под облучением) и гибелью пероксидных радикалов $\dot{R}O_2$ под действием ионизирующего излучения, получают следующий вид зависимости для $PU_{\Delta l}$:

$$PU_{\Delta l} = D^{1/2} / (K_2[R] + K_3 \dot{D})^{1/2} \quad (1)$$

где K_2 и K_3 - константы скорости реакции взаимодействия пероксидных радикалов с окружающими молекулами и друг с другом соответственно. Видно, что даже при таком упрощенном варианте учета протекающих при окислении ПМ реакций радикалов получается неплохая корреляция между теорией и экспериментом:

$$PU \approx \dot{D}^n, \quad (2)$$

где n может изменяться от 0 до 0.5.

Исследования показали [2, 3], что от 40 до 70 % расходуемого в процессе радиационного окисления O_2 идет на образование гидроперекисей RO_2H . Термическая диссоциация гидроперекисей, как известно, также приводит к появлению в ПМ цепных реакций окисления. Таким образом, протекание химических реакций с учетом гидроперекисей (ГП) приводит к разветвлению цепных реакций радиационного окисления.

В условиях гомогенного радиационно-термического окисления эта модель хорошо описывает наблюдающийся экспериментально характер зависимостей $PU_{\Delta l}$ от мощности дозы в исследованных полистирольных полимерных композитах при определенных значениях параметров.

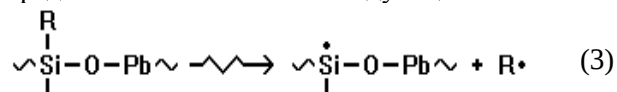
Известно, что радиационное окисление толстых образцов и изделий из полимеров происходит неравномерно по объему. Об этом свидетельствует, например, неравномерность распре-

деления кислородсодержащих продуктов, а также механических свойств образцов [2]. Пространственная картина деструкции свинецсодержащего полимерного композита, подвергнутого γ -облучению представляет собой большой теоретический и практический интерес.

Методика. Образцы полимерного композита в виде дисков диаметром 30 мм и толщиной от 1 до 50 мм подвергали облучению на установке РХМ- γ -20, на воздухе при комнатной температуре с источником Co-60 мощностью 0.1-10 Гр/с до интегральной дозы 0.5 МГр. Через ≈ 10 с после окончания облучения ПС помещали в сосуд Дьюара с жидким азотом. Для исследований были использованы полимерные композиты на основе полистирола, наполненные силикатом свинца (ПС-СС) до 50 % масс.

Основная часть. Спектры ЭПР образцов ПС-СС представляют собой суперпозицию спектров алкильных $R\cdot$ и перекисных $RO_2\cdot$ - ра-

дикалов. Путем сопоставления экспериментального спектра с полученными при сложении спектров чистых алкильных и перекисных радикалов определены отношения радикалов $R\cdot/RO_2\cdot$. Основным источником алкильных радикалов ($R=CH_3\cdot$ или $C_2H_5\cdot$) является металло-олигомер СС, образование которых можно представить по следующей схеме:



что находит подтверждение при регистрации радиационных дефектов на атомах кремния в спектрах облученного СС (рис. 1, сигналы ЭПР на атомах Si в необлученном СС не проявляются).

На рис. 1 представлен спектр ЭПР СС (1а) и зарегистрированные томограммы $I_c(BoZ)$ для радикалов $R\cdot$ (спектр v_1) и $RO_2\cdot$ (спектр v_2).

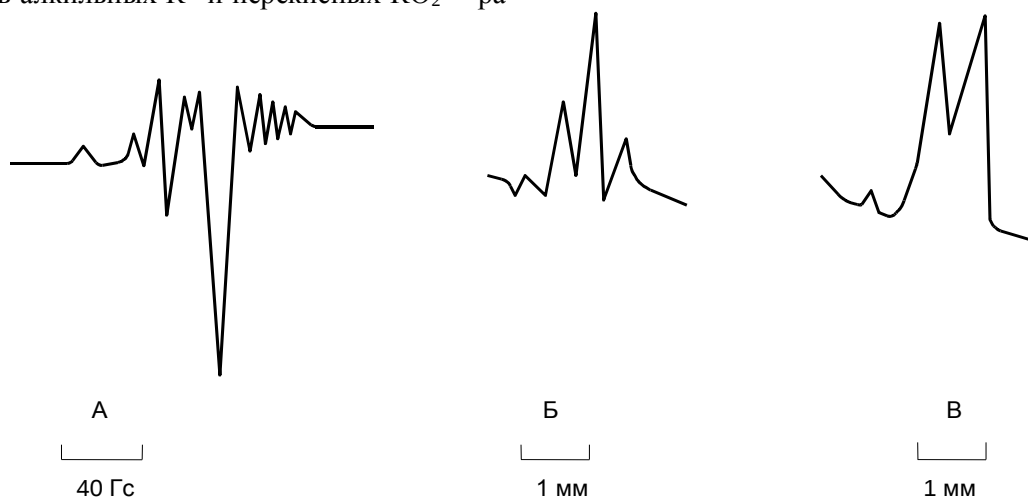
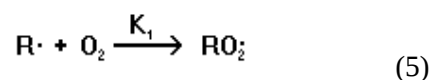
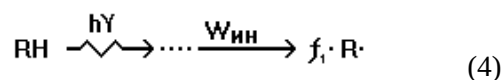


Рис. 1. ЭПР-спектр полимерного композита наполненного СС (А) и томограммы распределения радикалов $R\cdot$ (Б) и $RO_2\cdot$ (В) после γ -облучения ^{60}Co , ($D=0,5$ МГр)

С ростом интегральной дозы происходит возрастание как концентрации радикалов, так и содержание продуктов деструкции. В итоге может возникнуть ситуация, когда протекание радиационно-химических превращений в ПС-СС в начальной стадии радиолиза в поверхностных слоях, может быть блокировано вторичными реакциями макрорадикалов с накопившимися в веществе композита молекулами продуктов радиолиза [4–6].

Таким образом, может произойти изменение направленности развития радиационно-химических процессов в композите, что может вызвать возникновение аномалий в процессах образования и стабилизации макрорадикалов при облучении. Согласно [7], природа максимума может быть связана с взаимодействием между макрорадикалами и возбужденными фраг-

ментами полимерных цепей. Для описания окисления исследованных ПС-СС, инициированного γ -излучением, использовали схему окисления наполненного силикатом свинца полиэтилена (ПЭ-СС) [3]:



Содержание макрорадикалов заметно увеличивается при интегральной дозе выше 50 кГр для обоих композитов (ПС-СС и ПЭ-СС), затем

достигает максимума при 70–90 кГр, а в дальнейшем резко снижается (рис. 2).

В зависимости от интегральной дозы и типа полимерного композита меняется и характер накопления радикалов. Так для ПС-СС (рис. 2а) до $D = 600$ кГр отношение доли алкильных $R\bullet$ радикалов к перекисным $RO_2\bullet$ составляет $R\bullet/RO_2\bullet = 2.50$, тогда как в ПЭ-СС при одинаковой дозе возрастает для $RO_2\bullet$ -радикалов ($R\bullet/RO_2\bullet = 0.83$). При максимальной концентрации радикалов в реактопласте отношение $R\bullet/RO_2\bullet$ еще более снижается – до 0,67.

Такое различное поведение в концентрировании радикалов в ПС-СС может быть обуслов-

лено более интенсивным окислением алкильных радикалов $R\bullet + O_2 \rightarrow RO_2\bullet$ в ПЭ-СС при пониженных интегральных дозах до 80 кГр. Однако, при $D > 80$ кГр наблюдается резкое снижение концентрации $RO_2\bullet$ -радикалов в ПЭ-СС, а в ПС-СС, наоборот, происходит возрастание концентрации пероксидных радикалов. Подобные процессы могут быть объяснены изменением диффузионного характера кислорода [8].

При интегральных дозах 100–500 кГр устанавливается стационарное значение концентраций рассматриваемых типов радикальных частиц.

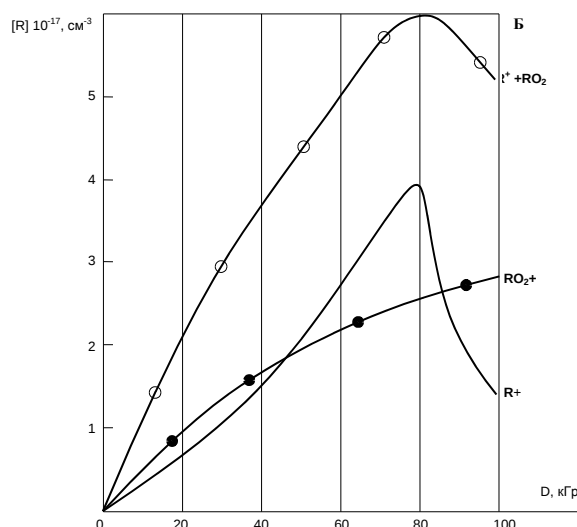
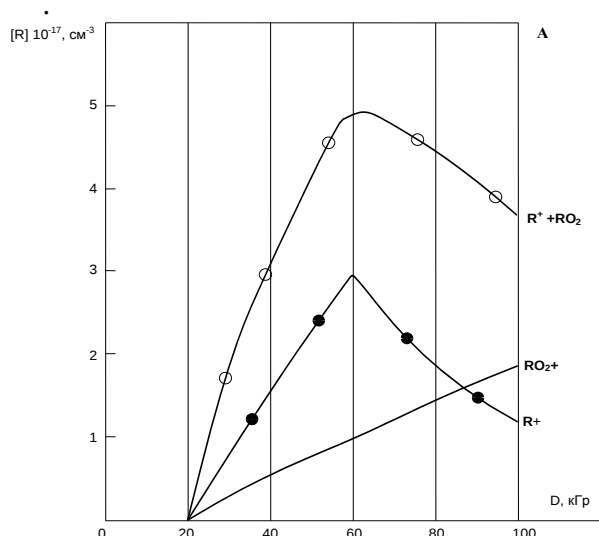
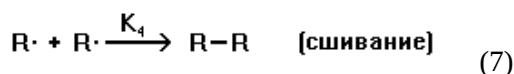


Рис.2. Зависимость концентрации радикалов в композитах от поглощенной дозы ($D=5$ кГр/с) для источника ^{60}Co : А – ПС-СС; Б – ПЭ-СС

Можно ожидать, что при мощности дозы, превышающие экстремальные значения накопления макрорадикалов в композитах могут протекать следующие рекомбинационные реакции:



Чувствительными к изменению мощности дозы γ -облучения являются значение дозы максимальной концентрации радикалов, равной разности между максимальной и стационарной концентрациями макрорадикалов.

Увеличение мощности дозы от 0.1 до 8 кГр/с сопровождается снижением дозы максимальной концентрации макрорадикалов ($R\bullet + RO_2\bullet$) - типа от 60 до 40 кГр (для ПС-СС) и от 90 до 30 кГр (для ПЭ-СС). С увеличением мощности дозы ($\dot{D}=10$ кГр/с) происходит уменьшение разности между максимальным и стационарным значениями концентрации макрорадикалов. В связи с этим можно предположить, что при до-

статочно высоких значениях мощности дозы экстремальное значение (максимум) на дозовой зависимости изменения концентрации макрорадикалов ($R\bullet$ и $RO_2\bullet$) в исследованных композитах не будет проявляться.

Таким образом, природа возникающих макрорадикалов типа $R\bullet$ и $RO_2\bullet$ тесно связана как с кинетикой радикальных реакций при γ -облучении, так и структурно-механическими, диффузионными характеристиками и типом полимерного композита.

Выводы. При гамма облучении наполненного полимерного композита с ростом интегральной дозы происходит возрастание как концентрации радикалов, так и содержание продуктов деструкции.

В зависимости от интегральной дозы и типа полимерного композита меняется и характер накопления радикалов. Так для ПС-СС (рис. 2а) до $D = 600$ кГр отношение доли алкильных $R\bullet$ радикалов к перекисным $RO_2\bullet$ составляет

$R\bullet/RO_2\bullet=2.50$, тогда как в ПЭ-СС при одинаковой дозе возрастает для $RO_2\bullet$ -радикалов ($R\bullet/RO_2\bullet=0,83$). При максимальной концентрации радикалов в реактопласте отношение $R\bullet/RO_2\bullet$ еще более снижается - до 0,67.

Установлено, что при достаточно высоких значениях мощности дозы экстремальное значение (максимум) на дозовой зависимости изменения концентрации макрорадикалов ($R\bullet$ и $RO_2\bullet$) в исследованных композитах не будет проявляться.

Природа возникающих макрорадикалов типа $R\bullet$ и $RO_2\bullet$ тесно связана как с кинетикой радикальных реакций при γ -облучении, так и структурно-механическими, диффузионными характеристиками и типом полимерного композита.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Хенли Э., Джонсон Э. Радиационная химия. М.: Атомиздат, 1974, 415 с.
2. Пьянков Г.Н., Мелешевич А. П., Ярмилко Е.Г. Радиационная модификация полимерных материалов. Киев: Техника, 1969, 69 с.
3. Павленко В.И., Ястребинский Р.Н. Полимерные радиационно-защитные композиты. Белгород: Изд-во БГТУ, 2009, 220 с.
4. Брэстрап К., Уикофф Г. Руководство по радиационной защите/ Пер с англ. под ред. А.В. Термана. М.: Госмедиздат, 1982, 331 с.
5. Сторм Э., Израэль Х. Сечения взаимодействия гамма излучения (для энергий 0.001...100 МэВ и элементов с 1 по 100) / Справочник. Перев. с англ. М.: Атомиздат, 1993, 256 с.
6. Руководство по радиационной защите для инженеров Т.1 / Перев. с англ. под ред. Д.Л. Бродера и др. М.: Атомиздат, 1992, 424 с.
7. Далинкевич А.А., Кирюшкин С.Г., Пискарев И.М. Роль температуры и размеров образца при радиационном окислении полиэтилена. М.: Атомиздат, 1991. С. 39–43.
8. Милинчук В.К., Тупиков В.И. Радиационная стойкость органических материалов. Справочник. М.: Энергоатомиздат, 1986, 142 с.

Sheshin E.P., Denisova L.V.

RADIATION MODIFYING OF COMPOSITE MATERIALS IN CASE OF GAMMA IRRADIATION

In work researches of mechanisms of radiation oxidation of polymeric composites on the basis of the lead of polystyrene (PS-SS) and polyethylene (PE-SS) filled silikanaty are conducted. In case of gamma irradiation of the filled polymeric composite to growth of an integrated dose there is an increase both concentration of radicals, and content of products of destruction. Depending on an integrated dose and type a polymeric composite also nature of accumulating of radicals changes. So for PS-SS to $D = 600 \text{ кГр}$ the alkil of R-radical to peroxide of RO_2 -constitutes the share relation $R/RO_2=2,50$ whereas in case of an identical dose increases in PE-SS for RO_2 radical ($R/RO_2=0,83$). In case of the maximum concentration of radicals in a reaktoplasts the relation of R/RO_2 -even more decreases - to 0,67. It is established that in case of rather high values of capacity of a dose extreme value (at most) on dose dependence of change of concentration of macroradicals (R -and RO_2 -) in the researched composites won't be shown. The nature of the arising macroradicals like R -and RO_2 -is closely connected as with kinetics of radical reactions in case of γ -radiation, and structural and mechanical, diffusive characteristics and type of a polymeric composite.

Key words: polymeric composite, silikanat lead, polystyrene, polyethylene, gamma irradiation.

Шешин Евгений Павлович, доктор физико-математических наук, профессор, заместитель заведующего кафедрой вакуумной электроники МФТИ, научный руководитель Центра автоэмиссионных технологий ФФКЭ МФТИ, директор Центра "Нанотехнологии в электронике" МФТИ.

Московский физико-технический институт (государственный университет) (МФТИ).

Адрес: Россия, 141701, Московская область, г. Долгопрудный, Институтский пер., 9.

E-mail: sheshin@mail.mipt.ru

Денисова Любовь Васильевна, кандидат химических наук, доцент кафедры теоретической и прикладной химии.

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

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

E-mail: loveden13@mail.ru

ЭЛЕКТРОННО-МИКРОСКОПИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МАГНЕТИТОВОГО ЖЕЛЕЗОРУДНОГО КОНЦЕНТРАТА ПОДВЕРГНУТОГО ВОЗДЕЙСТВИЮ ВЫСОКИХ ДАВЛЕНИЙ ПРЕССОВАНИЯ

mpvbgtu@mail.ru

В данной статье приведены результаты электронно-микроскопических исследований поверхности образцов модифицированного высокодисперсного магнетитового железорудного концентрата подвергнутого высоким давлениям прессования. Магнетит используется в качестве наполнителя при разработке и проектированию новых видов радиационно-защитных материалов, в том числе материалов на основе алюминиевой матрицы.

Ключевые слова: магнетитовый железорудный концентрат, электронно-микроскопические исследования, композиционный материал, радиационно-защитный материал, алюмосодержащая матрица, высокодисперсный, поверхность, давление прессования.

Введение. В связи с ростом интереса к области радиационной безопасности, в последние годы возрастает количество разрабатываемых новых видов радиационно-защитных материалов. Создаются материалы включающие в себя несколько компонентов, обладающих различными физико-химическими и механическими свойствами. В последнее время разрабатываются все больше новых видов радиационно-защитных материалов, иных материалов, изделий и конструкций специального назначения, которые состоят из двух и более компонентов, отличающихся по своей природе [1–22]. В современном радиационно-защитном материаловедении актуальной задачей является разработка новых видов композиционных материалов, в том числе и композитов на основе матриц цветных металлов с различными наполнителями [23–37].

Методология. Электронно-микроскопические исследования выполнены на сканирующем электронном микроскопе высокого разрешения "TESCAN MIRA 3 LMU".

Основная часть. Одним из наполнителей, который может использоваться в качестве добавки в матрицу цветных металлов, а в частности алюмосодержащую матрицу, является магнетитовый железорудный концентрат Лебединского месторождения КМА. После процесса химической обработки и очистки такой железорудный концентрат на 99,7–99,9 % представляет собой высокодисперсный магнетит (Fe_3O_4) с плотностью 4900–5200 кг/м³.

Некоторые новые виды радиационно-защитных материалов получают при высоких давлениях прессования. Перед процессом разработки и получения новых видов радиационно-защитных композиционных материалов на ос-

нове алюмосодержащей матрицы и наполнителей, одним из которых является высокодисперсный магнетит, представлялся научный интерес в электронно-микроскопических исследованиях его свойств при высоких значениях давления прессования.

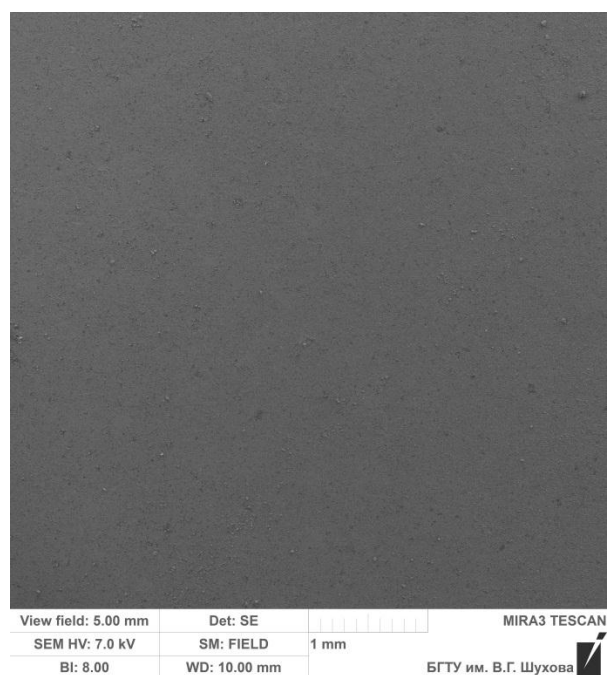
Предварительно магнетит прошел процесс модифицирования с целью привития на его поверхности микрослоя оболочки в виде оксида алюминия. Дальнейшие исследования были проведены с модифицированным высокодисперсным гематитовым концентратом Лебединского месторождения КМА.

Были изучены поверхности образцов высокодисперсного магнетитового железорудного концентрата подвергнутого давлениям прессования 50000 кгс/см², 100000 кгс/см², 150000 кгс/см², 200000 кгс/см².

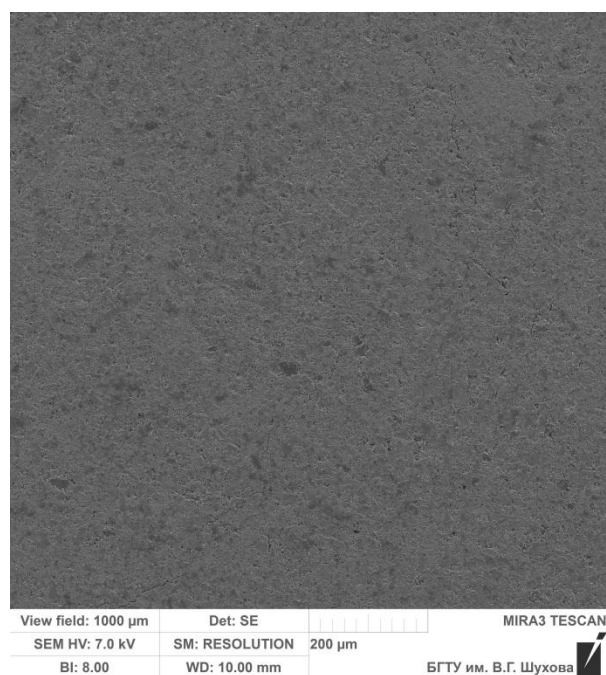
На рисунке 1 представлены микрофотографии поверхности образца высокодисперсного магнетитового железорудного концентрата подвергнутого давлению прессования 50000 кгс/см² с кратностями увеличения 5000 мкм, 1000 мкм, 100 мкм, 10 мкм.

На рисунке 2 представлены микрофотографии поверхности образца высокодисперсного магнетитового железорудного концентрата подвергнутого давлению прессования 100000 кгс/см² с кратностями увеличения: 5000 мкм, 1000 мкм, 100 мкм, 10 мкм.

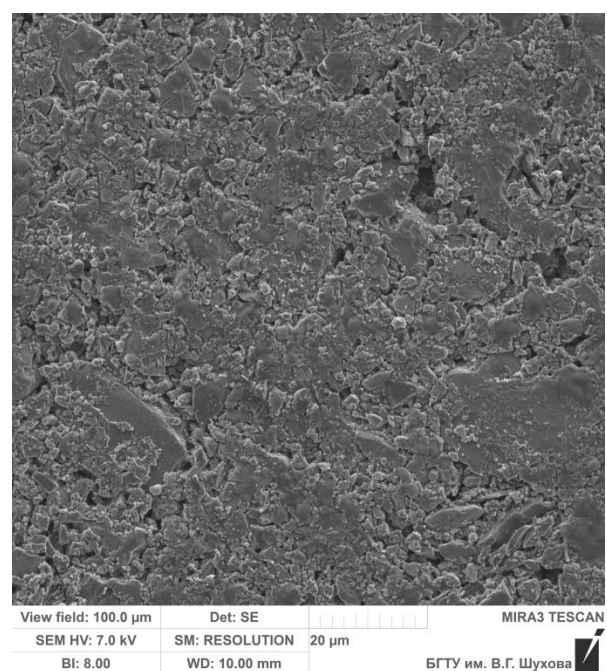
На рисунке 3 представлены микрофотографии поверхности образца высокодисперсного магнетитового железорудного концентрата подвергнутого давлению прессования 150000 кгс/см² с кратностями увеличения: 5000 мкм, 1000 мкм, 100 мкм, 10 мкм.



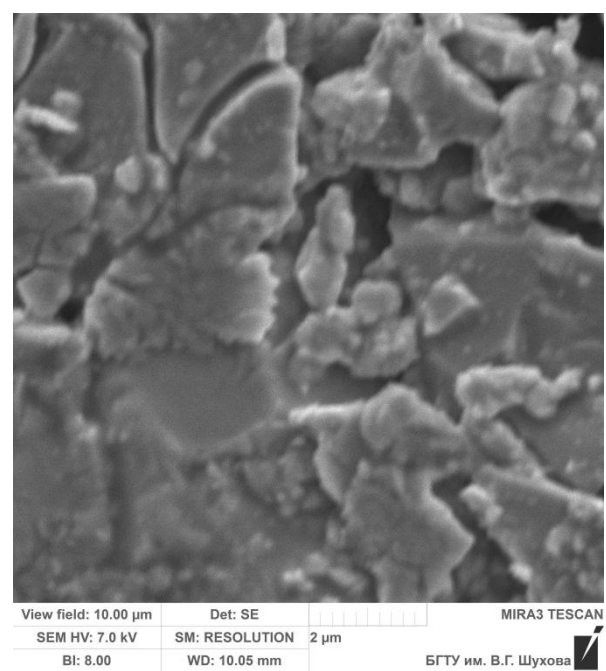
а)



б)

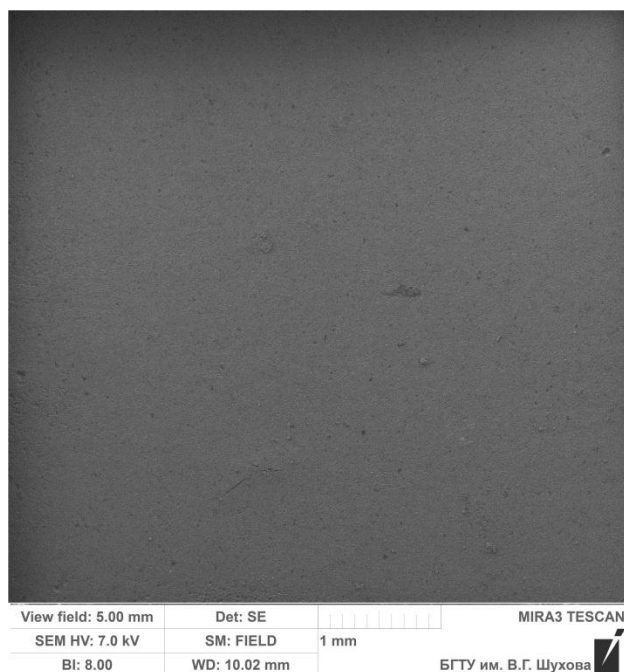


в)

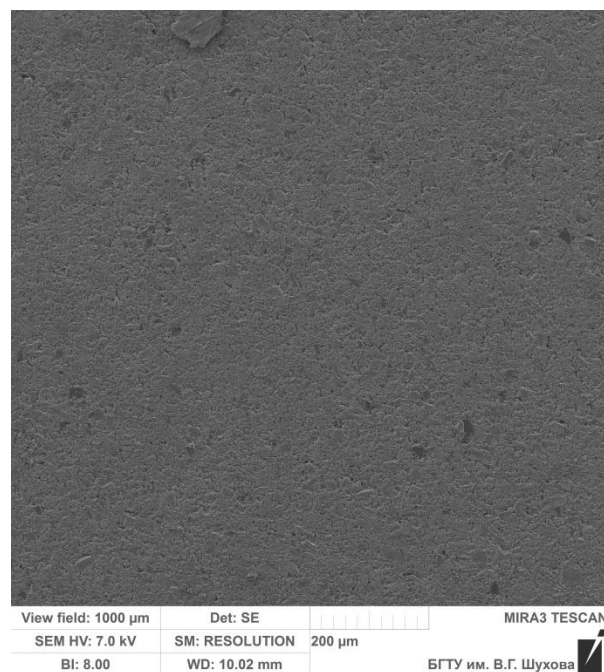


г)

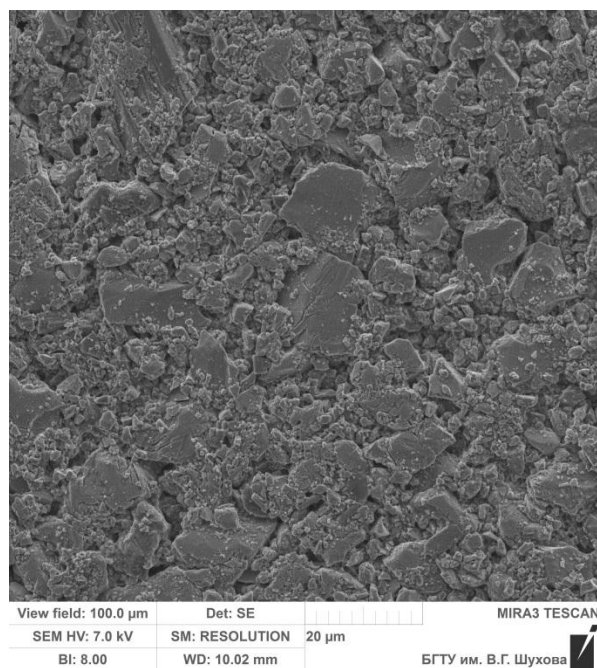
Рис. 1. Микрофотографии поверхности образца высокодисперсного магнетита, подвергнутого давлению прессования 50000 кгс/см² с увеличением: а) 5000 мкм, б) 1000 мкм, в) 100 мкм, г) 10 мкм



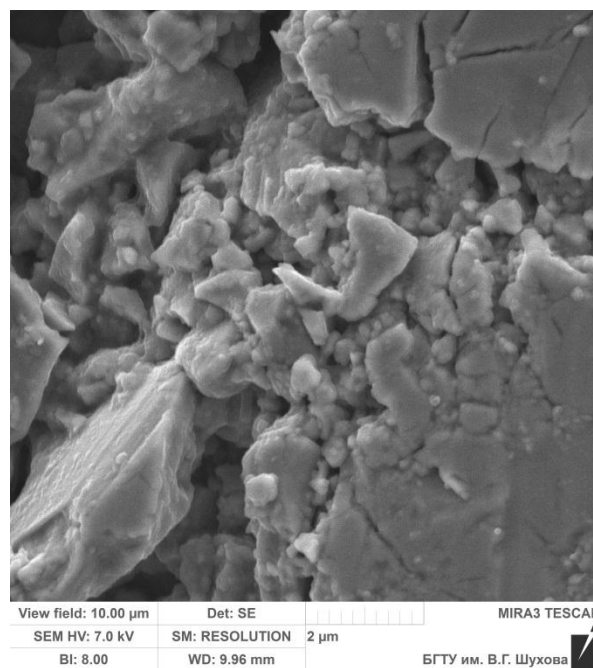
а)



б)

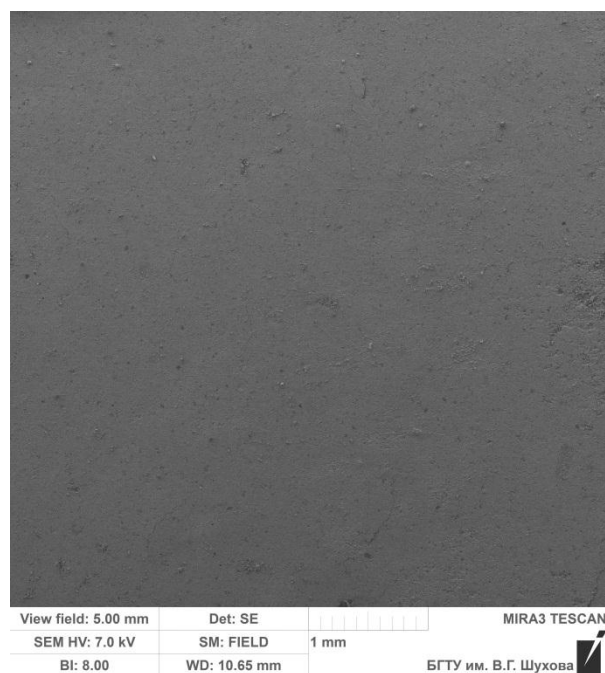


в)

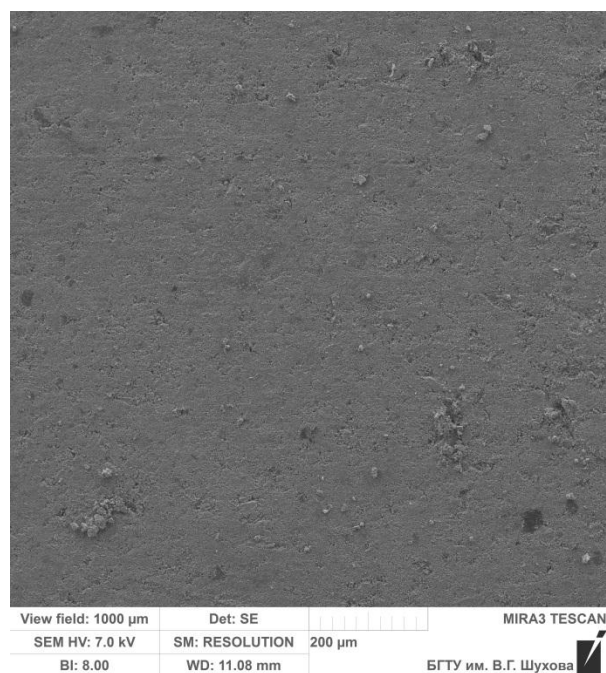


з)

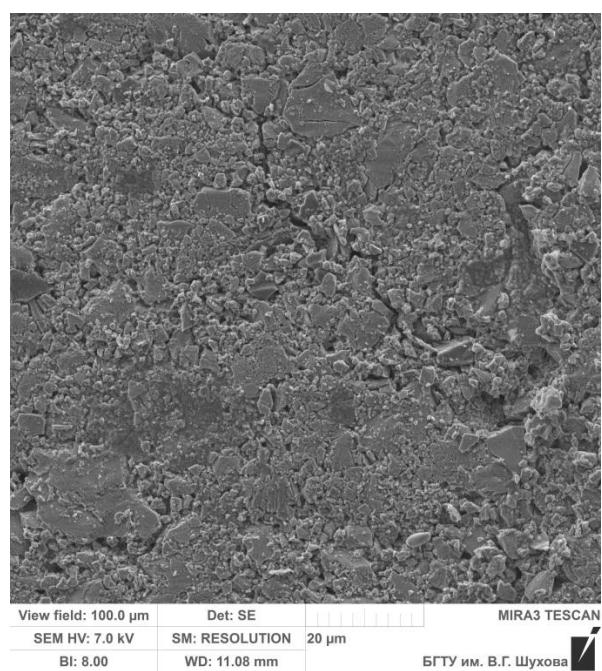
Рис. 2. Микрофотографии поверхности образца высокодисперсного магнетита, подвергнутого давлению прессования 100000 кгс/см^2 с увеличением: а) 5000 мкм, б) 1000 мкм, в) 100 мкм, з) 10 мкм



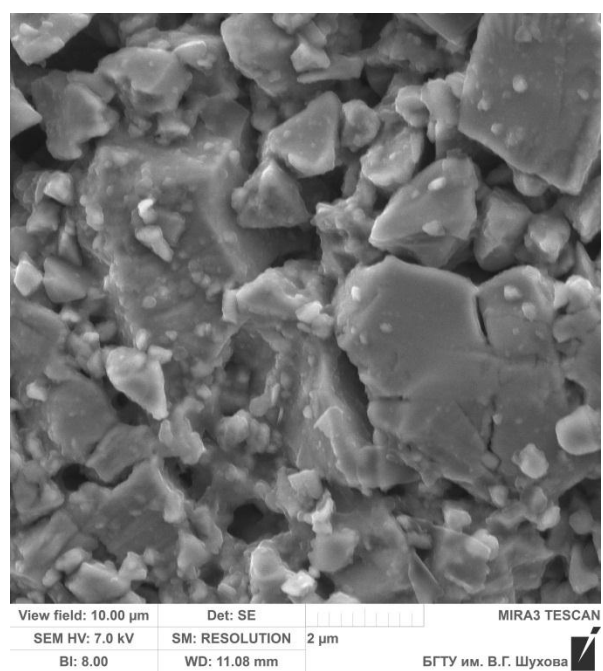
а)



б)



в)

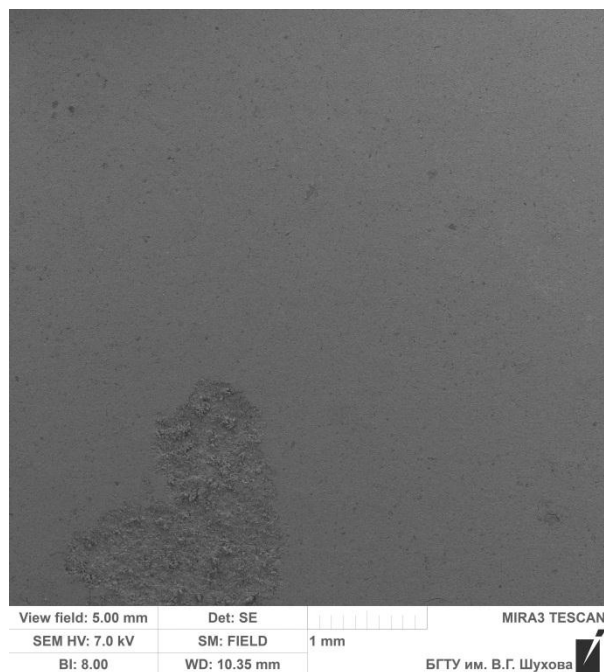


г)

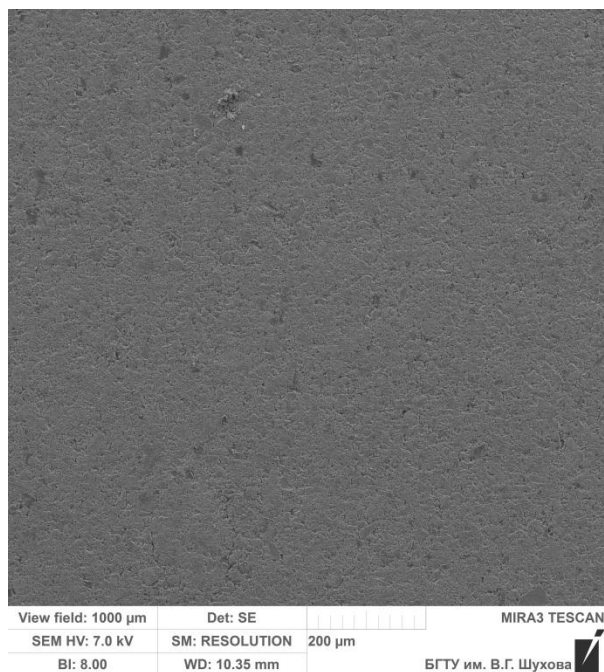
Рис. 3. Микрофотографии поверхности образца высокодисперсного магнетита, подвергнутого давлению прессования 150000 кгс/см^2 с увеличением: а) 5000 мкм, б) 1000 мкм, в) 100 мкм, г) 10 мкм

На рисунке 4 представлены микрофотографии поверхности образца высокодисперсного магнетитового железорудного concentra-

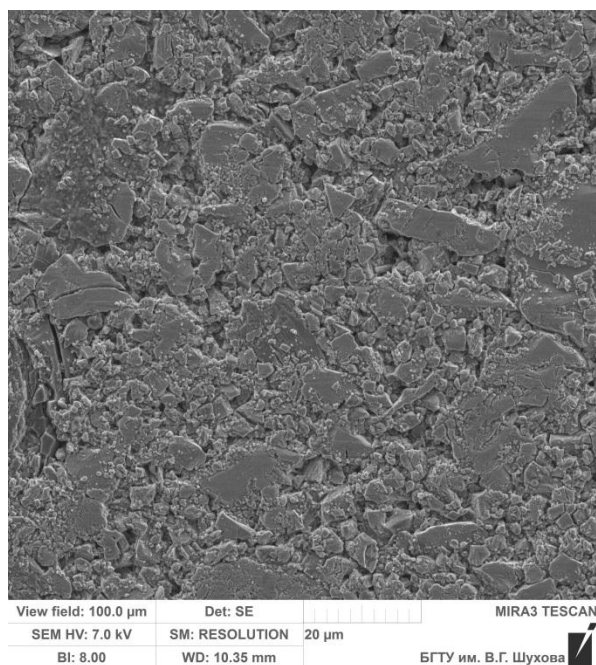
та подвергнутого давлению прессования 200000 кгс/см^2 с кратностями увеличения: 5000 мкм, 1000 мкм, 100 мкм, 10 мкм.



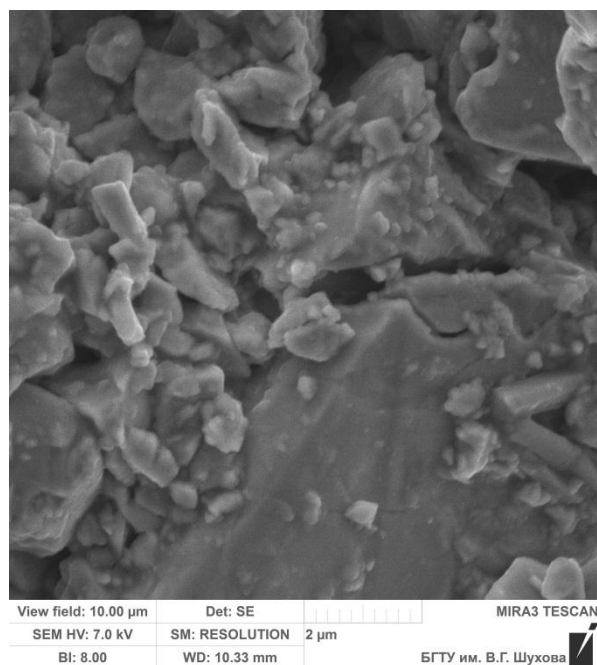
а)



б)



в)



г)

Рис. 4. Микрофотографии поверхности образца высокодисперсного магнетита, подвергнутого давлению прессования 200000 кгс/см^2 с увеличением: а) 5000 мкм, б) 1000 мкм, в) 100 мкм, г) 10 мкм

Анализируя данные рисунков 1–4 можно сделать следующие выводы: на микрофотографиях образца высокодисперсного магнетита подвергнутого давлению прессования 50000 кгс/см^2 (рис. 1 а–г) видно, что частицам материала присуща неправильная форма с сильной агрегацией и шероховатыми гранями. Образец при таком давлении прессования имеет недостаточно плотную компоновку и уплотнение частиц магнетита в нем, заметны небольшие области, незаполненные частицами гематита по всему объему образца.

При повышении давления прессования до 100000 кгс/см^2 (рис. 2 а–г) наблюдается небольшое повышение степени уплотнения образца по всему объему, а также образование на поверхности более крупных частиц магнетита незначительных микротрещин.

При увеличении давления прессования до 150000 кгс/см^2 – 200000 кгс/см^2 (рис. 3 а–г, 4 а–г) наблюдается значительное увеличение степени разрушения наиболее больших по размеру частиц магнетита в общей массе образцов материала: агрегация их поверхности изменяется, появляются сглаженные области и грани частиц магнетита; визуально наблюдается более компактная упаковка частиц магнетитового железорудного концентрата по объему всего образца; так же можно наблюдать зоны хорошей и недостаточной спрессованности.

В зонах с хорошей спрессованностью наблюдается довольно плотная упаковка слоев материала частицами магнетита, что говорит о качественном распределении частиц магнетита всего спектра фракционного состава по данному исследуемому объему образца. Но на микрофотографиях с давлением прессования 150000 кгс/см^2 отмечаются так же небольшие по размерам зоны с недостаточной спрессованностью, обоснованные нехваткой частиц магнетита мелких фракций. С увеличением давления прессования, степень разрушения частиц гематита наибольших размеров увеличивается и упаковка частиц по всему объему композита становится плотнее. При давлении прессования 200000 кгс/см^2 на микрофотографиях отмечается увеличение зон с хорошей спрессованностью, предполагаемыми причинами чего, является сосредоточие большого процента мелкой фракции материала в данных зонах, и как следствие повышение степени скомпонованности и спрессованности частиц магнетита в таких зонах.

На рисунке 5 представлен скол магнетита подвергнутого давлению прессования 200000 кгс/см^2 .

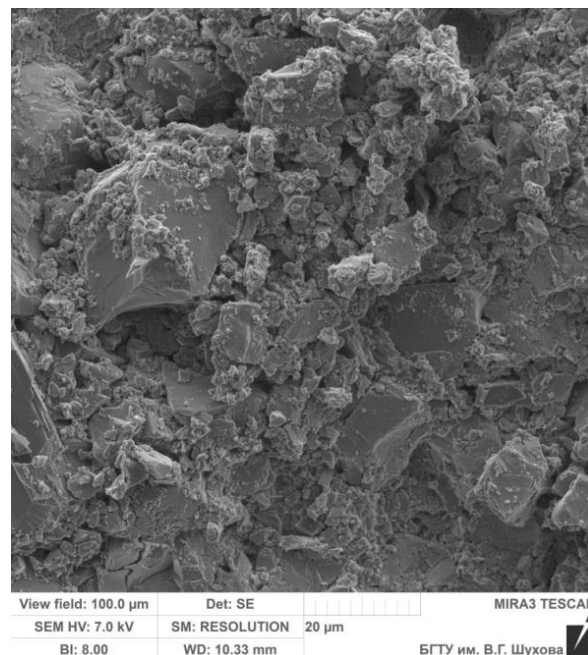


Рис. 5. Микрофотографии скола образца высокодисперсного магнетита, подвергнутого давлению прессования 200000 кгс/см^2 с увеличением 100 мкм

Из фотографии видно, что частицы магнетита довольно плотно прилегают друг к другу, но в некоторых местах наблюдается неоднородность, которая обосновывается, как было сказано выше, недостатком его частиц самой мелкой фракции.

Выводы. Из выше представленных исследований можно сделать предположение, что структуру поверхности образца, полученного методом прессования при высоких давлениях из высокодисперсного модифицированного магнетитового железорудного концентрата, а также его структуру по всему объему, можно сделать более плотной за счет добавления ориентировочно 20–25 % частиц магнетита более мелкой фракции (до 1 мкм) с последующим увеличением давления его прессования в 2–2,5 раза.

В дальнейшей работе большой практический и научный интерес представляют исследования свойств поверхности высокодисперсного модифицированного гематитового концентрата на зондовом микроскопе (класс атомно-силовых микроскопов).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Королёв Е.В., Самошин А.П., Смирнов В.А., Королева О.В., Гришина А.Н. Методики и алгоритм синтеза радиационно-защитных материалов нового поколения: Учебное пособие. Пенза: ПГУАС, 2009. 130 с.
2. Потапов Ю.Б., Борисов Ю.М., Барабаш Д.Е. Концептуальный подход к проектированию

эффективных композиций на основе модифицированных олигодиенов // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Физико-химические проблемы и высокие технологии строительного материаловедения. 2008. № 1. С. 69–74.

3. Гуревич Л.М., Трыков Ю.П., Волчков В.М., Писарев С.П., Новиков Р.Е., Загребина А.А. Влияние температуры на процессы деформирования слоистых титаноалюминиевых композитов при изгибе // Известия Волгоградского государственного технического университета. 2015. № 5 (160). С. 100–103

4. Матюхин П.В., Ястребинская А.В., Павленко З.В. Использование модифицированного железорудного сырья для получения конструкционной биологической защиты атомных реакторов // Успехи современного естествознания. 2015. № 9–3. С. 507–510.

5. Гарькина И.А., Данилов А.М., Домке Э.Р., Королев Е.В. Синтез композиционных материалов как сложных систем // Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). 2009. № 4. С. 48–55.

6. Авраамов Ю.С., Шляпин А.Д., Кравченков А.Н., Трубицын П.Н. Применение механизмов твердо-жидкофазного взаимодействия с целью получения новых радиационно-защитных материалов // Итоги и перспективы интегрированной системы образования в высшей школе России: образование – наука – инновационная деятельность Труды конференции. МГИУ – ИТИП РАО – МИИР – ИМБ – МАН ИПТ. 2011. С. 386–388.

7. Ястребинский Р.Н., Павленко В.И., Матюхин П.В., Воронов Д.В., Павленко З.В., Самойлова Ю.М. Конструкционные радиационно-защитные композиционные материалы на основе модифицированных железорудных пород КМА // Региональная научно-техническая конференция по итогам конкурса ориентированных фундаментальных исследований по междисциплинарным темам, проводимого Российским фондом фундаментальных исследований и Правительством Белгородской области Белгородский государственный технологический университет им. В.В. Шухова. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. 2015. С. 491–499.

8. Kasagi T., Suenaga S., Tsutaoka T., Hatakeyama K. High frequency permeability of ferromagnetic metal composite materials // Journal of Magnetism and Magnetic Materials. 2007. Т. 310. №2 SUPPL. PART 3.P. 2566–2568.

9. Данилов А.М., Королев Е.В., Самошин А.П., Смирнов В.А. Материалы специального назначения: выбор элементного состава // Региональная архитектура и строительство. 2009. № 2. С. 37–40.

10. Павленко В.И., Матюхин П.В. Основные аспекты разработки современных радиационно-защитных конструкционных металлокомпозиционных материалов // Современные наукоемкие технологии. 2005. № 10. С. 85–86.

11. Потапов Ю.Б. Эффективные строительные композиты и конструкции на их основе с комплексом заданных свойств. Промышленное и гражданское строительство. 2010. №9. С. 9–11.

12. Болдырев А.М., Орлов А.С., Рубцова Е.Г. Ресурсосберегающие технологии получения металлобетонных строительных композитов // Изв. вузов. Строительство. 2002. №4. С. 38 – 43.

13. Лаптев Г.А., Потапов Ю.Б., Ерофеев В.Т. Разработка технологии изготовления металлобетонных // Строительство и реконструкция. 2015. № 1 (57). С. 123–129.

14. Потапов Ю.Б., Борисов Ю.М., Барабаш Д.Е. Концептуальный подход к проектированию эффективных композиций на основе модифицированных олигодиенов // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Физико-химические проблемы и высокие технологии строительного материаловедения. 2008. № 1. С. 69–74.

15. Королев Е.В. Серные композиционные материалы специального назначения // Строительные материалы. 2008. № 3. С. 99–106.

16. Павленко В.И., Ястребинский Р.Н., Матюхин П.В., Ястребинская А.В., Куприева О.В., Самойлова Ю.М. Радиационно-защитные транспортные контейнеры отработавшего ядерного топлива на основе высоконаполненной полимерной матрицы и железорудного сырья КМА // Региональная научно-техническая конференция по итогам конкурса ориентированных фундаментальных исследований по междисциплинарным темам, проводимого Российским фондом фундаментальных исследований и Правительством Белгородской области Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. 2015. С. 320–330.

17. Баженов Ю.М., Королев Е.В., Самошин А.П., Королева О.В. Выбор заполнителя для радиационно-защитных бетонов вариатропно-каркасной структуры // Региональная архитектура и строительство. 2009. № 1. С. 9–13.

18. Матюхин П.В., Павленко В.И., Ястребинский Р.Н., Дороганов В.А., Черкашина Н.И., Евтушенко Е.И. Термостойкие радиационно-защитные композиционные материалы, эксплуа-

тируемые при высоких температурах // Огнеупоры и техническая керамика. 2014. № 7–8. С. 23–25.

19. Belomytsev M.Yu., Kozlov D.A, Stability of composite materials nail–refractory metal with cellular structure // Metal Science and Heat Treatment. 2006. Т. 48. № 5–6. Р. 255–260.

20. Гуревич Л.М., Трудов А.Ф., Арисова В.Н. Технология получения порошковых композиционных материалов // Учебно-методическое пособие. Волгоград, ВолГТУ. 2016. 107 с.

21. Ястребинский Р.Н., Матюхин П.В., Самойлова Ю.М. Использование оксидов тяжелых металлов для синтеза радиационно-защитных материалов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2015. № 12–7. С. 1199–1202.

22. Minaev Y.A.. Fundamental property of metals–grain boundaries phase transition as a basis of nanostructured layers, materials and composites production // Materials Science Forum. 2010. Т. 654–656. Р. 1852–1855.

23. Гуревич Л.М., Арисова В.Н., Пономарева И.А. Влияние формы образца на поведение при сжатии магниево-алюминиевых композитов // Известия Волгоградского государственного технического университета. 2015. № 8 (168). С. 116–120.

24. Болдырев А.М., Орлов А.С., Рубцова Е.Г., Особенности создания композиционных строительных материалов с металлическими матрицами (металлобетонов) // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Физико-химические проблемы и высокие технологии строительного материаловедения. 2008. № 1. С. 5–11.

25. Матюхин П.В. Радиационно-защитный конструкционный композиционный материал // Международный научно-исследовательский журнал. 2014. № 9 (28). С. 40–41.

26. Авраамов Ю.С., Кравченков А.Н., Кравченкова И.А., Трубицын П.Н., Шляпин А.Д. Получение антифрикционного композиционного материала на основе силумина ак12 // Известия Московского государственного индустриального университета. 2011. № 3 (23). С. 10–15.

27. Самошин А.П. Каркасные металлобетоны для защиты от радиации // Строительные материалы. 2008. № 9. С. 84–88.

28. Матюхин П.В., Бондаренко Ю.М., Павленко В.И. Спектральный анализ наполнителя на основе оксида висмута радиационно-защитного металлокомпозиционного материала // Фундаментальные исследования. 2013. № 1–1. С. 148–152.

29. Авраамов Ю.С., Кошкин В.И., Кравченкова И.А., Кравченков А.Н., Шляпин А.Д. О выборе элемента–лидера при поверхностном контактном легировании сплавов на основе алюминия и меди из расплавов тяжелых легкоплавких металлов // Машиностроение и инженерное образование. 2010. № 1. С. 37–41.

30. Гуревич Л.М., Трыков Ю.П., Арисова В.Н., Пономарева И.А., Щербин Д.В. Моделирование деформаций при горячей прокатке магниево-алюминиевого композита // Известия Волгоградского государственного технического университета. 2015. № 8 (168). С. 120–124

31. Матюхин П.В. Неорганический радиационно-защитный металлокомпозиционный материал строительного назначения // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2007. № 9. С. 35–39.

32. Кравченков А.Н., Шляпин А.Д. Контактное легирование легкоплавкими элементами // Машиностроение и инженерное образование. 2009. № 4. С. 31–34.

33. Гуревич Л.М., Арисова В.Н., Пономарева И.А. Моделирование поведения при сжатии магниево-алюминиевых композитов // Наука, образование, общество: актуальные вопросы и перспективы развития Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции: в 4 частях. ООО «АР–Консалт». 2015. С. 56–57.

34. Авраамов Ю.С., Кравченков А.Н., Кравченкова И.А., Шляпин А.Д. Механические и антифрикционные свойства сплавов Fe–Cu–Pb–Sn–Zn, полученных методом контактного легирования // Машиностроение и инженерное образование. 2010. № 4. С. 47–51.

35. Матюхин П.В., Павленко В.И., Ястребинский Р.Н., Черкашина Н.И., Дороганов В.А., Евтушенко Е.И. Жаропрочный радиационно-защитный композиционный материал конструкционного назначения // Огнеупоры и техническая керамика. 2014. № 10. С. 32–36.

36. Гуревич Л.М., Трыков Ю.П., Арисова В.Н., Пономарева И.А., Голик А.А. Моделирование контактного упрочнения в магниево-алюминиевых композитах // Известия Волгоградского государственного технического университета. 2014. Т. 9. № 9 (136). С. 72–76.

37. Арисова В.Н., Трыков Ю.П., Гуревич Л.М., Самарский Д.С. Влияние прокатки на деформацию трехслойного магниево-алюминиевого композита // Деформация и разрушение материалов. 2007. № 2. С. 37–39.

Matyukhin P.V.

**ELECTRON MICROSCOPIC STUDY MAGNETITE IRON
CONCENTRATE EXPOSED TO HIGH COMPACTION PRESSURE**

This article presents the results of electron–microscopic study of samples surface–modified finely divided magnetite iron ore concentrate subjected to high pressure molding. Magnetite used as a filler in the development and design of new types of radiation protective materials, including materials based on aluminum matrix.

Key words: *magnetite iron ore concentrate, electron–microscopic study, a composite material, the radiation–shielding material, aluminum–containing matrix, highly dispersed, surface compaction pressure.*

Матюхин Павел Владимирович, кандидат технических наук, доцент кафедры теоретической и прикладной химии. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

E–mail: mpvbgstu@mail.ru

DOI: 10.12737/22817

Ястребинская А.В., канд. техн. наук, доц.,
Карнаухов А.А., магистрант

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДИСПЕРГИРОВАННОЙ ДРОБИ ГИДРИДА ТИТАНА

karanna1@mail.ru

В работе исследованы физико-технические свойства молотой дроби гидрида титана, с целью создания, на её основе, радиационно-стойкого материала в условиях длительных радиационно-термических нагрузок.

В качестве исходного материала использовалась дробь гидрида титана с содержанием водорода до 3,35 % масс., измельчённая до дисперсности 10,7–6,6 мкм. Термогравиметрическими исследованиями установлено окисление гидрида титана в процессе нагрева с образованием рутила, что приводит к снижению радиационно-защитных свойств материала. Для сохранения радиационно-защитных свойств, проведено прессование порошкообразного гидрида титана до монолитного материала при различных удельных давлениях. Установлены оптимальные технологические режимы прессования материала и исследована структура поверхности полученных образцов. Материал рекомендован для получения радиационно- и термически стойкого композита на основе наполненных гидридом титана тяжёлых флинтов, которые будут являться дополнительным связующим агентом, позволяющим обеспечить готовому композиту стойкость как к нейтронному, так и к гамма излучению.

Ключевые слова: гидрид титана, дробь, диспергирование, структура, свойства, радиационная стойкость, термическая стойкость.

Введение. В настоящее время, с целью обеспечения безопасности эксплуатации ядерных реакторов АЭС и ядерных энергетических установок (ЯЭУ), необходимо создание материалов обладающих не только высокой поглощающей способностью гамма- и нейтронного излучения, но и термически устойчивых материалов обладающих требуемыми физико-механическими и радиационно-защитными свойствами в условиях длительных радиационно-термических нагрузок [1–3].

В современных ЯЭУ для радиационной защиты широко применяется гидрид титана. Данный материал обладает высокими нейтронно-защитными свойствами и используется для поглощения нейтронных потоков в ядерной энергетике в качестве замедлителя в регулирующих стержнях ядерного реактора на быстрых нейтронах, а также в качестве наполнителя для защиты от радиоактивного излучения [4–7].

В данной работе исследованы физико-технические свойства молотой дроби гидрида титана, с целью создания, на её основе, радиационно-стойкого материала в условиях длительных радиационно-термических нагрузок.

Методика. В качестве исходного материала использовался гидрид титана, в виде мелкодисперсной дроби полученной ОАО «ВНИИНМ» (г. Москва) методом центробежного распыления из титана марки ВТ 1-0 на установке ЦЕНТР-710-2 с последующим гидрированием до несте-

хиометрического содержания водорода 3,35 % масс. Т.к. сама по себе дробь гидрида титана плохо поддается прессованию, а прессование со связующим не дает гарантии высокой плотности упаковки нейтронно-защитных частиц и отсутствия «проскока» нейтронов, решено было придать дроби гидрида титана порошкообразную форму.

Порошкообразное состояние дроби достигалось путем ее измельчения на планетарной мельнице типа Санд-1, помол проводился в несколько этапов, что позволило пронаблюдать изменение удельной поверхности материала при помощи лазерного анализатора частиц и получить результаты, представленные в табл. 1.

Таблица 1

Результаты гранулометрии

№ образца	Диаметр частицы (мкм)	Удельная поверхность (см ² /см ³)
1	10,7	14 323
2	9,3	14 346
3	9,7	16 348
4	7,1	26 104
5	7,0	28 183
6	6,6	33 695

По результатам гранулометрии, для дальнейших исследований были выбраны образцы молотой дроби гидрида титана с удельной поверхностью (см²/см³) и диаметром частиц (мкм), соответственно: 14323 и 10,7 (образец

№1); 26104 и 7,1 (образец №4); 33695 и 6,6 (образец №6), обладающие наибольшим разбросом дисперсности, что в свою очередь должно обеспечить наибольшую степень упаковки частиц при прессовании материала.

Основная часть

В результате перехода дробы в порошкообразное состояние, возможна потеря водорода, что может негативно сказаться на нейтронно-защитных свойствах материала. Поэтому был

проведен рентгено-фазовый анализ образцов №1, №4, №6, результаты которого представлены на рис. 1-3.

В ходе расшифровки рентгенограмм, обнаружено полное соответствие межплоскостных расстояний, представленных на рисунках, гидриду титана $TiH_{1,95}$, что свидетельствует о сохранении химически-связанного водорода в составе порошка молотой дробы.

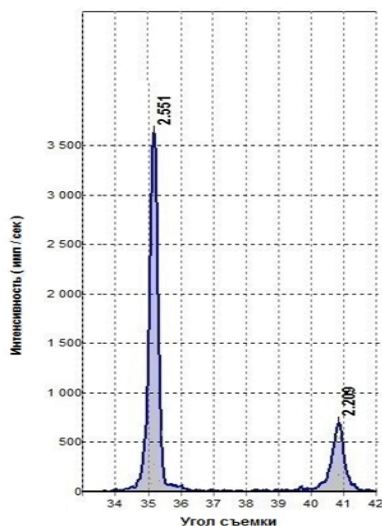


Рис. 1. Рентгенограмма образца №1

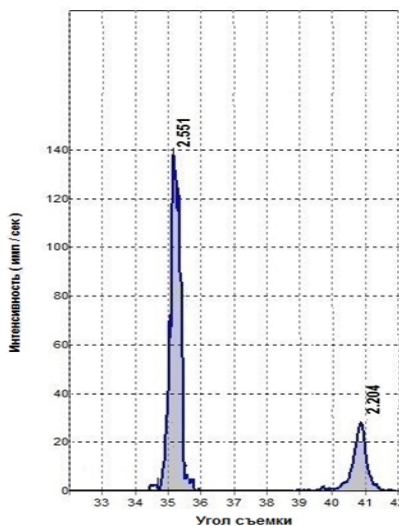


Рис. 2. Рентгенограмма образца №4

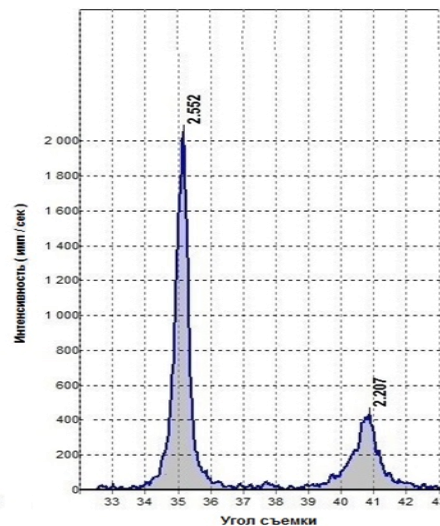


Рис. 3. Рентгенограмма образца №6

В дальнейшем был проведен дифференциальный термический анализ (ДТА) образцов, в среде кислорода (O_2) и аргона (Ar) с помощью прибора синхронного термического анализа

STA 449 F1 Jupiter. Зависимости изменения массы образцов от увеличения температуры в среде кислорода представлены на рис.4, в среде аргона – на рис.5.

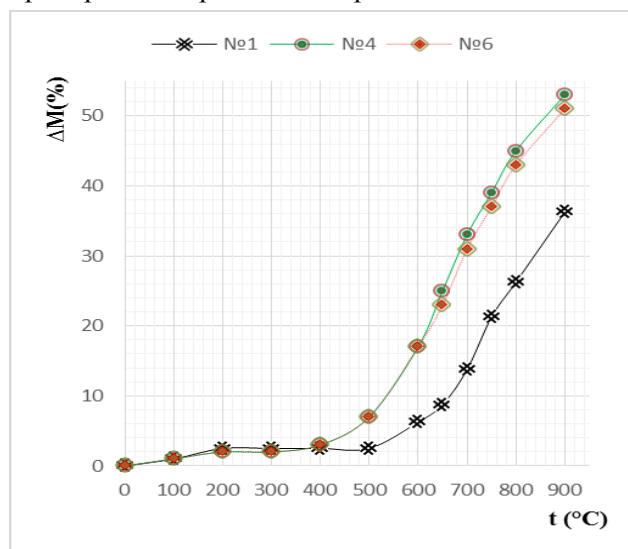


Рис. 4. Зависимость изменения массы образцов от увеличения температуры в среде кислорода

На рис.4 видно, что наиболее термоустойчивым в среде кислорода является образец №1, значительный прирост массы которого начинается от 500 °C. В общем случае, прирост массы связан с тем, что в процессе помола была нару-

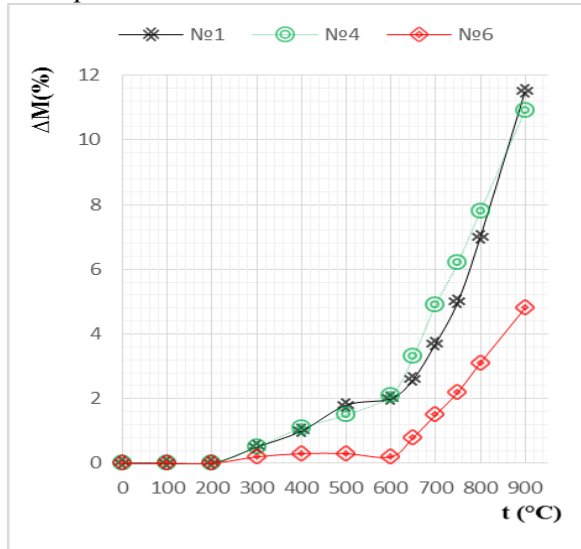


Рис. 5. Зависимость изменения массы образцов от увеличения температуры в среде аргона

шена защитная оболочка дробы, что повлекло окисление гидрида титана в процессе нагрева и произошло образование рутила, что подтверждается результатом расшифровки рентгенограмм образца молотой дробы гидрида титана

после нагрева до 600°C , представленным на рис.6.

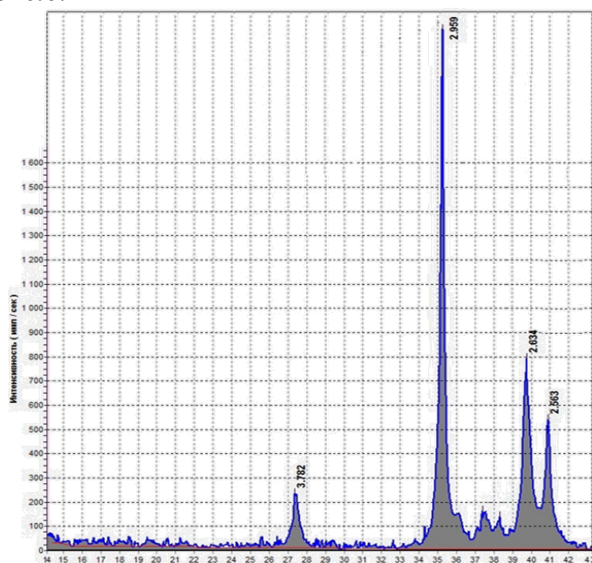


Рис. 6. Рентгенограмма молотой дробы гидрида титана после нагрева до 600°C

Наибольшей термоустойчивостью в среде аргона, рис.5, обладает образец №6, начало тер-

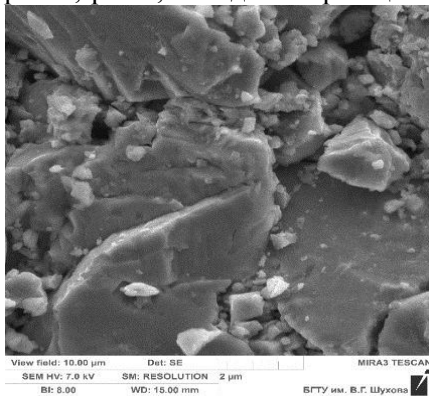


Рис. 7. Образец №1
Удельное давление
63,7373 МПа

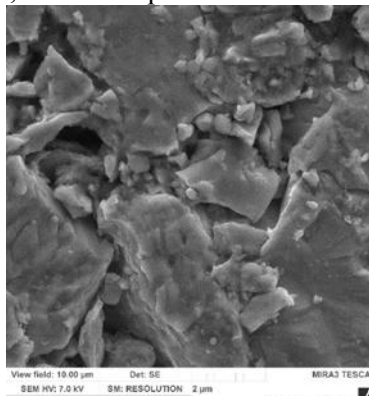


Рис. 8. Образец №1
Удельное давление
127,4845 МПа

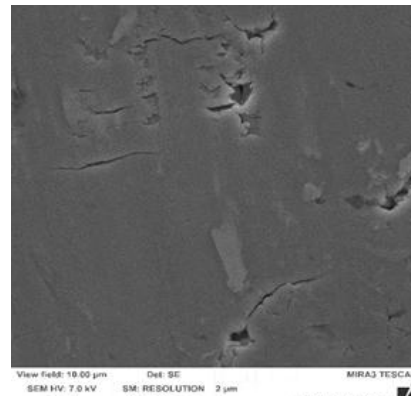


Рис. 9. Образец №1
Удельное давление
382,425 МПа

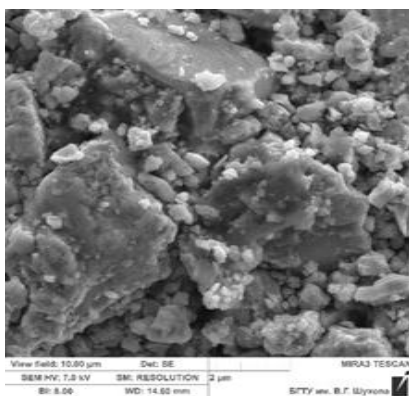


Рис. 10. Образец №4,
Удельное давление
63,7373 МПа

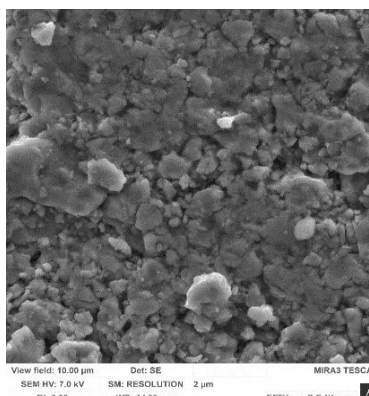


Рис. 11. Образец №4
Удельное давление
127,4845 МПа

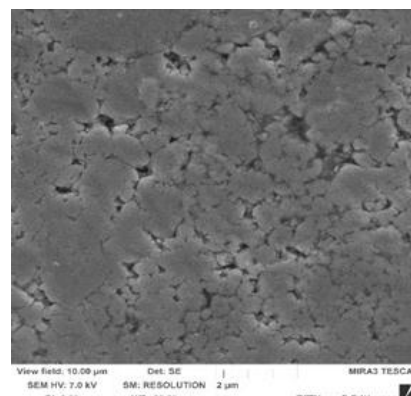


Рис. 12. Образец №4
Удельное давление
382,425 МПа

С увеличением удельной нагрузки, как в образце 1, так и в образце 4, снижается количество микротрещин. При этом в образце 1 при

моокислительной деструкции которого соответствует 600°C .

Исходя из результатов ДТА, можно сделать вывод, что порошок дробы гидрида титана теряет свои нейтронно-защитные свойства в процессе нагрева. Для сохранения радиационно-защитных свойств, было принято решение спрессовать порошкообразный гидрид титана до монолитного материала.

Прессование проводилось, в пресс форме с диаметром пуансона 35 мм. При 25 т., 50 т. и 150 т. Что позволило достигнуть удельного давления 63,7373 МПа, 127,4835 МПа и 382,425 МПа соответственно. Материал прекрасно спрессовался, без добавления какого-либо связующего за счет пластической деформации металлического титана.

Полученные материалы, исследованы при помощи сканирующего электронного микроскопа высокого разрешения TESCAN MIRA 3 LMU, результаты представлены на рис. 7–12.

нагрузке 382,425 МПа количество микротрещин минимально.

Дальнейшие исследования будут направлены на получение радиационно- и термически стойкого материала на основе молотой дробы гидроксида титана (образец №1) и, в том числе, тяжёлых флюидов, которые будут являться дополнительным связующим агентом, позволяющим обеспечить готовому композиту стойкость как к нейтронному, так и к гамма излучению.

Выводы. Установлено, что при помоле дробы гидроксида титана не происходит потерь химически связанного водорода.

По результатам ДТА было определено, что образец молотой дробы гидроксида титана с удельной поверхностью ($\text{см}^2/\text{см}^3$) и диаметром частиц (мкм), соответственно: 14323 и 10,7 (образец №1); является наиболее термоустойчивым в среде кислорода, а образец молотой дробы гидроксида титана с удельной поверхностью ($\text{см}^2/\text{см}^3$) и диаметром частиц (мкм), соответственно: 33695 и 6,6 (образец №6) – в среде аргона;

Результатами микроскопии подтверждено, что с увеличением удельного давления снижается количество микротрещин на поверхности образцов. Образец №1 имеет более однородную поверхность по сравнению с образцом №4

Таким образом, для дальнейших исследований был выбран образец молотой дробы гидроксида титана с удельной поверхностью $14323 \text{ см}^2/\text{см}^3$ и диаметром частиц 10,7 мкм.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Васильев Г.А. Водородсодержащие материалы для атомной энергетики // Международный научно-исследовательский журнал. 2014. № 11-2 (30). С. 10–13.
2. Трухня А.Д.. Основы современной энергетики; под общ. ред. чл.-корр. РАН Е.В. Аметистова. М.: Издательский дом МЭИ, 2008. Т. 1. С. 174.
3. . Мюллер В. Гидриды металлов. В. Мюллер Д. Блэкедж и Дж. Либовиц. М.: Атомиздат. 1998. С. 432.
4. Карнаухов А.А., Ястребинская А.В.. О возможности использования гидроксида титана для нейтронной защиты // Международная научно-техническая конференция «Энерго- и ресурсосберегающие экологически чистые химико-технологические процессы защиты окружающей среды», БГТУ им. В.Г. Шухова, г. Белгород. Ч.2. С. 48–52.
5. Павленко В.И., Едаменко О.Д., Черкашина Н.И., Куприева О.В., Носков А.В. Изучение коэффициентов ослабления фотонного и нейтронного пучков при прохождении через гидрид титана // Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования. 2015. № 6. С. 21.
6. Ястребинский Р.Н. Радиационно-стойкий композиционный материал с высокой поглощающей способностью гамма- и нейтронного излучения / Безопасность жизнедеятельности в техносфере: сб. докл. II Междунар. интернет-конф., 22–23 окт. 2014 г. // Белгор. гос. технол. ун-т. Белгород: Изд-во БГТУ, 2014. С. 68–71.
7. Ястребинская А.В., Матюхин П.В., Павленко З.В., Карнаухов А.В., Черкашина Н.И. Использование гидридсодержащих композитов для защиты ядерных реакторов от нейтронного излучения // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2015. № 12–6. С. 987–990.

Yastrebinskaya A.V., Karnaukhov A.A.

PHYSICS AND TECHNOLOGY PROPERTIES OF THE DISPERSED FRACTION OF HYDRIDE OF TITANIUM

In operation physics and technology properties of ground fraction of hydride of titanium, for the purpose of creation, on its basis, radiation resistant material in the conditions of the long radiation and thermal loadings are probed.

As the initial material the fraction of hydride of titanium with the content of hydrogen up to 3,35% of masses was used., crushed to dispersibility of 10,7-6,6 microns. Thermogravimetric researches set oxidation of hydride of titanium in the course of heating with formation of rutile that leads to lowering of radiation protective properties of material. For saving radiation protective properties, molding of powdery hydride of titanium to monolithic material in case of different unit pressures is carried out. The optimum technological modes of molding of material are set and the structure of a surface of the received samples is probed. Material is recommended for receiving radiation and thermally resistant aggregate on the basis of the heavy flints filled with hydride of titanium which will be the additional binding agent allowing to provide to a ready aggregate firmness both to neutron and to a gamma to radiation.

Key words: hydride of titanium, fraction, dispersion, structure, properties, radiation firmness, thermal firmness.

Ястребинская Анна Викторовна, кандидат технических наук, доцент кафедры безопасности жизнедеятельности.

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

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

E-mail: karanna1@mail.ru

Карнаухов Александр Алексеевич, магистрант кафедры безопасности жизнедеятельности.

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

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

E-mail: gamma.control@ya.ru

Гребенюк А.А., аспирант,
Борисов И.Н., д-р техн. наук, проф.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

СНИЖЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ОБРАЗОВЫВАЮЩИХСЯ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПРИ СИНТЕЗЕ СУЛЬФОФЕРРИТНОГО КЛИНКЕРА

alexander.grebeniuk@mail.ru

Расчетным путем установлена возможность конкуренции реакций сульфатизации ферритов кальция и образования силикосульфата кальция. Определены возможные пути протекания реакций образования силикосульфата кальция. Предложены способы снижения количества образования кальциевого силикосульфата при получении сульфоферритного клинкера из сырьевых смесей, в которых содержится высокое количество оксида кремния.

Ключевые слова: сульфоферритный клинкер, силикосульфат кальция, резкий обжиг.

Рост количества скопившихся за десятилетия техногенных отходов привел к вопросу их использования в различных сферах деятельности человека. Производство строительных материалов является одной из самых «передовых» отраслей в исследованиях, позволяющих максимально применить уже забытые техногенные отходы, как в качестве сырьевых компонентов, так и в качестве альтернативных источников энергии, если в составе отхода присутствует горючая составляющая [1].

Обратной стороной этого положительного решения проблемы являются трудности разработки технологической схемы производства. Подобные сложности связаны с присутствием в составе техногенных отходов «вторичных» химических компонентов, которые значительно усложняют производство, а зачастую делают его совсем невозможным. Соединения, которые приводят к товару низкого качества, могут и не присутствовать в конечном продукте, но они могут образовываться в процессе обжига сырьевой смеси. Одним из таких сомнительных соединений в сфере вяжущих материалов является сульфосиликат кальция ($2C_2S \cdot CaSO_4$). Проведенные многочисленные испытания, направленные на изучение влияния сульфатного спуррита на физико-механические свойства цемента и полученные результаты не дали однозначного ответа, поскольку имеются как положительные результаты [2], так и сведения, свидетельствующие о его негативном влиянии, как в процессе обжига, так и при реакциях гидратации и твердения [3].

Синтезирование сульфоферритного клинкера из техногенных отходов сопровождается образованием силикосульфата кальция в интервале температур 1000–1230 °С, массовое содержание которого по расчетным данным может достигать 63 %. Подобный ход протекания реакций при синтезе сульфоферритного клинкера наблюдается в составах со значительным содержанием ок-

сида кремния SiO_2 , связывающегося в процессе обжига с оксидом кальция CaO , образуя в результате фазу белита C_2S . Связывание белита и ангидрита, образующегося в значительном количестве в процессе обжига после реакций дегидратации и перестроения кристаллической решетки, приводит к образованию сульфатного спуррита. Поскольку ангидрит необходим для сульфатирования фаз ферритов кальция, а образование силикосульфата кальция откладывает начало этого процесса на более поздние сроки и приводит к технологическим трудностям получения СФК, предлагаются некоторые технологические решения способные нивелировать образование сульфосилика кальция.

Для установления предпочтительности реакций сульфатирования, происходящих при синтезировании СФК, был произведен термодинамический расчет взаимодействия фаз ферритов кальция и белита с ангидритом в СФК при повышении температуры (рис. 1) на основании данных [4, 5]. Как можно видеть на рис. 1, значения энергии Гиббса для этих реакций практически одинаковы и имеют отрицательный знак во всем диапазоне изменения температуры. Одинаковый вид кривых и близкие значения энергии Гиббса свидетельствуют о том, что рассматриваемые реакции образования сульфоферритов и сульфосиликата кальция являются конкурентными.

Регулирование количества белита в СФК и, как следствие, образование сульфосиликата кальция возможно при использовании четырехкомпонентной сырьевой смеси с введением в расчет дополнительного расчетного силикоферритного модуля $СФ_m$ [6]. В зависимости от значения $СФ_m$ возможно производить корректировку содержания в исходной сырьевой смеси SiO_2 , изменяя, таким образом, соотношения сульфоферритов кальция и белита.

Влияние силикоферритного модуля на минералогический состав СФК в интервале темпе-

ратур от 1000 до 1230 °С, при допуске, что в сырьевой смеси присутствуют только компоненты, содержащие CaO, Fe₂O₃, CaSO₄ и SiO₂, представлены на рис. 2. Изменение количества фазы сульфогеррита кальция снижается с увеличением силикогерритного модуля (СФМ) и полно-

стью отсутствует при его значении равном 0,75, в то время, как содержание, не вступившей во взаимодействие с ангидритом, фазы двухкальциевого феррита растет. Подобная взаимосвязь происходящих процессов связана с образованием сульфосиликата кальция.

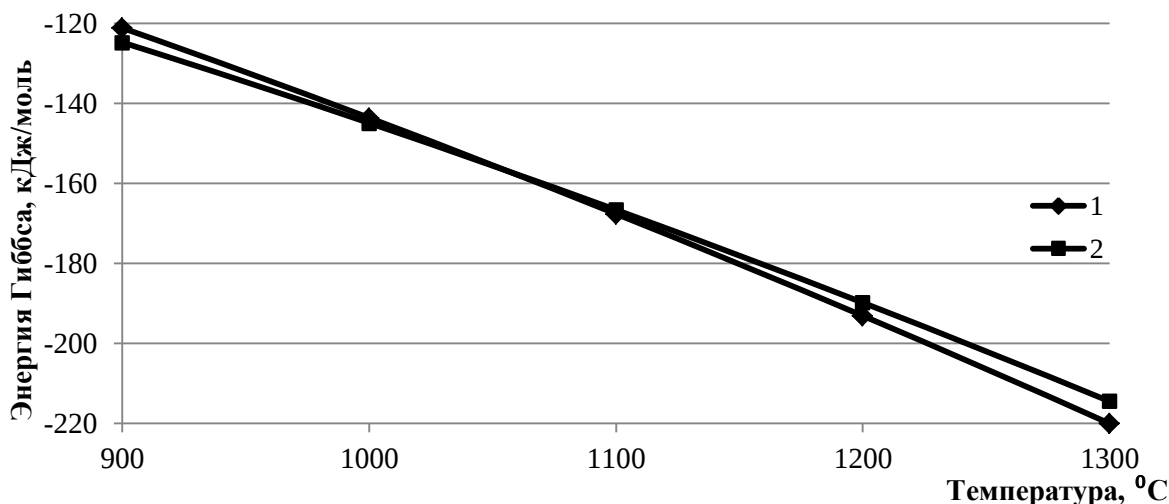


Рис. 1. Зависимость изменения энергии Гиббса от повышения температуры:
1 — образование C₂F·CaSO₄; 2 — 2C₂S·CaSO₄

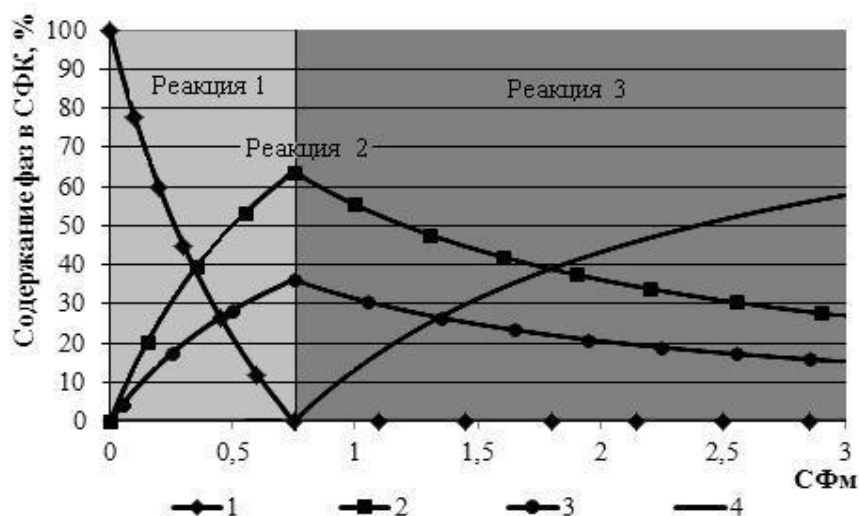


Рис. 2. Изменение минералогического состава СФК в температурном интервале 1000–1230 °С :
1 – C₂F·CaSO₄; 2 – 2C₂S·CaSO₄; 3 – C₂F; 4 – C₂S

Образование сульфосиликата кальция имеет решающее значение в диапазоне температур 1000 – 1230 °С при синтезе СФК из кремнийсодержащих техногенных отходов. Его содержание в СФК при увеличении СФ_м может достигать 63 %, а затем постепенно падать. Образова-

ние сульфатного спуррита может происходить по трем вариантам протекания реакции, отличающимися условиями его образования. Химические реакции, описывающие эти стадии, имеют вид:

1. $2C_2S_{(общ)} + (CaSO_{4(общ)} - CaSO_{4(СФК)}) \leftrightarrow 2C_2S \cdot CaSO_4$
2. $2C_2S_{(общ)} + CaSO_{4(общ)} \leftrightarrow 2C_2S \cdot CaSO_4$
3. $2(C_2S_{(общ)} - C_2S_{(СФК)}) + CaSO_{4(общ)} \leftrightarrow 2C_2S \cdot CaSO_4$

В вышеприведенных реакциях используются следующие обозначения: C₂S_(общ) и CaSO_{4(общ)}

– общее содержание белита и ангидрита соответственно; C₂S_(СФК) и CaSO_{4(СФК)} – количество

белита, присутствующего в СФК и не вступившего в реакцию образования, и ангидрита, оставшегося после реакции образования силикосulfата кальция. Разницы в реакциях 1 и 3 показывают количество ангидрита, необходимого для полного образования сульфосиликата кальция, и белита, обеспечивающего получение сульфосиликата кальция.

Вариант протекания реакции под номером 1 характерен для небольших количеств образующегося белита, когда не достигается стехиометрическое соотношение между белитом и ангидритом, которое необходимо для образования силикосulfата кальция. Ангидрит для образования сульфосиликата кальция, в этом случае, преобладает в избытке и поэтому возможно одновременное протекание реакции его образования с реакцией сульфатизации ферритов кальция. Противоположностью варианту 1 является

реакция 3, когда весь ангидрит связывается в сульфатный спуррит. Белит, в этом случае, преобладает над ангидритом и стехиометрические коэффициенты смещаются в противоположную, по сравнению с реакцией 1, сторону. Вариант 2 включает в себя полное стехиометрическое соответствие белита и ангидрита, необходимое для образования сульфатного спуррита.

Для исследования влияния оксида кремния на процессы фазообразования в СФК в температурном интервале 1000–1230 °С были приготовлены сырьевые смеси, в которых содержание образующегося сульфосиликата кальция в указанной температурной зоне соответствовало бы минимальному (4 К (I)) и максимальному (4 К (II)) его количеству. Химический состав приготовленных сырьевых смесей представлен в табл. 1.

Таблица 1

Расчетный химический состав сырьевых смесей

Сырьевая смесь	Химический состав сырьевых смесей, %							
	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	SO ₃	MgO	R ₂ O	ППП
4 К (I)	32,75	3,63	0,76	24,20	12,30	2,31	0,68	23,33
4 К (II)	35,45	9,09	1,54	16,52	8,66	1,89	0,57	26,22

Изучение минералообразования в СФК осуществлялось путем отбора обжигаемых без изотермической выдержки в печи проб при температурах от 900 до 1230 °С (рис. 3) с последующим снятием рентгенограмм на рентгеновском дифрактометре ARL X'TRA Thermo Fisher Scientific.

В пробах, отобранных при 900 °С, наблюдаются ферриты кальция и белит, а также, присутствует еще не вступивший в реакции сульфатизации ангидрит. При увеличении температуры до 950 °С уже сформировавшийся белит и ангидрит вступают в реакцию с образованием сульфатного спуррита. Дальнейшее увеличение температуры, вплоть до 1200 °С, сопровождается увеличением скорости образования сульфосиликата кальция и замедлением реакций сульфатизации ферритов кальция. Предпочтительность образования сульфатного спуррита над реакциями сульфатизации двухосновного феррита кальция, не смотря на практически одинаковые значения энергии Гиббса, по мере увеличения температуры возникает из-за присутствия в сырьевой смеси щелочей, которые способствуют появлению низкотемпературного расплава, обеспечивающего более раннее появление белита. Соотношение поверхности кристаллов белита к их удельному весу на этапе образования очень велико, что в совокупности с их малыми размерами придает им высокую ре-

акционную способность и способствует реакции взаимодействия с ангидритом при более ранней температуре [7].

Для установления возможности образования сульфатного спуррита $2C_2S \cdot nCaSO_4$ при отсутствии щелочных составляющих было произведено его синтезирование из реактивов $CaCO_3$, SiO_2 и $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ квалификации «х.ч.» в разных молярных концентрациях при 1200 °С. Эта температура была выбрана исходя из того, что к моменту ее достижения количество силикосulfата кальция будет максимальным [8; 9]. Достижение полноты реакции обеспечили путем выдержки при вышеуказанной температуре в течение 1 часа. Стехиометрический коэффициент n количества молей $CaSO_4$ изменялся в пределах от 0,05 моль до 1 моля. Рентгенограммы обожженных таблеток представлены на рис. 4.

Ввиду отсутствия в сырьевых смесях щелочных элементов механизм образования белита отличается от вышеописанного. При отсутствии в сырьевой смеси щелочей происходит более медленное твердофазовое взаимодействие образующегося в результате диссоциации карбоната кальция CaO и SiO_2 . Начало образования фазы сульфосиликата кальция в данном случае лимитируется реакцией образования белита. Как можно видеть на рис. 4, полное взаимодействие $CaSO_4$ с белитом достигается только при втором обжиге и общей выдержкой в течение 2 часов.

Определение свободного оксида кальция этил – глицератным методом после первого обжига установило, что количество CaO , не вступившего в реакцию образования белита, составляет для концентрации CaSO_4 равной 0,1 моль –

4,7 %; для 0,5 моль CaSO_4 – 6,7 % и при 1 моле CaSO_4 – 5,1 %. После второго обжига количество свободного CaO снизилось до 0,2; 0,15 и 0,05 % соответственно для каждой из концентраций.

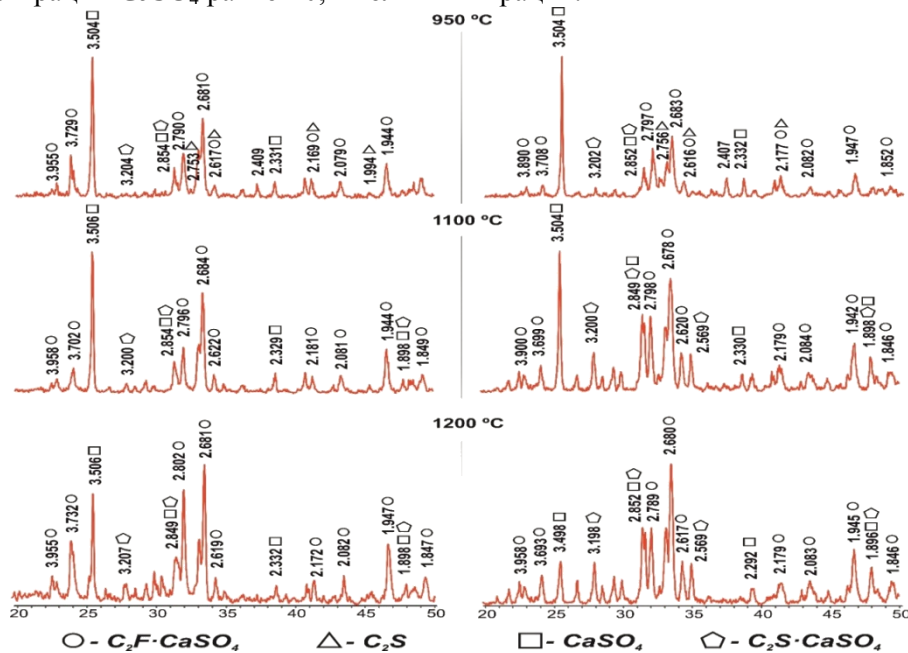


Рис. 3. Сравнительные рентгенограммы фазообразования в СФК с ростом температуры

Так как общее время выдержки при температуре 1200 °C составляло 2 часа, было определено содержание SO_3 , некоторое количество которого в результате длительного воздействия температуры после распада CaSO_4 могло улетучиться. После первого обжига процентная потеря SO_3 от его общего количества составила: для

концентрации CaSO_4 равной 0,1 моль – 5,3 %; для 0,5 моль CaSO_4 – 5,5 % и при 1 моле CaSO_4 – 5,3 %. После второго обжига процентная потеря SO_3 от его общего количества составила: 9,7; 10,0 и 9,9 % соответственно для каждой из концентраций.

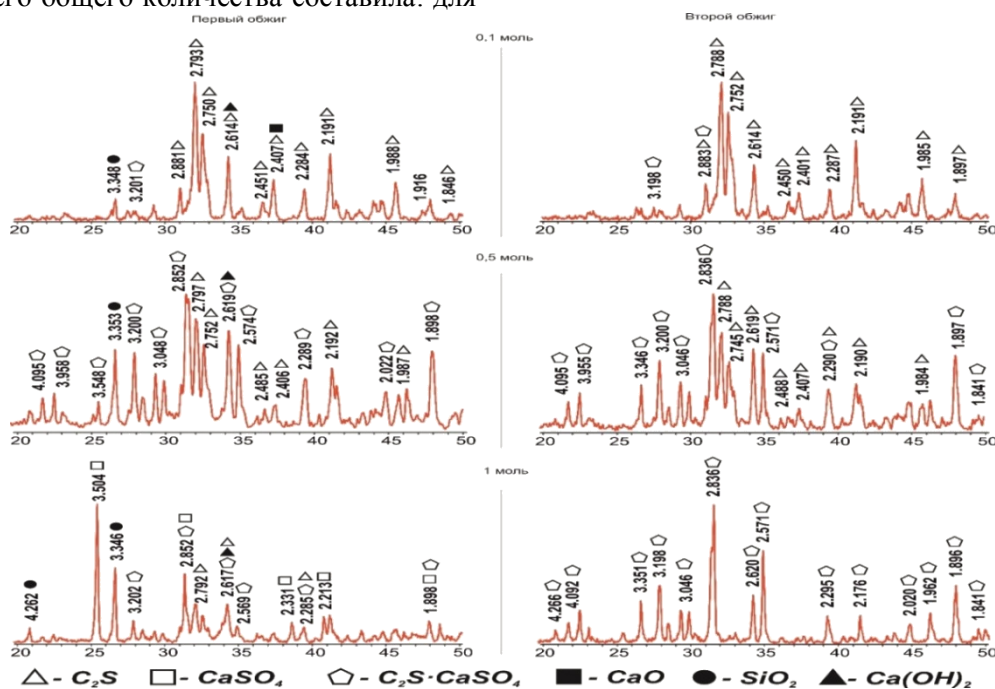


Рис. 4. Сравнительные рентгенограммы образования сульфосиликата кальция из реактивов при разной концентрации CaSO_4

Как можно видеть по вышеприведенным результатам, образование сульфатного спуррита

при отсутствии щелочных элементов весьма затруднено и требует значительного времени вза-

имодействия его составляющих. Исходя из этого, возможно получение СФК путем сульфатизации раннее обожженного ферритного клинкера (ФК). Это способствовало бы предшествующему увеличению размеров кристаллов белита, уменьшению их удельной поверхности и, как следствие, снижению его реакционной способности. Изучение возможности практического осуществления подобной идеи проводилось на четырехкомпонентной сырьевой смеси, обжиг которой обеспечил бы максимальное количество образующегося силикосулфата кальция в интервале температур 1000–1230 °С. Первоначальный расчет смеси проводился при отсутствии сульфатсодержащего компонента по двум модулям: F_m и SF_m . После обжига ферритного клинкера был произведен перерасчет с учетом сульфатного модуля (S_m) и добавлен ангидрит в необходимом количестве. Химический состав полученного таким образом СФК полностью совпадает с вышеприведенным химическим составом 4 К (II).

Начальные реакции образования минералов при синтезировании ФК полностью схожи с подобными реакциями при обжиге СФК и не нуждаются в дополнительном описании. Обжиг ФК проводился до 1100 °С без изотермической выдержки при этой температуре (рис. 5). При по-

лучении СФК из ФК кинетика сульфатизации ферритов кальция и образования силикосулфата кальция показывает изменение температуры начала образования силикосулфата кальция, которая смещается в большую сторону до 1100 °С. На рентгенограмме образца сульфатированного ФК, отобранного при 1200 °С, количество сульфатного спуррита в два раза меньше, чем у образца, который был получен при однократном обжиге СФК (рис. 3). Подобный вывод позволяет сделать сравнение площадей пиков характерных для сульфосиликата кальция, произведенный в программе Match! 3. При подобных условиях обжига реакция образования двухосновного феррита кальция и сульфосиликата кальция являются конкурирующими и протекают практически при равных условиях, в отличие от простого обжига СФК с высоким содержанием оксида кремния, когда основной объем сульфатизации ферритов кальция начинается после распада сульфосиликата кальция при температурах 1230–1250 °С. О более раннем начале сульфатизации ФК, начало которой прослеживается еще при 1000 °С, свидетельствует смещение межплоскостного расстояния характерного для двухкальциевого феррита с 2,681 Å до 2,675 Å.

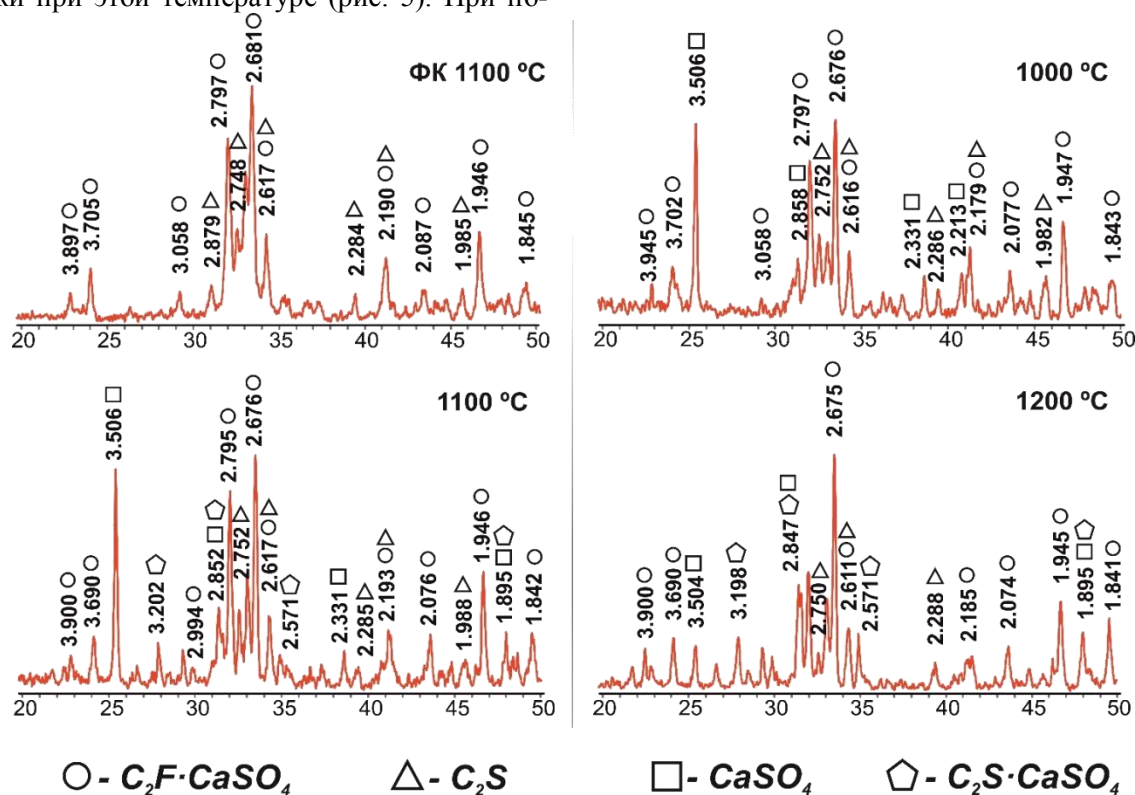


Рис. 5. Рентгенограммы сульфатизации ФК при увеличении температуры

Помимо вышеописанного способа снижения количества, образующегося силикосулфата кальция при обжиге СФК, возможен другой способ, заключающийся в резком обжиге раннее

синтезированного ФК с ангидритом при температуре 1250 °С. Помещение в разогретую до такой температуры печь обеспечит максимальную интенсивность образования и разложения

сульфатного спуррита, который начинает распадаться на белит и ангидрит при 1230 °С. Скорость образования сульфогерритов кальция также имеет более высокое значение. Отсутствие в таком составе компонентов, которые могут повлиять на целостность формы образцов ввиду значительного градиента температуры, делает такой обжиг осуществимым. Рентгенограммы полученного таким способом СФК представлены на рисунке 6. Как можно видеть на рис. 6, количество образующегося сульфатного спуррита после 10 мин выдержки при указанной выше температуре значительно меньше,

чем в предыдущих обжигах. Так, увеличение времени выдержки приводит к снижению количества силикосульфата кальция и при выдержке в течение 30 мин в образцах его не было обнаружено. Помимо высокой скорости образования минералов при столь высокой температуре, также имеет место замедление образования сульфосиликата кальция по причине укрупнения кристаллов белита. Укрупнение кристаллов белита происходит в результате рекристаллизации более мелких кристаллов, обладающих значительной поверхностной энергией.

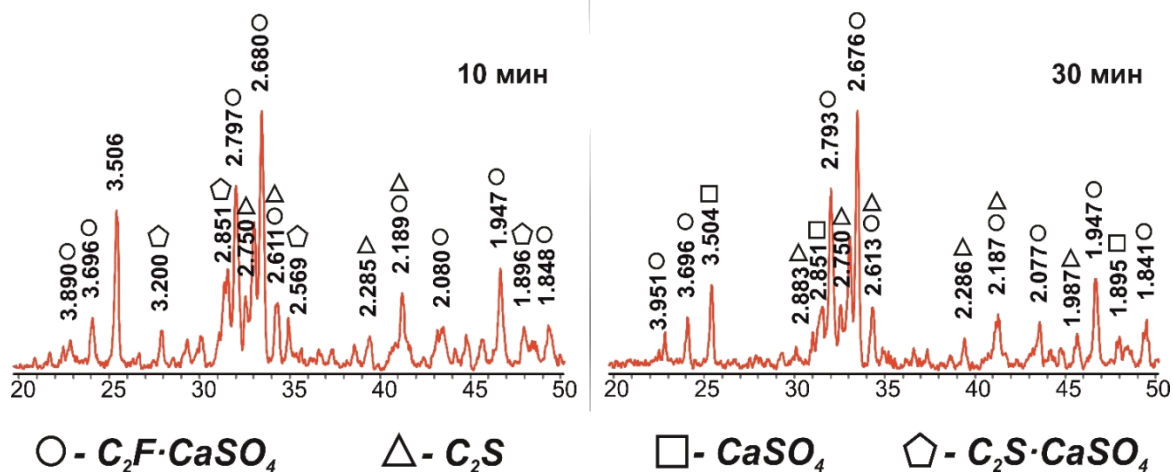


Рис. 6. Рентгенограммы СФК полученных резким обжигом при 1250 °С

Выводы

1. При получении сульфогерритного клинкера из сырьевой смеси, в составе которой присутствует высокое содержание оксида кремния и некоторое количество щелочных элементов, основной реакцией, протекающей в температурном интервале 950 – 1200 °С, является реакция взаимодействия новообразовавшегося белита и ангидрита, протекающая через жидкую фазу. Образование низкотемпературного расплава обеспечивают щелочные элементы, присутствующие в сырьевой смеси. Начало образования силикосульфата кальция при таких условиях смещается в зону более низких температур, о чем свидетельствуют отражения межплоскостных расстояний, характерных для сульфосиликата кальция в образцах, отобранных при 950 °С. Наибольшее количество сульфатного спуррита зависит от стехиометрического соотношения фаз белита и ангидрита, необходимых для его образования, и наблюдается при 1200 °С.

2. Синтезирование сульфосиликата кальция из химически чистых реактивов, при отсутствии щелочных элементов, ввиду отсутствия низкотемпературного расплава весьма затруднено и из-за топохимического механизма реакции возможно лишь при длительном времени выдержки

при температурах существования сульфатного спуррита.

3. Получение ферритного клинкера и дальнейшая его сульфатизация ангидритом способствует получению сульфогерритного клинкера с меньшим количеством образующегося сульфосиликата кальция. Объяснением этому служит снижения реакционной способности белита, обладающего на этапе зарождения кристаллов большой удельной поверхностью, которая нивелируется при первичном получении ферритного клинкера ввиду рекристаллизации белита.

4. Резкий обжиг сульфогерритного клинкера при 1250 °С интенсифицирует образование и разложение силикосульфата кальция, что при снижении удельной поверхности белита, приводит к незначительному образованию сульфосиликата кальция и быстрому его разложению в начальные этапы выдержки.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Классен В.К., Борисов И.Н., Мануйлов В.Е. Техногенные материалы в производстве цемента. Белгород: Изд-во БГТУ, 2008. 126 с.
2. Семериков И.С., Гаврилюк М.Н., Устьянцев В.М. Синтез сульфоалюминатов и сульфосиликатов кальция из горнблендита, гипса и

известии // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2014. №2. С. 123–126

3. Классен В.К. Обжиг цементного клинкера. Красноярск: Стройиздат, 1994. 323 с.

4. Бабушкин В.И., Матвеев Г.М., Мchedlov-Петросян О.П. Термодинамика силикатов. М., 1972. 351 с.

5. Киреев В.А. Методы практических расчетов в термодинамике химических реакций. М., 1970. 519 с.

6. Гребенюк А.А., Борисов И.Н. Повышение качества сульфогерритного клинкера на основе техногенных отходов // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. №11. С. 177–184

7. Евтушенко Е.И. Активационные процессы в технологии строительных материалов. Белгород: Изд-во БГТУ, 2003. 209 с.

8. Лугинина И.Г. Избранные труды. Белгород: Изд-во БелГТАСМ, 2002. 302 с.

9. Gutt W., Smitt M. Studies of Snb – System $\text{CaO} - \text{SiO}_2 - \text{CaSO}_4$ // British Ceramic Society. 1967. V. 66. P. 557–567

Grebenyuk A.A., Borisov I.N.

QUANTITY LOWERING OF THE FORMED INTERMEDIATE COMPOUNDS UNDER SULFOFERRITE CLINKER SYNTHESIS

The ability of the concurrence of ferrites calcium reaction sulphonatization and calcium silicate sulfate building was identified by calculating. Possible ways of the calcium silicate sulfate building reaction were determined. The ways of calcium silicate sulfate building number lowering by preparation sulfoferrite clinker out of raw materials which contain silicon oxide high quantity.

Key words: sulfoferrite clinker, calcium silicate sulfate, abrupt firing.

Гребенюк Александр Александрович, аспирант кафедры технологии цемента и композиционных материалов. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

E-mail: alexander.grebeniuk@mail.ru

Борисов Иван Николаевич, доктор технических наук, профессор кафедры технологии цемента и композиционных материалов.

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

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

E-mail: borisov@intbel.ru

DOI: 10.12737/22761

Прут Э.В., д-р хим. наук, проф.
Институт химической физики им. Н.Н. Семенова РАН
Черкашина Н.И., канд. техн. наук, доц.,
Ястребинская А.В., канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

РАЗРАБОТКА ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ТЕРМОПЛАСТИЧНЫХ ЭЛАСТОМЕРОВ*

natalipv13@mail.ru

В данной работе представлены данные по разработке полимерных композиционных материалов на основе термопластичных эластомеров. В качестве исходных материалов для синтеза матрицы были выбраны следующие компоненты: изотактический полипропилен и тройной этилен-пропилен-диеновый эластомер (СКЭПТ). Диеновым компонентом в составе СКЭПТ являлся этилиденнорборнен в количестве 4–5 %. Динамическую вулканизацию эластомера проводили с использованием элементной серы. В качестве наполнителя полимерных композиционных материалов использовали кремнегель диметилполисилоксана. Синтез наполнителя осуществлялся по золь-гель технологии. Содержание наполнителя в композите варьировалось от 10 до 80 % масс. Смешение матрицы и наполнителя осуществляли в двухроторном лабораторном смесителе типа «Брабендер». Установлено, что максимальное возможное содержание наполнителя для используемой матрицы составило 80 %. При большем введении наполнителя смешение компонентов было затруднено. При содержании наполнителя от 10 до 70 % такие параметры как предел прочности при растяжении, предел прочности при изгибе и модуль продольной упругости растут, а при большем введении наполнителя до 80 % масс. заметно снижаются. Таким образом, можно сделать вывод, что максимальное содержание наполнителя в композите составляет 70 %. Дальнейшие исследования необходимо направить на оценку радиационной стойкости разработанных композиционных материалов.

Ключевые слова: полимерный композит, термопластичные эластомеры, метод горячего прессования.

Введение. С целью создания материалов с заданными свойствами базовые полимеры смешивают с другими веществами. Как правило, современные полимерные материалы являются многокомпонентными системами, в которых наряду с полимерной основой присутствуют различные добавки [1]. Содержание добавок в полимерной композиции может изменяться в очень широких пределах. В зависимости от поставленной задачи, вида добавки и природы полимера оно может составлять от долей процента до 95 %. Введением добавок изменяет физико-механические, теплофизические, оптические, электрические, фрикционные, а также радиационно-защитные и радиационно-стойкие характеристики исходного (базового) полимера [2–5].

В данной работе представлены данные по разработке полимерных композиционных материалов на основе термопластичных эластомеров. Известно, что термопластичные эластомеры (ТПЭ) на основе полиолефинов (полиэтилена, полипропилена и их сополимеров) и эластомеров являются одними из перспективных материалов для практического использования, так как характеризуются хорошим сопротивлением к изгибу и истиранию, широким интервалом рабочих температур, стойкостью к щелочам, ми-

неральным кислотам, воде и полярным органическим растворителям, хорошими электрическими свойствами [6–9]. ТПЭ заменяют традиционные резины, особенно в процессе получения изделий со сложным профилем, и позволяют использовать высокопроизводительные современные технологии изготовления изделий [10]. Наиболее распространенными сочетаниями используемых полимерных смесей являются комбинации олефиновых эластомеров и олефиновых термопластов. Сочетания этого типа лучше всего представляют смеси СКЭПТ и полипропилена (ПП), которые имеют близкие параметры растворимости [11–12] и использовались в данной работе.

В качестве наполнителя для создания полимерных композиционных материалов на основе высоконаполненных термопластичных эластомеров использовали кремнегель диметилполисилоксана. Ранее было установлено, что предлагаемый наполнитель значительно повышает радиационную стойкость композитов к воздействию электронного облучения [13].

Методология. В качестве исходных материалов для синтеза матрицы были выбраны следующие компоненты: изотактический ПП марки Ставролен PPG 1035 – 08 (Производитель ООО

«Лукойл-Нефтехим») и тройной этилен-пропилен-диеновый эластомер, не содержащий масло Buna 6470 фирмы «Bayer» (Германия) (СКЭПТ). Диеновым компонентом в составе СКЭПТ являлся этилиденнорборнен в количестве 4–5 %. Динамическую вулканизацию эластомера проводили с использованием элементарной серы.

Полипропилен – синтетический термопластичный неполярный полимер, принадлежащий к классу полиолефинов. Продукт полимеризации пропилена. Твердое вещество белого цвета.

Существуют изотактический, синдиотактический и атактический полипропилен (ПП). В данной работе для синтеза термопластичного эластомера был выбран ПП с изотактической структурой, так как он отличается большей степенью кристалличности, высокой прочностью, твердостью и теплостойкостью. Изотактические полимеры тверже на 20 % и жестче на 50 % по сравнению с атактическими ПП [14]. Химическое строение изотактического полипропилена представлено на рис. 1.

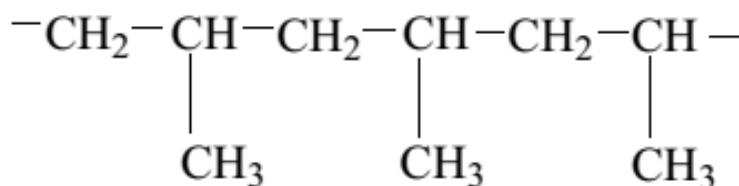


Рис. 1. Химическое строение изотактического полипропилена

Основные свойства используемого ПП представлены в таблице 1.

Таблица 1

Основные свойства ПП

п/п	Параметр	Значение
1	Показатель текучести расплава, г/10мин.	4,9
2	Модуль упругости при изгибе, МПа	964
3	Модуль упругости при растяжении, МПа	1110
4	Ударная вязкость с надрезом, Дж/м ²	4650
5	Относительное удлинение при разрыве, %	550
6	Предел текучести, МПа	29,5
7	Температура плавления, °С	166,5
8	Температура кристаллизации, °С	120
9	Энтальпия плавления, Дж/г	61,5
10	Энтальпия кристаллизации, Дж/г	85
11	Степень кристалличности, %	42
12	Начальная температура разложения, °С	260

Этиленпропиленовые каучуки производят из достаточно доступного дешевого исходного

сырья: этилена и пропилена. Для получения полимеров, способных вулканизоваться серой, этилен и пропилен сополимеризуют с диеновым мономером, получая тройные этиленпропиленовые каучуки. В качестве третьих мономеров используют несопряженные линейные и циклические диены (например, этилиденнорборнен). Содержат 40-70 мол. % этиленовых звеньев. Основные свойства используемого СКЭПТ марки Buna 6470 фирмы «Bayer» (Германия) представлены в таблице 2.

В качестве наполнителя полимерных композиционных материалов использовали кремнегель диметилполисилоксана. Синтез наполнителя осуществлялся по золь-гель технологии согласно [15].

Основная часть. Общая схема получения композита представлена на рисунке 2. В качестве матрицы использовали термопластичный эластомер, полученный на основе изотактического полипропилена и эластомера методом динамической вулканизации. В качестве наполнителя применяли легкий высокодисперсный наполнитель – кремнегель диметилполисилоксана. Содержание наполнителя в композите варьировалось от 10 до 80 % масс.

Таблица 2

Основные свойства используемого СКЭПТ марки Buna 6470

СКЭПТ	Содержание, % масс			Молекулярная масса (ГПХ)		ММР M _w /M _n
	Этилена	Пропилена	ЭНБ	M _n ·10 ⁵	M _w ·10 ⁵	
Buna 6470	70	25	5	1,7	3,2	1,9

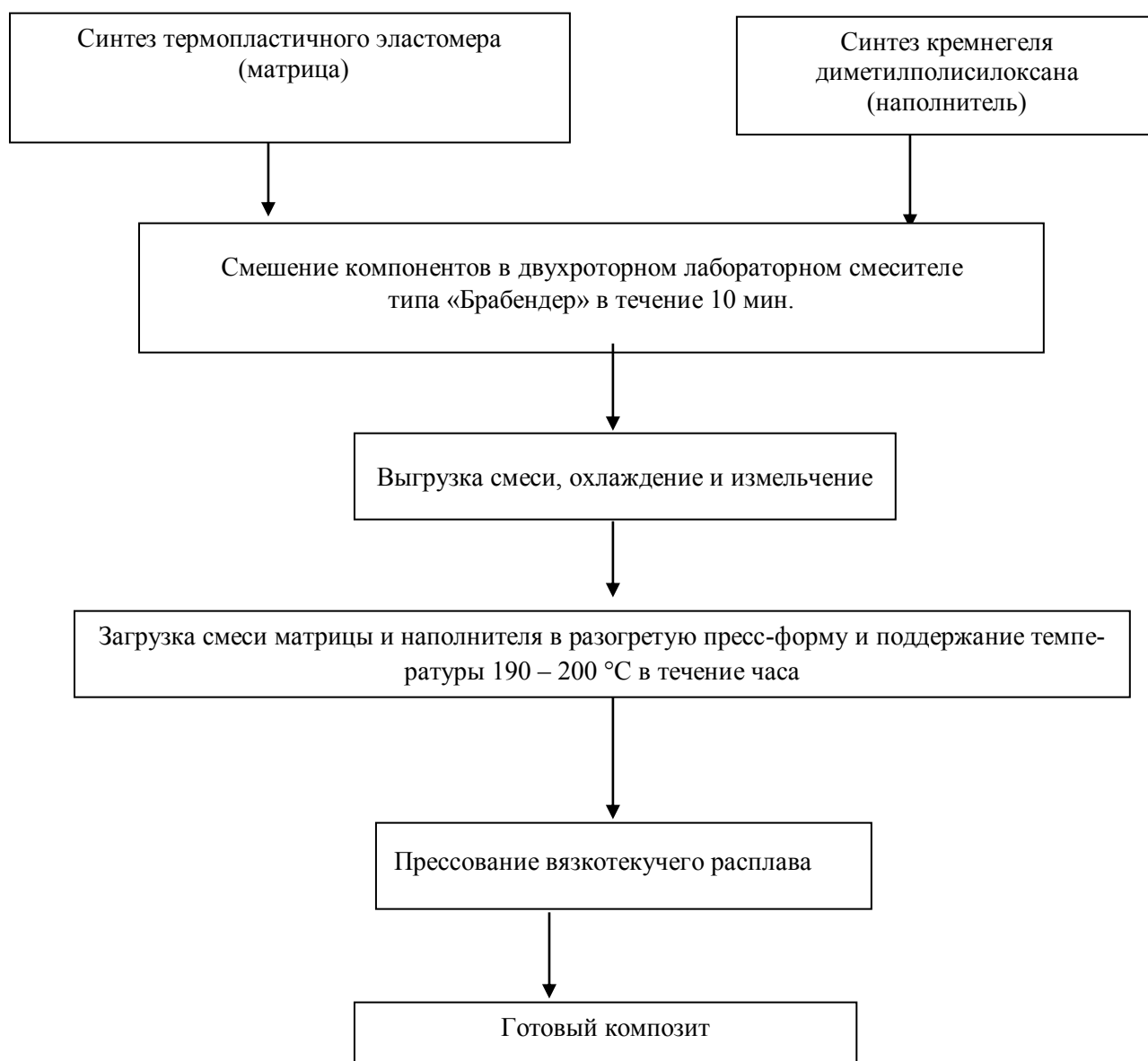


Рис. 2. Технологическая схема получения композитов

Вначале происходил синтез матрицы (предлагаемого термопластичного эластомера). После получения гомогенной смеси термопластичного эластомера, не выгружая композицию в смеситель, дополнительно загружали синтезированный наполнитель, и происходило дополнительное перемешивание используемых компонентов в течение 10 мин. Используемый метод смешения основан на использовании интенсивных механических воздействий и неизотермических условий процесса, что позволяет получать гомогенные по структуре смеси с узким распределением по размерам дисперсной фазы. Получаемые таким образом композиционные материалы будут иметь высокие значения физико-механических характеристик. Далее композицию выгружали, охлаждали и измельчали.

На следующей стадии синтеза полученную смесь матрицы и наполнителя загружали в пресс-форму, нагревали до температуры (190 – 200 °С) и поддерживали ее в течение часа. После нагрева происходило прессование при высоком давлении 1 ГПа.

Использование предлагаемого метода смешения компонентов, разработанного в Институте химической физики им. Н.Н. Семенова РАН позволяет целенаправленно провести физико-химическую модификацию поверхности наполнителя в процессе смешения вследствие топохимических реакций между наполнителем и термопластичными эластомером при высоком удельном давлении прессования. Благодаря такому подходу в синтезируемом материале будет образована прочная химическая связь между полимером и наполнителем.

Таблица 3

Физико-механические характеристики полученных высоконаполненных композитов

Содержание наполнителя, мас. %	Параметр			
	Плотность, г/см ³	R _{раст.} , МПа	R _{изг.} , МПа	Модуль продольной упругости E, ГПа
10	0,910	4,9	15	2,9
40	1,010	5,2	21	3,1
70	1,110	5,6	25	3,6
80	1,120	5,2	20	3,5

Максимально возможное содержание наполнителя для используемой матрицы составило 80 %. При большем введении наполнителя смешение компонентов было затруднено.

При содержании наполнителя от 10 до 70 % такие параметры как предел прочности при растяжении, предел прочности при изгибе и модуль продольной упругости растут. При большем введении наполнителя (до 80 % масс.) заметно снижаются. Таким образом, можно сделать вывод, что максимальное содержание наполнителя в композите составляет 70 %.

Выводы: В ходе исследования разработаны составы и технологии получения высоконаполненных полимерных композиционных материалов. В качестве матрицы для создания полимерных композиционных материалов использовали термопластичный эластомер на основе полипропилена (ПП) и этилен-пропилен-диенового сополимера (СКЭПТ), полученный методом динамической вулканизации. В качестве наполнителя полимерных композиционных материалов использовали кремнегель диметилполисилоксана. Содержание наполнителя в композите варьировалось от 10 до 80 % масс.

Смешение матрицы и наполнителя осуществляли в двухроторном лабораторном смесителе типа «Брабендер». Используемый метод смешения основан на использовании интенсивных механических воздействий и неизотермических условий процесса, что позволяет получать однородные по структуре смеси с узким распределением по размерам дисперсной фазы. Получаемые таким образом композиционные материалы имеют высокие значения физико-механических характеристик.

Установлено, что максимальное возможное содержание наполнителя для используемой матрицы составило 80 %. При большем введении наполнителя смешение компонентов было затруднено.

При содержании наполнителя от 10 до 70 % такие параметры как предел прочности при растяжении, предел прочности при изгибе и модуль продольной упругости растут, а при большем

введении наполнителя до 80 % масс. заметно снижаются. Таким образом, можно сделать вывод, что максимальное содержание наполнителя в композите составляет 70 %. Дальнейшие исследования необходимо направить на оценку радиационной стойкости разработанных композиционных материалов.

**Работа выполнена в рамках гранта РФФИ по договору № 16-38-50095/16 от 23 марта 2016 г.*

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бондалетова Л.И., Бондалетов В.Г. Полимерные композиционные материалы (часть 1): учебное пособие. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. 118 с.
2. Функциональные наполнители для пластмасс, под ред. Марино Ксантос, Пер. с англ. под ред. В.Н. Кулезнева, Изд-во Научные основы и технологии, 2010. 576 с.
3. Ярцев В.П., Подольская М.А. Композиты на основе полиэфирной смолы с полимерными добавками // Вестник Тамбовского государственного технического университета. 2014. Т. 20. № 3. С. 557–563.
4. Кахраманов Н.Т., Азизов А.Г., Осипчик В.С., Мамедли У.М., Арзуманова Н.Б. Наноструктурированные композиты и полимерное материаловедение // Пластические массы. 2016. № 1-2. С. 49–57.
5. Файзуллин И.З., Имамутдинов И.В., Хамидов В.Я., Мусин И.Н., Вольфсон С.И. Влияние наполнителей и технологических добавок на реологические свойства древесно – полимерных композитов // Вестник Казанского технологического университета. 2013. Т. 16. № 10. С. 148–150.
6. Алексеев А.А., Лобанов А.В., Осипчик В.С., Глуховской В.С., Аристов В.М., Алексеев Мл А.А. Свойства высокостирольного бутадиен-стирольного блок-сополимера // Пластические массы. 2013. № 4. С. 12–15.
7. Степанов А.В., Задеренко Т.В., Гончарук Г.П., Карпова С.Г., Юловская В.Д., Серенко О.А. Структура и свойства смесей на основе по-

лиэтилена и этиленпропилендиенового каучука // Каучук и резина. 2010. № 3. С. 8–11.

8. Калинин В. Термопластичные эластомеры: особенности переработки // Пластикс №11 (93) 2010 С. 50–51.

9. Степанов Г.В., Навроцкий В.А., Гайдадин А.Н., Ермолин А.С. Термопластичные эластомеры на основе сополимера этилена с винилацетатом // Известия Волгоградского государственного технического университета. 2015. № 4 (159). С. 101–106.

10. Прут Э.В., Зеленецкий А.Н. Химическая модификация и смешение полимеров в экструдере-реакторе // Успехи химии. 2001. Т. 70. № 1. С. 72–87.

11. Прут Э.В., Мединцева Т.И. Термопластичные вулканизаты: динамическая вулканизация, структура, свойства // Все материалы. Энциклопедический справочник. 2011. №8. С. 29–36.

12. Прут Э.В., Мединцева Т.И. Термопластичные вулканизаты: динамическая вулканизация, структура, свойства // Все материалы. Энциклопедический справочник. 2011. №9. С. 33–41.

13. Павленко В.И., Черкашина Н.И., Носков А.В., Ястребинский Р.Н. Теоретический расчет среднего пробега электронов энергий до 10 МэВ в полимерном композите // Вопросы атомной науки и техники. 2015. №5(99). С. 32–35.

14. Прут Э.В. Термопластичные эластомеры: инновации и потенциал // Инноватика и экспертиза. 2013. выпуск 1(10). С. 68–75.

15. Павленко В.И., Черкашина Н.И., Павленко З.В. Синтез нанодисперсного наполнителя для полимерных композиционных материалов терморегулирующего назначения // Нанотехнологии в строительстве. 2016. Том 8. № 5. С. 21–37.

Pрут E.V., Cherkashina N.I., Yastrebinskaya A.V.

DEVELOPMENT OF POLYMERIC COMPOSITE MATERIALS BASED ON THERMOPLASTIC ELASTOMERS

This paper presents data on the development of polymer composite materials based on thermoplastic elastomers. As starting materials for the synthesis of the matrix components were selected as follows: isotactic polypropylene and ternary ethylene-propylene-diene elastomer (EPDM). Diene component in EPDM are ethylidene norbornene composition in an amount of 4–5 %. Dynamic vulcanization was carried out using the elastomer element sulfur. The filler polymer composite materials used silica gel with dimethyl polysiloxane. Synthesis was carried out by filling the sol-gel technology. The filler content in the composite varied from 10 to 80 % by weight. Mixing of filler and the matrix was performed in a laboratory twin-rotor mixer, type "Brabender". It is found that the maximum possible filler content of the matrix used was 80 %. With the introduction of more filler mixing of the components it has been difficult. When the filler content from 10 to 70 % of parameters such as tensile strength, flexural strength and modulus of longitudinal elasticity increasing and administered at higher filler and 80 wt%, markedly reduced. Thus, it can be concluded that the content of filler in the composite is 70 %. Further research should be directed to the evaluation of the radiation resistance of the developed composite materials.

Key words: the polymer composite, thermoplastic elastomers, hot pressing method.

Прут Эдуард Вениаминович, доктор химических наук, профессор, заведующий лабораторией ИХФ им. Н.Н. Семенова РАН

Адрес: Россия, 119334, г. Москва, ул. Косыгина, д.4

E-mail: evprut@mail.ru

Черкашина Наталья Игоревна, кандидат технических наук, доцент кафедры теоретической и прикладной химии.

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

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

E-mail: natalipv13@mail.ru

Ястребинская Анна Викторовна, кандидат технических наук, доцент кафедры безопасности жизнедеятельности.

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

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

E-mail: karanna1@mail.ru

Скuryatina Е.Ю., аспирант,
Онищук В.И., канд. техн. наук, доц.,
Жерновая Н.Ф., канд. техн. наук, доц.,
Затакова Р.А., студент

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОЛЕМАНИТА В ТЕХНОЛОГИИ ЛИСТОВОГО СТЕКЛА

alena.skuryatina@mail.ru

В настоящее время активно формируется рынок светопрозрачных конструкций. Производители стремятся к улучшению физико-химических, технологических и эксплуатационных свойств листовых стекол за счёт изменения их состава, а также расширению сырьевой базы. Большое внимание уделяется боросиликатным стеклам, крупнотоннажное производство которых имеет ряд недостатков: повышенная стоимость и дефицитность традиционного боросодержащего сырья – буры, борной кислоты, высокая летучесть оксида бора. Альтернативным боросодержащим материалом, является колеманит – водный борат кальция.

Ключевые слова: состав листового стекла, боросиликатное стекло, оксид бора, колеманит, сырьевые материалы.

В современной архитектуре репутация стекла как высокотехнологичного, надежного, эстетически привлекательного материала с каждым годом укрепляется. Стекло превратилось в незаменимый конструкционный материал, выполняющий массу утилитарных функций:

- регулирует поступление света и солнечной энергии в помещение;
- экономит расход тепловой энергии, используемой для отопления;
- обеспечивает безопасность людей и сохранность собственности;
- защищает от шума;
- предоставляет архитекторам новые творческие возможности и альтернативы для инновационных решений.

Стекло – поистине универсальный строительный материал современности, который при кажущейся хрупкости, тем не менее, прочен, экологически чист и химически стоек.

Для того, чтобы занять на конкурентном рынке стекла свою нишу, производители стремятся к улучшению его химических характеристик и технологических параметров, повышению физико-механических свойств, снижению себестоимости продукции и уменьшению загрязнения окружающей среды. В этой связи все больше внимания уделяется боросиликатным стеклам, представленным широким спектром химических составов (содержание B_2O_3 варьируется от 1..2 до 30 мас. %) и областей применения. Оксид бора – уникальный компонент, который, снижая температуру варки и склонность стекломассы к кристаллизации, в то же время повышает технические характеристики изделий:

прочность, твердость, термостойкость, устойчивость к химическим воздействиям, и открывает доступ к новейшим высокотехнологичным применениям специального боросиликатного стекла – в архитектуре, автомобильной промышленности, авиации, медико-биологических науках, волоконной оптике, при изготовлении плоскопанельных дисплеев, в солнечной энергетике и т.п. [1].

Традиционным боросодержащим сырьем в производстве стекла является бура и борная кислота – готовые продукты переработанных борных руд, которые являются дефицитными и дорогостоящими (цена технической борной кислоты на сегодняшний день составляет примерно 180 руб./кг, буры – 165 руб./кг) [2, 3]. Кроме того, крупнотоннажное производство боросиликатного стекла имеет ряд технологических недостатков – оксид бора при повышенных температурах достаточно летуч, что приводит к химической неоднородности стекла и загрязнению окружающей среды (летучесть B_2O_3 при использовании борной кислоты составляет 16–20 %).

В связи с этим, актуальными являются работы, направленные на расширение минерально-сырьевой базы боратного сырья, при одновременном повышении качества продукции, снижении ресурсных и стоимостных затрат.

В качестве альтернативы традиционным боросодержащим материалам рассматривается колеманит компании «ETIMADEN I.G.M.» – мирового лидера в области добычи и поставок боросодержащих продуктов, поставляемый на российский рынок турецкой компанией ООО «ЭТИПРОДАКТС» [4].

Колеманит – водный борат кальция $\text{Ca}_2\text{B}_6\text{O}_{11} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, наиболее широкодоступный борный минерал. Его химический состав характеризуется высокой стабильностью, мас. %: 4...6,5 SiO_2 ; 40,00±1 B_2O_3 ; < 0,4 Al_2O_3 ; 27,00±1 CaO ; <3,00 MgO ; <0,08 Fe_2O_3 ; <25,0 п.п. [4].

Молотый колеманит представляет собой полидисперсный порошок с размером частиц < 100 мкм, удельная поверхность составляет 540,6 $\text{м}^2/\text{кг}$, насыпная масса – 650 $\text{кг}/\text{м}^3$, истинная плотность – 2420 $\text{кг}/\text{м}^3$. Температура плавления – 946°C. Цена колеманита – 22 руб./кг [5].

Нами разработаны модельные составы листовых борсодержащих стекол и исследована возможность и эффективность использования для их синтеза молотого колеманита:

1) натрий-кальция-силикатное стекло, в состав которого с целью модификации технологических характеристик стекломассы и технических свойств введены малые (не > 4 мас. %) добавки оксида бора путем замены SiO_2 в составе базового флоат-стекла на B_2O_3 ;

2) малощелочное боросиликатное («аналог» BOROFLOAT), полученное путем замены в базовом флоат-стекле Na_2O на B_2O_3 (табл. 1) [6].

Таблица 1

Составы базового флоат-стекла и модельных стекол

Состав стекла	Содержание оксидов, мас.%					
	SiO_2	B_2O_3	Al_2O_3	CaO	MgO	Na_2O
Базовое флоат-стекло	72,5	–	1,5	9	3	14
Модельные экспериментальные составы						
1. Натрий-кальций-силикатное	68,5	4,0	1,5	9	3	14
2. Малощелочное боросиликатное	72,5	10	1,5	9	3	4

В структуре модельных стекол катион бора имеет тетраэдрическую координацию, так как расчетное значение показателя

$$\varphi_B = \frac{m_{\text{Na}_2\text{O}} + m_{\text{CaO}} - m_{\text{Al}_2\text{O}_3}}{m_{\text{B}_2\text{O}_3}} > 1,$$

вследствие достаточного количества в составе стекол оксидов – доноров кислорода (Na_2O , CaO). Значения структурно-химических параметров подтверждает высокую устойчивость стеклообразного состояния для модельных составов за счет формирования сложной алюмоборокремнекислородной структурной сетки.

Физико-химические свойства стекол были рассчитаны по аддитивному методу А.А. Аппена [6]. Введение малой добавки оксида бора путем замены SiO_2 на B_2O_3 незначительно отразилось на величине физико-механических свойств стекла, следует отметить лишь повышение модуля упругости (на 5 %) и снижение поверхностного натяжения (на 3 %).

Переход от базового листового стекла к малощелочному боросиликатному путем последовательной замены оксида натрия на B_2O_3 заметно повлиял на физико-механические свойства:

- значимо (на 13 %) повысились прочностные показатели – модуль упругости и модуль сдвига;
- заметно (на 7,5 %) снизилось поверхностное натяжение, так как вводимый B_2O_3 относится к поверхностно-активным компонентам;
- резко (на 43 %) уменьшилось значение ТКЛР, стекло стало более стойким к термоударам.

Расчет температурной зависимости вязкости базового листового стекла выполнили по методу Охотина, с последующей корректировкой (связанной с введением оксида бора) расчетных температур для модельного состава по таблицам Гельгофа и Томаса [7] (рис. 1).

Введение 4 мас. % B_2O_3 в базовый состав флоат-стекла повысило температурный градиент вязкости, сделав стекло более «коротким» и быстро твердеющим. Это объясняется неоднозначным влиянием оксида бора на вязкость: B_2O_3 (подобно CaO) уменьшает вязкость при высоких температурах (>900 °C), разжижая расплавы, и повышает вязкость при низких температурах (<700 °C), ускоряя твердение сформованной ленты.

Модельный борсодержащий состав листового стекла имеет меньшую вязкость в зоне растекания (см. рис. 1), поэтому процесс образования «лужи» равновесной толщины будет проходить быстрее.

В зоне активного формования ленты влияние оксида бора на вязкость нивелируется, и смоделированный состав имеет вязкостные характеристики идентичные базовому стеклу. Следовательно, все технологические приемы и способы работы на данном чрезвычайно ответственном производственном участке, направленные как на формирование заданных параметров ленты, так и быстрый и качественных переход с одних параметров на другие, остаются в силе [8].

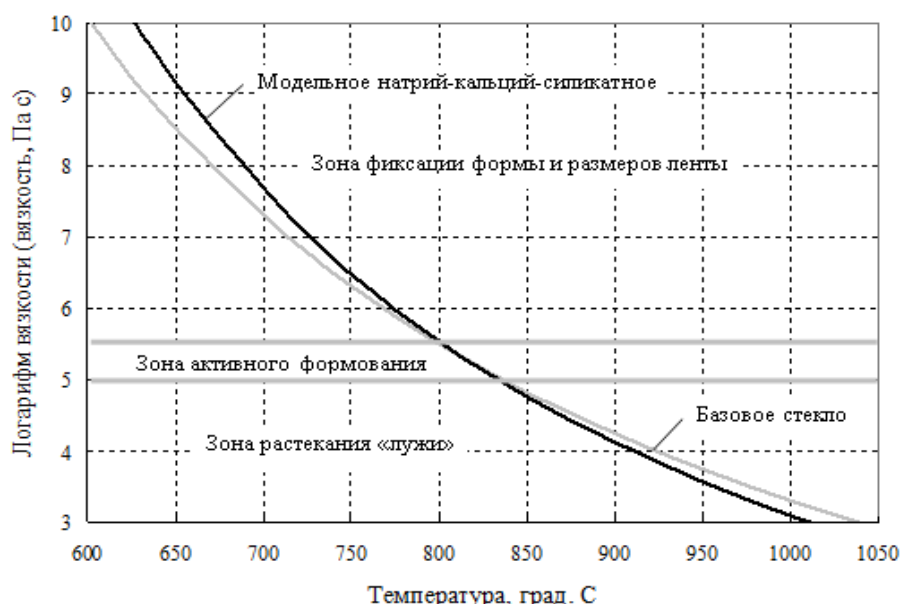


Рис. 1. Политерма вязкости базового и модельного натрий-кальций-силикатного стекла в температурной области формирования ленты

В третьей зоне модельный борсодержащий состав имеет больший температурный градиент вязкости, что способствует быстрой фиксации формы ленты и позволяет вывести ленту из ванны расплава при более высокой температуре, сохранив высокий безокислительный потенциал защитной азотно-водородной атмосферы и снизив вероятность образования такого специфического порока флоат-стекла как «дросс» (SnO_2).

Проведенный анализ показывает, что отмеченные особенности влияния оксида бора на температурную зависимость вязкости формируют положительную тенденцию повышения производительности установок при одновременном снижении энергопотребления и обеспечении высокого качества ленты стекла в случае внедрения модельного натрий-кальций-силикатного состава в производство.

Базовый натрий-кальций-силикатный и модельный борсодержащий составы листового были синтезированы в корундовых тиглях вместимостью 100 мл в лабораторной электрической печи сопротивления при температуре 1450 °C. В состав шихты модельного стекла входили: кварцевый песок, полевошпатовый концентрат, доломит, колеманит (в количестве 8,5 %), сода. Колеманит — комплексное сырье, вводящее в состав стекла наряду с B_2O_3 пропорциональное количество оксидов CaO , MgO , SiO_2 и Al_2O_3 . Использование колеманита позволило исключить из состава шихты известняк и сульфат натрия. Оба стекла хорошо проварились и осветлились.

Водоустойчивость модельного состава, определенная способом Института стекла, заметно выше, чем базового стекла, что объясняется влиянием оксида бора. Базовый состав фло-

ат-стекла относится к III гидролитическому классу, модельный боросиликатный состав лежит на границе II-го (устойчивые к воде) и III-го (твердые аппаратные стекла) гидролитических классов. Склонность к кристаллизации стекол обоих составов весьма низкая. Часовая выдержка образцов стекла при температурах 700, 800, 900 °C не проявила никаких признаков кристаллизации.

Таким образом, выполненные теоретические расчеты и экспериментальные исследования показали целесообразность, эффективность и своевременность внедрения в производство флоат-стекла борсодержащих составов стекол с использованием в шихте молотого колеманита. В Саратовском институте стекла (СИС) в 2015 г. в условиях действующего производства на линии ЭПКС-4000 был проведен комплекс работ по опытно-промышленной апробации состава флоат-стекла, содержащего в качестве ускорителя варки 1–2 % B_2O_3 (сверх 100 %), вводимого посредством колеманита. Опытные промышленные испытания подтвердили, что борсодержащее сырье — колеманит фирмы ООО «Этиппродактс» перспективен для использования его в качестве интенсификатора варки. Его применение создает возможности для повышения производительности печи на 10–12 % [9].

Синтез модельного малощелочного боросиликатного состава стекла осуществляли при 1550 °C с выдержкой в течение 2-х часов и последующей отливкой стекломассы на металлическую плиту. Однофазного стекла получить не удалось. Смоделированный малощелочной состав, полученный с применением колеманита (23,5 % в шихте) и содержащий в связи с этим

наряду с оксидом бора (10 мас. %) значительное количество CaO , демонстрировал высокую склонность к ликвации, приводящей к глушению стекла [10].

Малощелочное боросиликатное стекло попадает в область стабильной ликвации системы $\text{CaO-B}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ (рис. 2), следовательно, разделение на фазы происходит уже в расплаве, и полу-

чить однофазное стекло данного состава практически невозможно. Известно, что области стабильной ликвации исключают из областей стеклообразования системы [11].

Наличие фазового разделения подтверждено электронно-микроскопическими исследованиями.

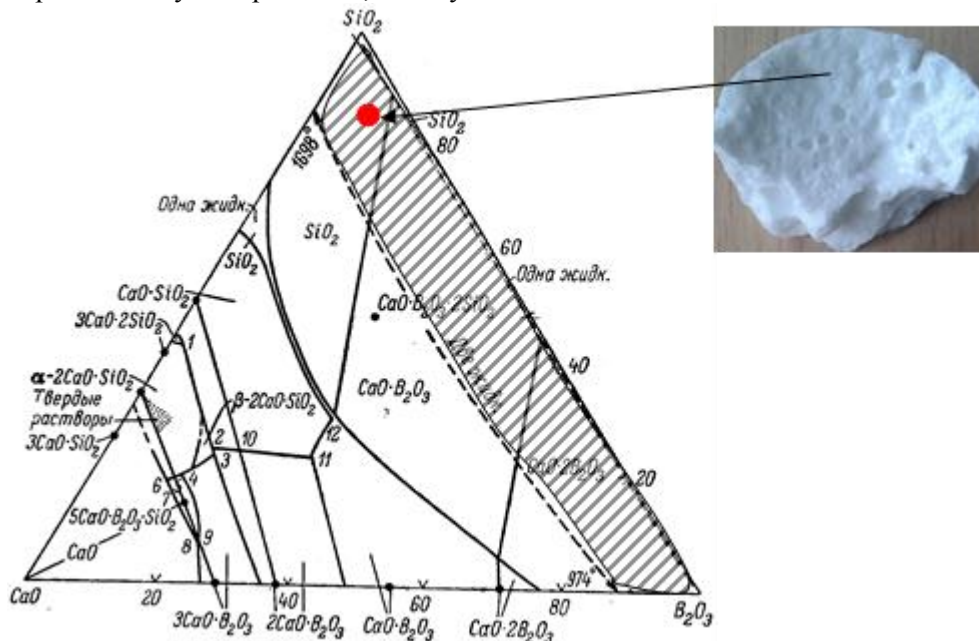


Рис. 2. Внешний вид и расположение малощелочного боросиликатного модельного стекла на диаграмме состояния системы $\text{CaO-B}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$. Заштрихована области стабильной ликвации

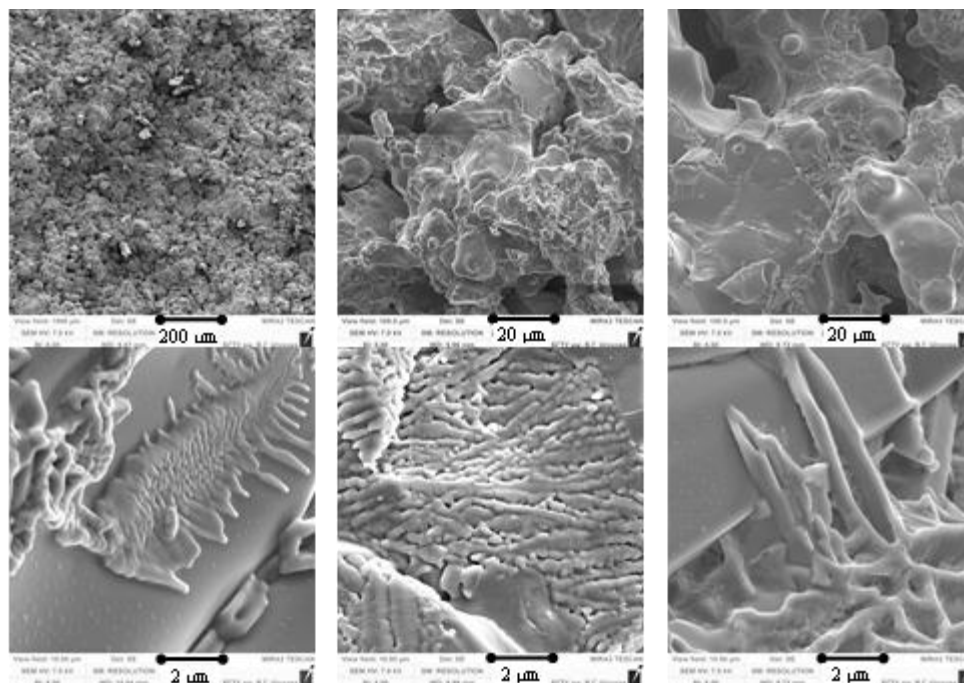


Рис. 3. Электронно-микроскопические фото сколов малощелочного стекла при различном увеличении

Ликвация – явление весьма характерное для боросиликатных систем, которое широко и разнообразно используется в стекольной промышленности. В настоящее время вопрос о ликвационных явлениях в стеклах изучается и рассматривается преимуще-

ственно с точки зрения их влияния на процессы тонкой кристаллизации стекол с целью получения стеклокристаллических материалов – ситаллов, а также получения нанопористых стекол и стекломатериалов различного назначения [12].

Научно-практическое направление в изучении стекол, в той или иной степени способных к ликвации, основано на теории фазовых равновесий и включает четко обрисовавшиеся разделы:

- построение на диаграммах состояния различных систем областей метастабильной ликвации;

- теоретическое и экспериментальное изучение кинетики и механизма процесса метастабильной ликвации и образующихся при этом структур стекол;

- изучение влияния ликвационных явлений в стеклах на их свойства: электрические, вязкостные, адсорбционные (последние – на пористых стеклах);

- изучение взаимосвязи процессов ликвации и кристаллизации [10].

Наряду с теоретическими исследованиями смоделированный малощелочной состав боросиликатного стекла может быть использован в производстве глушеного стекла, декоративной стеклянной плитке типа марблит (стекломрамор), декоративно-художественных изделий [13].

Выполненные исследования и анализ полученных результатов позволяют сделать следующие выводы:

- модификация натрий-кальций-силикатного состава флоат-стекла путем введения через колеманит небольших количеств оксида бора (до 4 мас. %) – задача сегодняшнего дня. Это убедительно показано приведенными в настоящей работе расчетами и лабораторными экспериментами и подтверждено опытно-промышленной апробацией на производственной линии ЭПКС-4000 «Саратовского Института Стекла»;

- смоделированное путем замены в листовом стекле Na_2O на B_2O_3 и синтезированное с использованием колеманита малощелочное кальций-боросиликатное стекло проявляет высокую склонность к ликвации. Ликвирующие стекла представляют научный интерес с точки зрения исследования ликвационных явлений, процессов тонкодисперсной кристаллизации, получения нанопористых стеклообразных материалов. Кроме того, на их базе можно получать глушеные молочно-белые и цветные облицовочные плитки, подобные стекломрамору, а также прессованные декоративно-художественные изделия;

- колеманит является перспективным борсодержащим сырьем для производства стекол различного назначения. Однако для определения сферы его эффективного использования как комплексного борсодержащего стекольного сырья следует провести детальные системные ис-

следования. Основанием для постановки и проведения подобных исследований служит, с одной стороны, широкий спектр составов борсодержащих стекол с диапазоном варьирования содержания оксидов, мас. %: 40...85 SiO_2 , 1...30 B_2O_3 , 0...15 Al_2O_3 , 0...15 CaO , 3...20 Na_2O ; с другой стороны, совместное присутствие в колеманите оксидов бора и оксида кальция в молярном соотношении $\text{CaO}/\text{B}_2\text{O}_3 = 2/3$, что, несомненно, будет оказывать влияние как на структурное состояние бора, склонность стекол к фазовому разделению, так и на технологические характеристики и физико-химические свойства стекол.

Следует отметить, что ООО «ЭТИПРОДАКТС» нацелено на поддержку научно-практических исследований, позволяющих получить в дальнейшем значимый технологический и экономический эффект за счет применения борсодержащих продуктов, в частности колеманита.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Маневич В.Е., Субботин К.Ю., Ефременков В.В. Сырьевые материалы, шихта и стекловарение // М.: РИФ «СТРОЙМАТЕРИАЛЫ», 2008. 224 с.
2. Павлюкевич Ю.Г., Левицкий И.А., Мазура Н.В. Использование колеманита в производстве стеклянного волокна // Стекло и керамика. 2009. №10. С. 9–13.
3. ООО «Этипродактс» [электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.etimaden.ru/> (дата обращения 08.09.2016).
4. Аппен А.А. Химия стекла // Л.: Химия. 1974. 352 с.
5. Колеманит [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://pro-kamni.ru/kolemanit> (дата обращения 13.03.2016).
6. Пат. 10064804 Германия, МПК⁷ С 03 с 3/091. Бесщелочные алюмоборосиликатные стекла и их применение. Alkalifreie Aluminobor-silicatgläser und ihre Verwendung: Schott Glas, Peuchert Ulrich. № 10064804.5; Заявл. 22.12.2000; опубл. 11.07.2002.
7. Жерновая Н.Ф., Онищук В.И., Минько Н.И. Физико-химические основы технологии стекла и стеклокристаллических материалов // Учебно-практическое пособие, Белгород: БелГ-ТАСМ, 2001. 101с.
8. Мазурин О.В., Николина Г.П., Петровская М.Л. Расчет вязкости стекол. Л.: ЛТИ им. Ленсовета, 1988. 48 с.
9. Годовой отчет о деятельности ОАО «Саратовский институт стекла» за 2015 год [электронный ресурс]. – Режим доступа:

<http://disclosure.skrin.ru/issuers.asp> (дата обращения 10.05.2016).

10. Основные положения вопроса о метастабильной ликвации в стеклах [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://spektr-izoplast.com/osnovnye-polozheniya-voprosa-o-metastabilnoj-likvacii-v-steklax/> (дата обращения 09.09.2016).

11. Милуков Е.М., Касимова С.С. Несмешивающиеся расплавы и стекла // Ташкент: Изд-во: «Фан», 1981. 176 с.

12. Минько Н.И., Нарцев В.М. Нанотехнологии в стекломатериалах // Стекло и керамика. 2008. №5. С. 12–17.

13. Кондрашов В.И. Вариативное производство декоративного и функционального флоат-стекла // Glass Russia. 2014. № 8. С. 22–24.

Skuryatina E.Y., Onischuk V.I., Zhernovaya N.F., Zatkova R.A.

FEASIBILITY STUDY ON USE OF COLEMANITE IN THE TECHNOLOGY OF FLOAT GLASS

Currently actively formed market of translucent constructions. Manufacturers seek to physico-chemical improvement, technological and operational properties of sheet glass by changing their composition, as well as expand the resource base. Much attention is paid borosilicate glass, large-scale production which has a number of drawbacks: high cost and scarcity of traditional raw material of boron – borax, boric acid, high volatility of boron oxide. Alternative boron-containing material is colemanite – water calcium borate.

Key words: composition of flat glass, borosilicate glass, boron oxide, colemanite, raw materials.

Скuryatina Елена Юрьевна, аспирант.

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

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46.

E-mail: alena.skuryatina@mail.ru

Онищук Виктор Иванович, кандидат технических наук, доцент.

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

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46.

Жерновая Наталья Фёдоровна, кандидат технических наук, доцент.

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

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46.

Затаковская Раиса Александровна, студент.

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

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46.

Матвеева Л.Ю., д-р техн. наук, проф.
Кукса П.Б., канд. техн. наук, доц.,
Ефремова М.А., аспирант

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет
Ястребинская А.В., канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

НОВЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ ГЕРМЕТИКИ С ДЕМПФЕРНЫМИ СВОЙСТВАМИ НА ОСНОВЕ УРЕТАНОВОГО ФОРПОЛИМЕРА

karanna1@mail.ru

На основе синтетического каучука – химически модифицированной уретановой матрицы (форполимера) и аминного отвердителя разработаны составы отечественных строительных демпферных герметиков с высокими физико-механическими характеристиками в сочетании с высокой адгезией к бетону и стали, низким водопоглощением, высокой коррозионной стойкостью.

Полимерная матрица герметика представляет собой двухкомпонентную систему, отверждение которой осуществляется в естественных условиях в присутствии катализатора аминного типа. Полиуретановые герметики серии «Трифтор» представляют собой композиции на основе уретанового каучука с функциональными группами, обеспечивающими хорошую адгезию к бетону и стали. Герметики предназначены для гидроизоляции и заделки швов, трещин, глубоких раковин в бетонных и железобетонных конструкциях, испытывающих вибрирующую и прочую механическую нагрузку. Разработанные наполненные демпфирующие и гидроизолирующие строительные композиционные материалы удовлетворяют всем требованиям строительства, предъявляемым к материалам данного класса.

Ключевые слова: уретановый форполимер, герметик, наполненный композиционный материал, адгезия, прочность, водопоглощение.

Введение. Полиуретановые каучуки обладают наилучшими сочетаниями показателей эластичности и твердости и безупрочности в течение длительного срока службы. Кроме того, обладая великолепной эластичностью, полиуретановые герметики лучше других уплотнительных материалов противостоят истиранию, проколу, разрыву, т.е. удовлетворяют важнейшим требованиям к герметизирующим средствам для бетонных плит и панелей. Герметики на основе полиуретанов обладают также относительно неплохой адгезией (сцеплением) к большинству строительных материалов, и в частности, к бетону, которую можно повысить введением в уретановую матрицу соответствующих функциональных групп [1]

Строительный рынок предлагает сегодня множество вариантов демпферных и герметизирующих покрытий по бетону и герметизации швов в бетонных конструкциях, в том числе и полиуретановых [2–4]. Предлагаемые материалы и системы отличаются не только функциональными возможностями, но и стоимостью. В такой ситуации проектировщики и строители все чаще сталкиваются с проблемой выбора вида продукции, максимально соответствующей назначению и требуемым свойствам.

В строительстве герметики на основе синтетических эластомеров используются для:

- обеспечения защиты швов от проникновения воды и агрессивных сред;
- обеспечения защиты швов от засорения и выполнении ремонта при выкрашивании краев;
- предотвращения разрушения шва от транспортных и механических нагрузок;
- компенсации вибрационных нагрузок и т.п.

Области применения: бетонные полы объектов любых назначения: склады, холодильники, производства, ТРЦ, гипермаркеты, паркинги, уличные площадки и пр.

Например, при устройстве бетонного пола предусмотрена нарезка и устройство швов, тем самым, обеспечивается минимизация трещинообразования при твердении бетона и эксплуатации всей конструкции из бетона или железобетона [5, 6].

Герметик – особенный строительный материал, предназначенный для выполнения надежной защиты от переувлажнения и механического разрушения стыков строительных конструкций. На качество работ по выполнению герметизации швов и стыков строительных конструкций влияет множество факторов, которые иногда не зависят напрямую от используемого материала и исполнителя: стабильная температура в помещении (как правило не ниже 10°C), отсутствие сквозняков, протечек воды, смежных строитель-

ных операций в зоне работ, наличие эффективного освещения площадки и т.д.

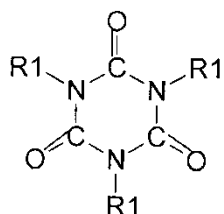
На сегодняшний день на рынке строительных материалов преобладают импортные герметики. Обладая хорошей эластичностью, полиуретановые герметики лучше других уплотнительных материалов противостоят истиранию, проколу, разрыву, т.е. удовлетворяют важнейшим требованиям к герметизирующим средствам [7–10].

Цель работы и постановка задач исследований

Основанием данной разработки служит стратегия импортозамещения зарубежных строительных материалов и составов и повышение эффективности имеющихся на рынке отечественных материалов и продуктов строительного назначения.

Целью работы было разработать серию эффективных составов отечественных строительных уретановых герметиков многофункционального назначения, определив их основные характеристики и эксплуатационные свойства и предложить строительству, снабдив рекомендациями по назначению и конкретным видам применения в строительстве.

Потенциальные возможности сравнительного нового класса эластомерных материалов на основе полиуретанов далеко еще не полностью исчерпаны. Новые предложения по сырью систематически оптимизируют составы в соответствии с растущими потребностями современного строительства. И хотя ранее уже были разработаны составы и установлены основные характеристики строительных полиуретановых материалов и композиций для гидроизоляции и устройства демпферных швов и покрытий, новые экономические рыночные условия и новые требования, предъявляемые к современным строительным материалам, потребовали суще-



1. Каучук ФП-65 (уретановый форполимер марки «Трифтор» с концевыми изоцианатными группами), представляет собой вязкую светло-желтую тягучую жидкость.

2. Катализатор полимеризации – третичный амин марки УП-606/2, прозрачная маловязкая жидкость: навеска ~ 1 % масс. УП-606/2. Продукт известен на рынке под торговыми марками УП-606/2 и «Алкофен» и представляет собой

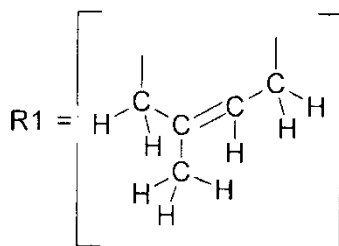
ственных изменений и улучшения прежних разработок.

В качестве универсальной полимерной основы – связующей каучуковой матрицы нами был выбран класс уретановых форполимеров с концевыми функциональными изоцианатными группами (марки «Трифор», разработанный в ФГУП «НИИСК», г. Санкт-Петербург) в паре с аминным инициатором реакции полимеризации (марки УП-606/2). Данный тип полимерной основы для эффективного строительного герметика выбран нами не случайно. Благодаря полиуретановым соединениям, которые твердеют под воздействием влаги воздуха, наполненный материал также обеспечивает высокую герметичность соединений, имеет исключительную стойкость к вибрации и различным воздействиям окружающей среды. По эластичности полиуретановым герметикам нет равных, кроме того, он очень быстро затвердевает, что тоже важно при выполнении строительных, ремонтных и монтажных работ.

Состав материалов и методика приготовления образцов композиций

В качестве связующего в композициях использован каучук полиуретановый марки «Трифор», который представляет собой форполимер, а конкретнее – продукт взаимодействия диизоцианата с простым полиэфиром, выпускаемый по ТУ 38.403809-95. Благодаря сочетанию адгезионных, прочностных и демпфирующих свойств материалы на основе полиуретанового каучука особенно эффективны и рекомендуются для использования в виброустойчивых строительных конструкциях.

В результате взаимодействия изоцианатуретана с Алкофеном образуется трехмерный полимер, в котором радикал представляет собой полибутадиеновый углеводород, общей формулы:



индивидуальное химическое вещество формулы 2,4,6-трис(деметиламино)(метил)фенол. Его функция заключается в инициировании и ускорении реакции тримеризации форполимера, поэтому его точное количество в составе реагентов не очень важно.

3. Различные минеральные наполнители: молотый кварцевый песок, Аэросил, мел, тальк и др.

Образец №1 – ненаполненная полиуретановая матрица.

В образец №2 дополнительно введен наполнитель Аэросил в количестве 2,5 % масс. по отношению к связующему с целью увеличения вязкости композиции. Такую наполненную композицию возможно наносить шпателем на вертикальную или наклонную поверхность конструкции.

С целью снижения себестоимости наполнителя (и конечного материала в целом) наполнитель Аэросил заменен на молотый кварцевый

песок. Учитывая большую разницу дисперсности и, следовательно, суммарной поверхности частиц наполнителей, количество наполнителя в виде кварцевой муки взято – 40 % масс., при том, что растекаемость (вязкость) состава была приблизительно такой же, как и в образце №2. Композиция и образцы (состав №3) были приготовлены аналогичным образом, что и образцы предыдущих составов – №№1 и 2.

Массовый состав лабораторных образцов некоторых композиций полиуретанового герметика представлен в таблице 1.

Таблица 1

Состав композиции и навески при изготовлении лабораторных образцов герметика

№п/п	Компоненты состава	Состав №1, г	Состав №2, г	Состав №3, г	Примечание
1	Каучук ФП-65	20,4	20,4	20,4	Эластомер
2	Катализатор УП-606/2	~0,2	~0,2	~0,2	Инициатор
3	Аэросил	-	0,52	-	Наполнитель
4	Кварцевый песок молотый	-	-	8,0	Наполнитель

Компоненты состава взвесили на электронных аналитических весах, перемешали вручную в пластиковом стаканчике стеклянной палочкой, залили во фторопластовые формы в виде параллелограммов: 100×40×2 по 2 шт. каждого образца.

Отверждение осуществляли при комнатной температуре в течении суток. Из полученных

образцов с помощью вырубного ножа были изготовлены образцы в форме лопаточек, всего по 4 шт. лопаточки каждого образца, которые испытывали на физико-механические показатели на разрывной машине согласно ГОСТ 269-66. Температура испытаний – 22 °С. Результаты определения прочностных характеристик композиций герметика представлены в таблице 2.

Таблица 2

Прочностные характеристики образцов полиуретанового герметика

№ образца	Модуль при 100 % растяжении, кг/см ²	Прочность при разрыве, $\sigma_{\text{разр}}$, кг/см ²	Относительное удлинение при разрыве, %	Остаточное удлинение при разрыве, мм/%	Твердость по Шору(А)
1	10	20	240	1	48
2	9	14	190	2	49
3	16	16	100	0	56

Обсуждение результатов испытаний. При сравнении полученных характеристик образцов было замечено, что введение в состав композиции наполнителя Аэросила в количестве ~2,5 % масс. привело к некоторому ожидаемому, но, в то же время, не значительному снижению прочности (с 20 до 14 МПа) и уменьшению удлинения при разрыве (с 240 до 190 %). Это практически не повлияло на остальные характеристики материала (модуль при 100 % удлинении, остаточное удлинение после разрыва и твердость по Шору остались на прежнем уровне с учетом погрешности опытов). В результате проведенных испытаний можно считать, что эксплуатационные физико-механические свойства наполненных Аэросилом ~ 25 % масс. образцов (состав №2) практически будут идентичны свойствам не наполненных образцов.

Прочностные характеристики композиции (прочность при разрыве и относительное удлинение) в образце №3 несколько снизились в результате замены Аэросила на молотый кварцевый песок. Но, тем не менее, основные прочностные характеристики остались на достаточно высоком уровне, вполне удовлетворяющем требованиям строительства для данных материалов. При этом, с точки зрения стоимости композиционного материала, важно, что нами было исключено содержание довольно дорогостоящего наполнителя Аэросил.

Адгезия герметика к поверхности бетона является одной из важнейших характеристик. Испытания образцов полиуретанового герметика на адгезионную прочность по отношению к поверхности бетона и стали проводили с помощью специально предназначенной для этих це-

лей испытательной машине PROCEQ SA ZUR-ICH SWITZERLAND Z 25, производства Швейцарии.

Для испытаний были приготовлены 4 образца: 2 образца соединений бетон-герметик-сталь и 2 образца соединений бетон-герметик-эпоксидный клей-сталь. На бетонную плиту размерами $40 \times 25 \text{ см}^2$ толщиной 35 мм методом свободного налива нанесли испытуемый герметик, толщина слоя $\sim 3 \text{ мм}$.

1. Образцы соединений бетон-герметик-сталь, 2 шт. (№№ 1.1 и 1.2).

На поверхность неотвержденного герметика сверху установили металлические пластины – фиксаторы с резьбой, представляющие собой параллелограммы квадратной формы размерами 25 см^2 и толщиной 12 мм с резьбой в центре для фиксации штифта. Бетонную плиту с герметиком и уложенными на него металлическими пластинами оставили для отверждения на 3 суток. Отверждение происходило при комнатной температуре.

2. Образцы соединений бетон-герметик-эпоксидный клей-сталь, 2 шт. (№№ 2.1 и 2.2.).

После полного отверждения герметика в течение 3-х суток на зашкуренную с помощью наждачной бумаги поверхность герметика нанесли эпоксидный клей и установили металлические пластины, как и в случае образцов № 1. Клеевое соединение оставили для полимеризации на 3 суток.

Испытания на отрыв всех образцов проводили одновременно. Для этого на поверхность бетонной плиты установили отрывную машину

с ручным червячным приводом. Штанги соединили с помощью зажимов с червячным ручным приводом, соединенным также со стрелочным круговым динамометром. Отрыв производили вращением вручную ручки привода, при этом отклонение стрелки динамометра указывало усилие при отрыве. Окончательное усилие отрыва фиксировали в момент полного отрыва стальной пластины от поверхности бетонной плиты с образцами.

В результате проведенных испытаний установлено следующее.

1. Образцы 1.1 и 1.2 (соединение бетон-герметик-сталь). Отрыв герметика от поверхности бетона произошел с вырывом частиц бетона (до 20 %). При этом полиуретановый герметик от поверхности металлической пластины не оторвался и полностью покрывал стальную пластину без видимых повреждений. Слой герметика на металле составил $\sim 1 \text{ мм}$, он сформировался под действием силы тяжести стальной пластины при ее погружении в жидкий герметик.

2. Образцы 2.1 и 2.2 (соединение бетон-герметик-эпоксидный клей-сталь).

Отрыв каучука произошел по клеевому соединению: эпоксидный клей – герметик. При этом замечены отслоения герметика и от поверхности бетона, но в отдельных местах и не более, чем на 15–20 % суммарно. Также на поверхности герметика остались локальные вырывы частиц бетона, размером до 20–25 % поверхности.

Адгезионные характеристики образцов (прочность на отрыв) представлены в таблице 3.

Таблица 3

Адгезионные характеристики полиуретанового герметика

№ п/п	Наименование образца (вид соединения и характер отрыва)	Усилие отрыва по шкале, КН	Адгезионная прочность, $\frac{\text{Кгс}}{\text{см}^2}$; МПа	Среднее значение прочности «на отрыв», $\frac{\text{Кгс}}{\text{см}^2}$ МПа
1.1	Бетон-герметик-сталь, (отрыв по бетону)	2,7	$\frac{10,8}{1,0}$	$\frac{9,3}{0,9}$
1.2	Бетон-герметик-сталь (отрыв по бетону)	1,95	$\frac{7,8}{0,8}$	
2.1	Бетон-герметик-эпоксидный клей-сталь, (отрыв по клеевому эпоксидному слою с частичным вырывом бетона)	2,25	$\frac{9,0}{0,9}$	$\frac{8,4}{0,85}$
2.2	Бетон-герметик-эпоксидный клей-сталь, (отрыв по клеевому эпоксидному слою с частичным вырывом бетона)	1,95	$\frac{7,8}{0,8}$	

Исследование адгезионных характеристик герметика по отношению к бетону методом на отрыв показало, что соединение полиуретанового герметика с бетоном прочнее, чем его соединение с эпоксидным клеем. Отрыв образцов №2 произошел по клеевому эпоксидному соединению с герметиком с вырывом частиц бетона – до

20–25 % поверхности. Прочность соединения полиуретановый герметик-эпоксидный клей составила $\sim 0,85 \text{ МПа}$.

Соединение герметика со сталью оказалось еще более прочное, чем с бетоном, численно его установить не удалось, т.к. отрыв образца произошло по бетону с вырывом его частиц (до

20 % поверхности). При этом отслоений полиуретанового герметика от стальной пластины не было замечено, так же, как и нарушений целостности слоя герметика на стальной пластине. Прочность соединения бетон–герметик составила ~ 0,9 МПа.

Определение водопоглощения образцов полиуретанового герметика

Водопоглощение материала, предназначенного для заделки и герметизации швов бетонных и прочих строительных конструкций имеет важнейшее значение. От этого показателя зависят морозостойкость и долговечность материала герметизируемого шва. При большом водопоглощении происходит набухание материала с его последующим отслоением от поверхности конструкции, особенно в сочетании с механическими нагрузками и при резких температурных перепадах.

Для определения водопоглощения полиуретановых образцов и наполненного композиционного материала были взяты образцы в возрасте не менее 3-х недель в количестве по 3-х шт. размерами 50×20мм² прямоугольной формы.

Испытания проводили по ГОСТ 4650-80. Испытания проводили без предварительной выдержки в термостате при комнатной температуре. Термостатировать образцы не было необходимости, т.к. они более 3-х недель до момента проведения испытаний хранились в лабораторных условиях при комнатной температуре. Выдержка образцов в дистиллированной воде составила 24 часа.

Данные о весовых характеристиках образцов в результате проведенных испытаний на водопоглощение представлены в таблице 4.

Таблица 4

Водопоглощение образцов полиуретанового герметика

№ п/п	Образец №1	Образец №2	Образец №3	Среднее значение, %
Масса образца до выдержки в воде, г	1,3590	1,2056	1,0429	0,48
Масса образца после выдержки в воде 1 сутки, г	1,3665	1,2100	1,0485	
Водопоглощение, %	0,55	0,36	0,54	

Из данных таблицы 4 следует, что ненаполненный образец полиуретанового герметика имеет водопоглощение не более 0,55 % масс., наполненный Аэросилом – 0,36 %, наполненный молотым кварцевым песком – 0,54 %. Таким образом, установлено, что использованные нами минеральные наполнители не ухудшают этот показатель, а в случае Аэросила даже улучшают. Это связано, по-видимому, с формированием более плотной надмолекулярной структуры полиуретановой матрицы под влиянием очень развитой и весьма активной поверхности частиц Аэросила.

Таким образом, в результате проведенных исследований по разработке составов демпферного строительного герметика на основе полиуретанового тримера с функциональными изоцианатными группами можно заключить, что полученный материал удовлетворяет требованиям строительства, предъявляемым к материалам данного назначения по физико-механическим, адгезионным характеристикам и водопоглощению и может вполне применяться по своему назначению.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Майер-Вестус У. Полиуретаны. Покрyтия, клеи и герметики / Пер. с англ. Л.Н. Машляковского, В.А. Бурмистрова. М.: Пейн-Медиа, 2009. 400 с.
2. Михеев В.В. Неизоцианатные полиуретаны. Казань: КНИТУ (КГТУ), 2011. 292 с.
3. Овчинников И.Г., Макаров В.Н., Овсянников С.В. Антикоррозионная защита мостовых сооружений. Саратов: Центр «Наука», 2007.– 192 с.
4. Болтон У. Конструкционные материалы: металлы, сплавы, полимеры, керамика, композиты: Карман ный справочник. М.: Издательский дом «Додэка-XXI», 2004. 315 с.
5. Райт П., Камминг А. Полиуретановые эластомеры / Пер. с англ. под ред. Н.П. Апухтиной. Л.; М.: Химия, 1973. 304 с.
6. Липатов Ю.С., Керча Ю.Ю., Сергеева Л.М. Структура и свойства полиуретанов. Киев: Наукова думка, 1970. 280 с.
7. Bayer O. Das Di-Isocyanat-Polyadditionsverfahren (Polyurethane). Angewandte Chemie. 1947. Vol. 59. Is. 9, pp. 257–272.
8. Bock M., et al. Globalisierung der Fahrzeugindustrie – eine Herausforderung bei der Lackrohstoffentwicklung. Farbe und Lack, 1996. Vol. 102 (9), pp. 132–140.

9. Bock M., Meiss H.U. Meier-Westhues. Globalisierung aus Sicht eines Lackrohstoffproduzenten. DFO-Automobiltagung. September 1998. Weimar, Berichtsband.

10. The polyurethanes book. Ed. by Randall D., Lee S. Wiley. 2003. 477 p.

Matveeva L.Yu., Kuksa P.B., Efremova M.A., Yastrebinskaya A.V.

NEW CONSTRUCTION SEALANTS WITH DAMPING PROPERTIES ON THE BASIS OF URETANOVOGO FORPOLIMER

On the basis of synthetic rubber – chemically modified uretanovy matrix (forpolimer) and an aminny hardener compositions of domestic construction damping sealants with high physicomachanical characteristics in combination with high adhesion to concrete and steel, low water absorption, high corrosion resistance are developed.

The polymeric matrix of sealant represents two-component system which hardening is carried out under natural conditions in the presence of the catalyst of aminny type. Polyurethane sealants of the Trifor series represent compositions on the basis of uretanovy rubber with the functional groups providing good adhesion to concrete and steel. Sealants intend for a waterproofing and seal of seams, cracks, deep sinks in the concrete and reinforced concrete designs experiencing the vibrating and other mechanical strain. The construction composite materials developed filled damping and waterproofing meet all requirements of construction imposed to materials of this class.

Key words: *an uretanovy forpolimer, sealant, the filled composite material, adhesion, durability, water absorption.*

Матвеева Лариса Юрьевна, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры технологии строительных материалов и метрологии

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет.

Адрес: Россия, 190005, Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская ул., д. 4

E-mail: lar.ma2011@yandex.ru

Кукса Петр Борисович, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии строительных материалов и метрологии

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет.

Адрес: Россия, 190005, Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская ул., д. 4

Ефремова Мария Александровна, аспирант кафедры технологии строительных материалов и метрологии

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет.

Адрес: Россия, 190005, Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская ул., д. 4

Ястребинская Анна Викторовна, кандидат технических наук, доцент кафедры безопасности жизнедеятельности.

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

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

E-mail: karanna1@mail.ru

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

DOI: 10.12737/22799

Всяких М.В., канд. экон. наук, доц.,

Матвийчук Л.Н., канд. экон. наук, доц.

Белгородский государственный национальный исследовательский университет

ОСОБЕННОСТИ УЧЕТНО-АНАЛИТИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРИНЯТИЯ К УЧЕТУ ОБЪЕКТОВ ОСНОВНЫХ СРЕДСТВ В СТРОИТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЯХ

vsyakikh@bsu.edu.ru

В статье рассмотрено место основных средств в деятельности строительных организаций. Представлено значение учетно-аналитического обеспечения в процессе управления основными средствами и как главного звена сбора, систематизации и предоставления информации о движении активов предприятия. Приводятся отдельные особенности бухгалтерского учета поступления и принятия на учет основных средств, связанные со спецификой деятельности строительных предприятий.

Ключевые слова: основные средства, строительная организация, движение активов.

Введение. Учетно-аналитические функции бухгалтерского учета призваны обеспечивать соответствие информационных потребностей системы управления реальному состоянию имущественного комплекса строительных предприятий. Состояние парка основных средств определяет уровень цен, качества и конкурентоспособности их продукции. Процесс управления предприятиями строительства тесно связан с получением достоверной и своевременной информации о наличии и движении объектов активов, существенную долю которых составляют основные средства. Существенная зависимость от внешних источников финансирования, проявление циклических кризисов в экономике, сокращение инвестиционной активности и внедрение эффективных, инновационных способов производства сопряжено с внедрением новых средств учета и анализа, соответствием их результатов ожиданиям заинтересованных пользователей.

Методология. В основу положены научные труды отечественных и зарубежных ученых, раскрывающие значимые вопросы учета и оценки эффективности использования основных средств в строительных организациях. Законодательные и нормативные акты регулирующие порядок бухгалтерского учета и отражения информации об основных средствах в бухгалтерской (финансовой) отчетности, специализированные учетные стандарты и формы первичной учетной документации.

Основная часть. На сегодняшний день строительство является одной из ключевых отраслей, формирующих экономику государства. Так, по данным Федеральной службы государственной статистики доля строительства в валовом

внутреннем продукте России составила от 6,5 % в 2011 г. до 5,9 % в 2015 г. [2].

Эффективность процесса использования и воспроизводства основных средств в строительных организациях напрямую зависит от наличия действенной системы управления. В ее основу положены элементы учетного процесса и анализа хозяйственной деятельности главной целью которых является создание эффективного учетно-аналитического механизма, обеспечивающего информационные потребности широкого круга пользователей от прямо заинтересованного управленческого персонала до контролирующих органов и общественности.

Это определяет постоянное совершенствование теоретических и методических основ создания и трактовки учетно-аналитической информации об объектах основных средств, путях их воспроизводства и экономической эффективности в ходе текущей деятельности организаций, для оперативного принятия новых и корректировки сложившихся управленческих решений.

Как никогда в отрасли строительства и производства строительных материалов сегодня стоит проблема изношенности основных производственных фондов. На конец 2014 года для предприятий строительной отрасли это показатель составил 51,2 %, тогда как в целом по экономике страны он был 49,4 % [3].

Средний возраст объектов составляет 14 лет при нормальных 8–10 годах. Сохранение такого уровня инвестирования в возобновление основных фондов строительной отрасли может в ближайшей перспективе привести к массовому, неконтролируемому спаду объемов производства и снижению показателей экономического роста по регионам и государству в целом.

Как и в других отраслях экономики к объектам основных средств в строительстве относятся: здания, сооружения, рабочие и силовые машины и оборудование, измерительные и регулирующие приборы и устройства, внутрихозяйственные дороги, многолетние насаждения и прочие соответствующие объекты, что отражено п. 5 Положения по бухгалтерскому учету "Учет основных средств" ПБУ 6/01" [1].

В строительных организациях источниками финансирования приобретения (создания) объектов основных средств могут быть следующие:

- взносы учредителей;
- доходы, полученные от основных видов деятельности, связанной со строительно-монтажными работами и других видов хозяйственной деятельности;
- доходы от ценных бумаг;
- заемные средства, в том числе кредиты;
- капитальные вложения и дотации из бюджетов соответствующих уровней;
- дотации из бюджетов различных уровней и капитальные вложения;
- прочие источники средств, не запрещенные законодательством.

Основные средства в строительстве могут непосредственно использоваться в процессе создания готовой продукции или формировать условия, необходимые для осуществления производственного и управленческого процесса.

Рассматривая объект недвижимости, находящийся в собственности строительной организации, можно относить его к категории как товаров, или готовой продукции, так и основным средствам. Определяющим здесь становится то, для каких целей предназначен данный объект, был ли он создан собственными силами или приобретен с целью перепродажи. Учитывая возможную длительность процесса сбыта объектов недвижимости строительными организациями, можно предположить, что товар (готовую продукцию) организация может начать использовать и появится основание перевести данный актив в категорию основных средств.

Для возможности выполнения такой операции, недвижимость, изначально предназначенная для продажи должна стать имуществом, эксплуатируемым в течение длительного периода времени и приносящим организации (прямо, или косвенно) доход.

Со стороны руководства организации должен быть издан соответствующий приказ (распоряжение), которое инициирует признание актива в составе объектов основных средств.

На основании данного документа товар (готовая продукция) относится в состав вложений

во внеоборотные активы, что на счетах бухгалтерского учета должно быть отражено записью:

Дебет счета 08 «Вложения во внеоборотные активы»

Кредит счета 41 «Товары» (43 «Готовая продукция»).

Следует обратить внимание, что если ранее приобретенные объекты, принятые к учету на счете 41 "Товары", относятся в состав основных средств, то принятые к вычету суммы налога на добавленную стоимость требуют восстановления в соответствующем налоговом периоде, в котором они были представлены к вычету.

Основные средства также зачастую выступают в качестве предмета производства, когда происходит возведение зданий и сооружений для собственных нужд, поэтому учет затрат целесообразно осуществлять в соответствии со сметами по следующим категориям расходов: строительные работы; монтажные работы и приобретение оборудования, сданного в монтаж.

Организация учёта перечисленных затрат будет определяться выбранным способом строительства: - подряд (с привлечением сторонней специализированной организации) или хозяйственным (собственными силами организации).

Подрядный способ требует отражения всех выполненных строительных работ и работ по монтажу оборудования у организации-застройщика на счёте 08 "Вложения во внеоборотные активы", а конкретно по субсчёту 08-3 "Строительство объектов основных средств" в объемах принятых к оплате и оплаченных счетов подрядных организаций по договорной стоимости.

Кроме этого, перед вводом объектов капитального строительства в эксплуатацию, должно быть зарегистрировано право собственности на них органами государственной власти и получены необходимые разрешения в многочисленных разрешительных организациях. Такой порядок влечет возникновение для застройщика возникновение дополнительных материальных затрат, которые также потребуют детального учета. Схема учета существенно усложнится если строительство ведется с привлечением заемных средств, либо на основе долевого участия.

Хозяйственный способ имеет место, когда организация сама осуществляет строительство и несёт затраты, которые должны вернуться дополнительными доходами организации в дальнейшем, когда объект строительства будет сдан в эксплуатацию, начнет использоваться по назначению и принят к учету в составе основных средств. Главной функцией учетной систе-

мы становится регистрация фактически произведенных затрат строительной организацией.

Изначально все виды затрат подлежат отражению на счёте 08 "Вложения во внеоборотные активы", однако их природа будет иной.

При осуществлении строительной организацией строительно-монтажных работ по действующей практике, затраты принято распределять по следующим статьям расходов: материалы; расходы на содержание и эксплуатации строительных машин и механизмов; расходы на оплату труда рабочих и накладные расходы.

Это лишь условная схема и строительные организации исходя из соображений экономической целесообразности, вправе расширить перечень статей на осуществление процесса строительства.

Перечисленные группы расходов относят в дебет счёта 08 "Вложения во внеоборотные активы". При этом формируется следующая корреспонденция счетов:

1. Дебет счёта 08 "Вложения во внеоборотные активы" (субсчёт 08-3 "Строительство объектов основных средств")

Кредит счёта 10 "Материалы" – отражена стоимость материалов, израсходованных в процессе строительства хозяйственным способом;

2. Дебет счёта 08 "Вложения во внеоборотные активы" (субсчёт 08-3 "Строительство объектов основных средств")

Кредит счёта 70 "Расчёты с персоналом по оплате труда" – учтена заработная плата рабочих, задействованных на строительстве объектов основных средств хозяйственным способом;

3. Дебет счёта 08 "Вложения во внеоборотные активы" (субсчёт 08-3 "Строительство объектов основных средств")

Кредит счёта 69 "Расчёты по социальному страхованию и обеспечению" – принято обязательство перед государственными внебюджетными фондами, исчисленное из заработной платы рабочих, задействованных на строительстве объекта основных средств хозяйственным способом.

Выводы. Проведенное исследование показало, что вопросы учета основных средств в строительных организациях остаются достаточно актуальными. Определяющим здесь становится существенная значимость данных объектов, выступающих как в роли средств производства, так и в форме капитальных вложений. Существенное влияние на процесс создания и порядок учета накладывает специфика деятельности строительных организаций, среди которых длительность производственного процесса, сезонный фактор, необходимость привлечения сторонних подрядных компаний и большая капиталоемкость процесса строительства.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Приказ Минфина РФ от 30 марта 2001 г. N 26н "Об утверждении Положения по бухгалтерскому учету "Учет основных средств" ПБУ 6/01" (с изменениями и дополнениями)
2. http://www.gks.ru/bgd/free/B04_03/IssWW.exe/Stg/d06/64.htm
3. http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/enterprise/fund/#

Vsyakih M.V., Matviychuk L.N.

FEATURES REGISTRATION-ANALYTICAL MAINTENANCE DECISION

K ACCOUNTING OBJECT FIXED ASSETS IN CONSTRUCTION ORGANIZATIONS

The article deals with the place of fixed assets in the activities of construction companies. Presented value accounting and analytical support in the management of fixed assets and as the main collection management, ordering and provision of information assets of the enterprise on motion. We give individual features of accounting income and taking on account of fixed assets associated with the specific activity of the building enterprises.

Key words: *fixed assets, construction company, asset movement.*

Всяких Максим Владимирович, кандидат экономических наук, кафедры учета, анализа и аудита Белгородский государственный национальный исследовательский университет.
Адрес: Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85.
E-mail: vsyakikh@bsu.edu.ru

Матвийчук Людмила Николаевна, кандидат экономических наук, кафедры учета, анализа и аудита Белгородский государственный национальный исследовательский университет.
Адрес: Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85.
E-mail: matviychuk@bsu.edu.ru

DOI: 10.12737/22879

*Кара К.А., магистрант
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова
Ширина Н.В., канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный аграрный университет им. В.Я. Горина*

НАПОЛНЕННОСТЬ ГОСУДАРСТВЕННОГО КАДАСТРА НЕДВИЖИМОСТИ СВЕДЕНИЯМИ О ГРАНИЦАХ И ЗОНАХ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

schnv02@mail.ru

Приводятся результаты анализа наполненности базы данных Государственного кадастра недвижимости сведениями о границах и зонах по Белгородской области. Данные мероприятия рассматриваются в свете проводимой реформы государственного кадастрового учёта и государственной регистрации прав на недвижимое имущество и сделок с ним в соответствии с федеральной целевой программой «Развитие единой государственной системы регистрации прав и кадастрового учёта недвижимости на период с 2014 по 2019 год».

Ключевые слова: база данных, Государственный кадастр недвижимости, границы, зоны, землеустройство.

В свете проводимой реформы государственного кадастрового учёта и государственной регистрации прав на недвижимое имущество и сделок с ним задача внесения сведений о границах в государственный кадастр недвижимости приобретает особую актуальность. В соответствии с федеральной целевой программой «Развитие единой государственной системы регистрации прав и кадастрового учёта недвижимости на период с 2014 по 2019 год» необходимо провести землеустроительные работы в отношении границ субъектов РФ, муниципальных образований и населённых пунктов, внести сведения по итогам проведения землеустроительных работ в ГКН. Также запланирована разработка комплекса мероприятий по внесению в государственный кадастр недвижимости сведений о границах между субъектами РФ, муниципальными образованиями и населёнными пунктами в виде координатного описания [1, 2]. Это предусматривает совместную деятельность Росреестра и органов исполнительной власти субъектов на основании заключённых соглашений о сотрудничестве.

Поскольку сведения должны быть внесены до 1 января 2022 года, необходимо провести землеустроительные работы в отношении границ субъектов РФ, муниципальных образований и населённых пунктов, внести сведения по итогам проведения землеустроительных работ в ГКН.

Пунктом 19 плана мероприятий («дорожной карты») «Повышение качества государственных услуг в сфере государственного кадастрового учёта недвижимого имущества и государственной регистрации прав на недвижимое имуще-

ство и сделок с ним», утвержденного распоряжением Правительства Российской Федерации от 01.12.2012 № 2236-р, запланированы:

- разработка комплекса мероприятий по внесению в ГКН сведений о границах между субъектами Российской Федерации, границах муниципальных образований и границах населённых пунктов в виде координатного описания;
- внесение в ГКН сведений о границах охранных и защитных зон [3,4].

Следует отметить, что в настоящее время границы административно-территориального деления установлены, в большинстве своём, описательно в региональных законах о статусе и границах муниципальных образований, в ГКН практически полностью отсутствуют сведения об административно-территориальных границах, охранных зонах, санитарно-защитных и иных зонах с особыми условиями использования территорий.

В связи с этим нами был проведен анализ по Белгородской области о внесенных в ГКН сведениях по объектам землеустройства. Была собрана информация об административно-территориальном делении Белгородской области. В состав Белгородской области входят: районы, города, поселки городского типа, сельские населённые пункты (рис. 1). Административным центром Белгородской области является город Белгород. В соответствии с федеральным законом «О местном самоуправлении» Белгородская область разделена также на следующие муниципальные образования: городские округа, муниципальные районы, городские поселения, сельские поселения (рис. 1).

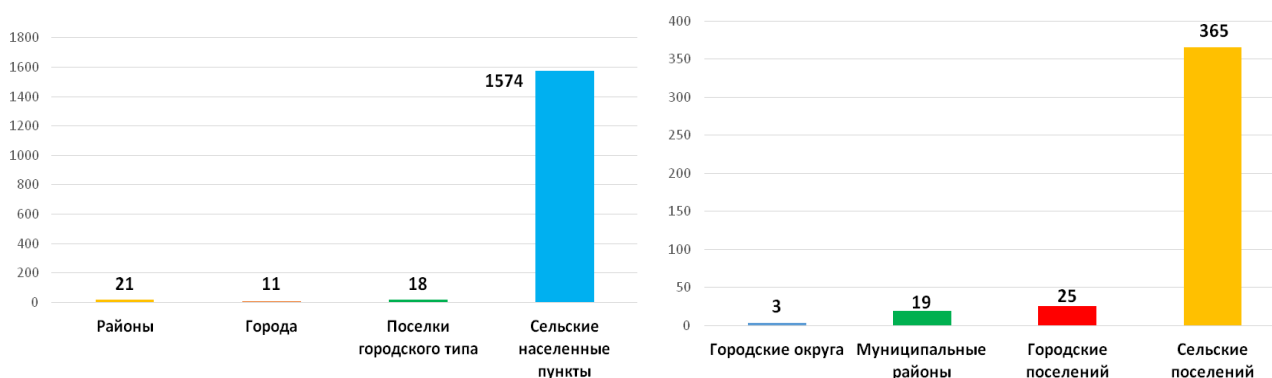


Рис. 1. Административно-территориальное деление Белгородской области и деление на муниципальные образования

Согласно последним изменениям в законодательстве к объектам землеустройства относят: границы субъектов РФ, границы муниципальных образований, границы населенных пунктов, территориальные зоны [5]. Общие показатели по объектам землеустройства, сведения о которых содержатся в государственном кадастре недвижимости по состоянию на 2016 г. приводятся на рис. 2. Далее нами проведена классификация муниципальных образований по первому и второму уровню, обозначена динамика внесения сведений по границам муниципальных образований начиная с 2011 по 2016 год (рис. 3).

Можно заметить, что количество сведений об объектах землеустройства в ГКН увеличилось в 2013, 2015 году. Это говорит о том, что принятые нормативные акты значительно упростили и внесли ясность в процедуру внесения сведений об объектах землеустройства в ГКН.

Далее проводился анализ данных реестра сведений по границам, которые содержатся в ГКН. Проведя анализ данных, предоставляемых отделом землеустройства, мониторинга земель и

кадастровой оценки недвижимости, мы пришли к следующему выводу: вид рабочего реестра сведений по границам не является эффективным, так как не позволяет проводить мониторинг в реальном времени, в него вносятся только сведения по учтенным границам. Заметим, что при разработке реестра границ муниципальных образований орган кадастрового учета не проводит классификацию по их уровням. Поэтому нами был доработан данный реестр и проанализированы сведения о границах по каждому из уровней (рис. 4).

Следующим этапом явилась картографическое отображение всех проанализированных данных. По землеустроительным материалам границы и сведения заносились в ГКН, эта информация отображалась на портале «Единый кадастр объектов недвижимости», после нами проводилась обработка этих данных в программе QGIS по нанесению границ объектов землеустройства, отдельно для каждого населенного пункта и целиком по всем границам Белгородской области.



Рис. 2. Общие показатели по объектам землеустройства Белгородской области, сведения о которых содержатся в ГКН (2016 г.)

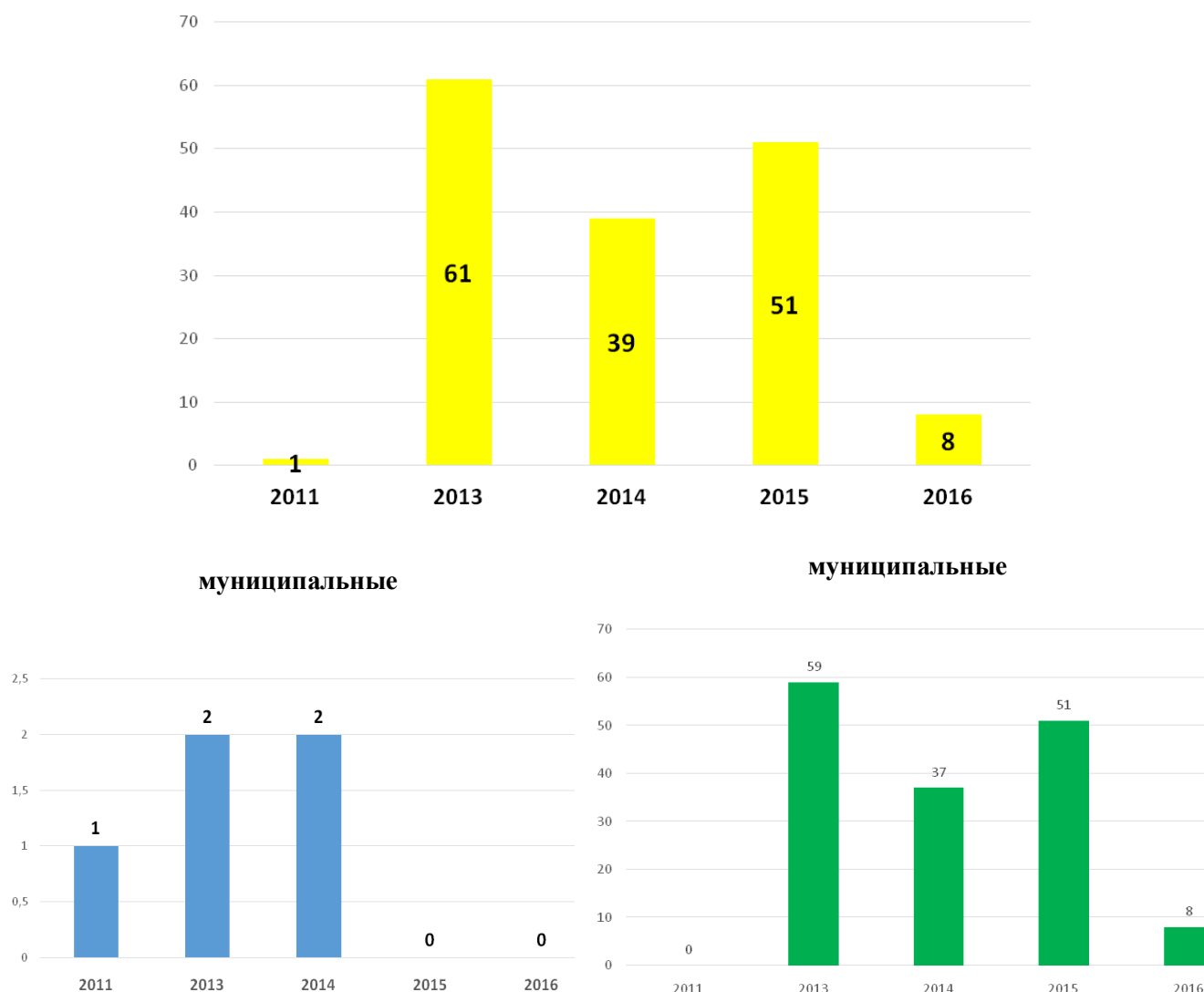


Рис. 3. Сведения о внесении границ муниципальных образований 1-го и 2-го уровня в ГКН

К муниципальным образованиям 1-го уровня относятся: городские округа и муниципальные районы. Отдельно в Белгородской области 3 городских округа: город Белгород, город Старый Оскол, город Губкин. В базу ГКН внесены сведения о границах муниципального образования 1-го уровня (городские округа) по городу Белгороду, остальные данные отсутствуют (рис. 5). В области насчитывают 19 муниципальных районов, информация по границам внесена частично. Большая часть сведений о границах муниципальных образований 1-го уровня (муниципальные районы) отсутствует, в системе ГКН содержатся сведения лишь по 4 муниципальным районам: Чернянскому, Краснояружскому, Грайворонскому, Валуйскому (рис. 6). Так как муниципальные районы представлены в различных системах координат, то данные приводятся по двум зонам.

Таким образом, из 312 муниципальных образований в ГКН содержатся сведения по границам только 160 из них (51 %). Далее нами

проводился анализ по границам населенных пунктов. Большая часть сведений по границам населенных пунктов отсутствует в системе ГКН. Всего в базе данных должно содержаться информации по границам 1602 населенных пунктов, при этом на 2016 г. внесены сведения по границам 374 населенных пунктов (23%) (рис. 7).

Что касается территориальных зон, данные по ним полностью отсутствуют в базе государственного кадастра недвижимости, это подтверждается и публичной кадастровой картой. Должны быть приняты меры по внесению данных о границах территориальных зон в ГКН. Эти данные должны поступать в порядке межведомственного электронного взаимодействия из управления архитектуры и градостроительства. Эти данные содержатся в базе ИСОГД и графически отображены в градостроительной документации, представленной генеральным планом [6].

G18						
	A	B	C	D	E	F
13	4696559	Село Сергиевка Губинского городского округа Белгородской области	Граница населенного пункта	Учтенный	16.01.2014 9:16	16.01.2014 9:16
14	4721814	село Ястребово Беловского сельского поселения муниципального района Белгородский район" Белгородской области	Граница населенного пункта	Учтенный	28.01.2014 15:41	28.01.2014 15:41
15	4721854	село Петровка Малиновского сельского поселения муниципального района Белгородский район" Белгородской области	Граница населенного пункта	Учтенный	28.01.2014 16:33	28.01.2014 16:33
16	4695414	Поселок Троицкий Губинского городского округа Белгородской области	Граница населенного пункта	Учтенный	15.01.2014 14:52	15.01.2014 14:52
17	4717814	село Толконное Малиновского сельского поселения муниципального района Белгородский район" Белгородской области	Граница населенного пункта	Учтенный	28.01.2014 16:19	28.01.2014 16:19
18	4717834	хутор Крестовое Малиновского сельского поселения муниципального района Белгородский район" Белгородской области	Граница населенного пункта	Учтенный	28.01.2014 16:22	28.01.2014 16:22
19	4676496	Поселок Хотыковский Головинского сельского поселения муниципального района Трайновский район" Белгородской области	Граница населенного пункта			
20	4717745	село Северково Беловского сельского поселения муниципального района Белгородский район" Белгородской области				
21	3250850	с. Русская Халва Руссохаланского сельского поселения Муниципальный район "Чернянский район" Белгородской области (Южная и Северная часть)				

170						
	A	B	C	D	E	F
66		село Череново Череновского сельского поселения муниципального района "Ивнянский район" Белгородской области	Граница населенного пункта	Не учтенный		
67		село Новенькое Новеньского сельского поселения муниципального района "Ивнянский район" Белгородской области	Граница населенного пункта	Не учтенный		
68		село Покровка Покровского сельского поселения муниципального района "Ивнянский район" Белгородской области	Граница населенного пункта	Не учтенный		
69		село Верхопень Верхопеньского сельского поселения муниципального района "Ивнянский район" Белгородской области	Граница населенного пункта	Не Учтенный		
70	5368930	село Васильевка Прелестненского сельского поселения муниципального района "Прохоровский район" Белгородской области	Граница населенного пункта	Учтенный	21.01.2015 8:52	21.01.2015 8:52
71	5368713	село Андреевка Прелестненского сельского поселения муниципального района "Прохоровский район" Белгородской области	Граница населенного пункта	Учтенный	20.01.2015 15:48	20.01.2015 15:48
72	5368693	село Петровка Прелестненского сельского поселения муниципального района "Прохоровский район" Белгородской области	Граница населенного пункта	Учтенный	20.01.2015 15:35	20.01.2015 15:35
		село Прелестное Прелестненского сельского поселения муниципального района	Граница населенного			

Рис. 4. Фактический и предлагаемый вид реестра границ Белгородской области, сведения по которым должны содержаться в ГКН

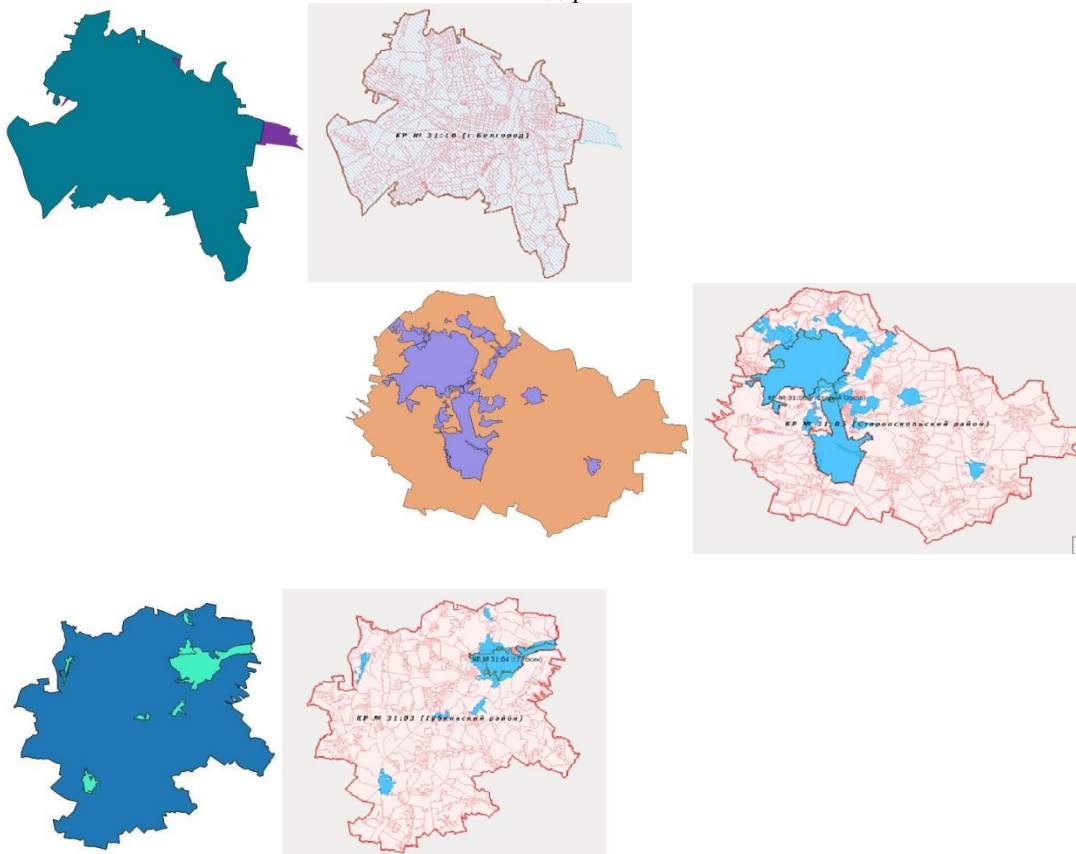


Рис. 5. Обработанные данные муниципальных образований 1-го уровня (городские округа) в программе QGIS и информационном портале «Единый кадастр объектов недвижимости»

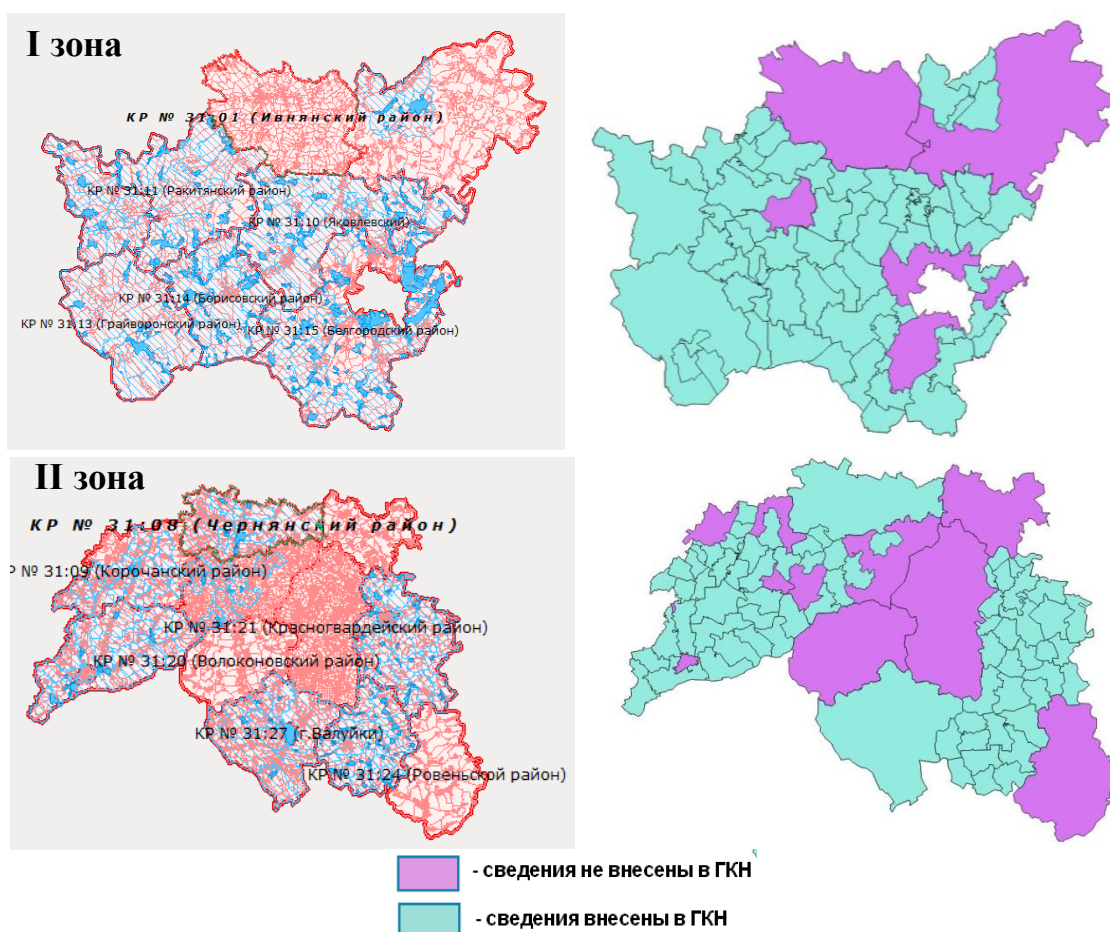


Рис. 6. Обработанные данные по границам муниципальных образований 1-го уровня (муниципальные районы) I и II зон в программе QGIS и информационном портале «Единый кадастр объектов недвижимости»

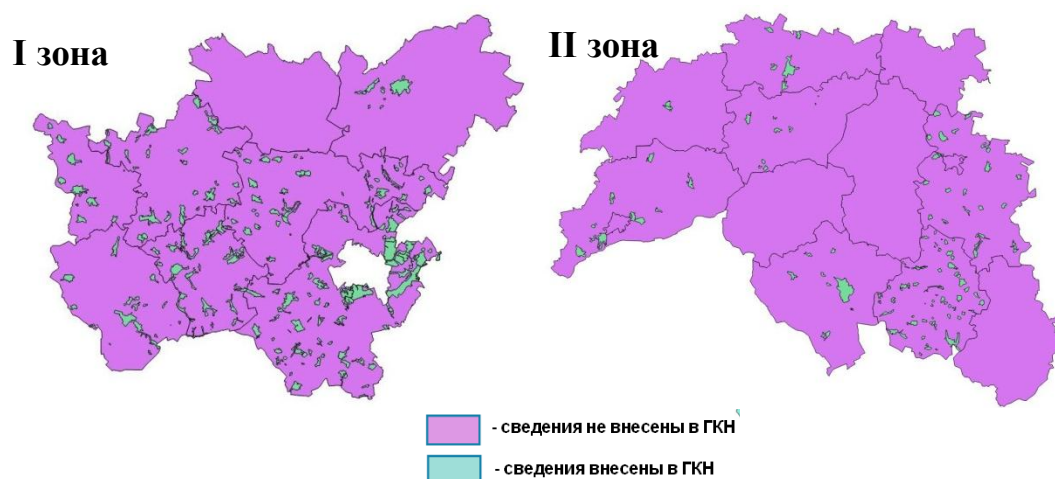


Рис. 7. Обработанные данные по границам населенных пунктов I и II зоны в программе QGIS

Для предоставления сведений о территориальных зонах необходимо установить требования, в том числе путем внесения соответствующих изменений в Градостроительный кодекс РФ, по точности установления территориальных зон и правилам их цифрового описания в составе правил землепользования и застройки.

Для отображения полной картины по рассматриваемому вопросу вся информация была обработана в программе MapInfoProfessional. Результат данной работы и его анализ представлены на рис. 8.

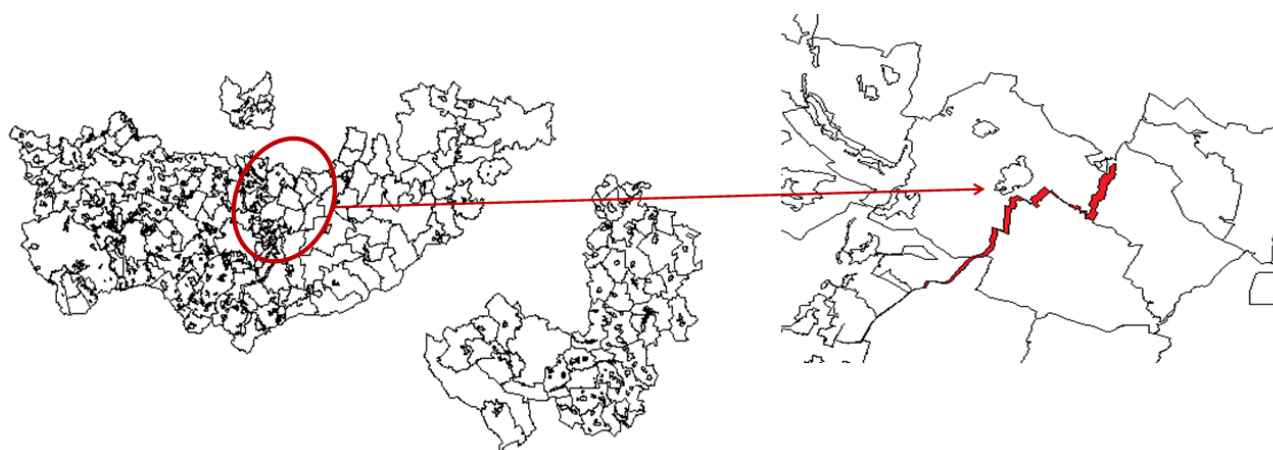


Рис. 8. Картографическое отображение границ Белгородской области, сведения по которым содержатся в ГКН, обработанные в программе MapInfo Professional

При обработке данных в программе MapInfoProfessional были отмечены следующие нюансы, как несовпадение границ при объединении 1 и 2 зон. Вероятно, это связано с тем, что землеустроительные работы проводились различными организациями, различным оборудованием, в различных условиях, что и привело к несоответствию границ. Данные замечания должны быть учтены, поскольку могут привести в дальнейшем к ряду проблем.

Таким образом, нами был проведен анализ сведений об объектах землеустройства, которые находятся на территории Белгородской области, содержащихся на 2016 г. в ГКН. Были сделаны выводы о том, что по границам муниципальных образований база данных ГКН наполнена на 51 %, по границам населенных пунктов на 23%, по территориальным зонам не представляется возможности провести расчеты, поскольку эти сведения не внесены в ГКН.

Поскольку сведения должны быть внесены до 01.01.2022 года, рекомендуется ускорить работы по наполнению базы данных, а именно применить административные инструменты для проведения работ по установлению границ в Белгородской области. Последствиями не наполненности сведений в ГКН по объектам землеустройства являются наличие или возможное появление кадастровых ошибок [7]. При этом требования градостроительного законодательства не учитываются при осуществлении земельно-имущественных отношений, то есть по российскому законодательству земельные участки должны находиться в одной территориальной зоне, не пересекать границы, а, следовательно, на данный момент при отсутствии сведений в ГКН о территориальных зонах нарушается градостроительное законодательство, что

может привести к проблемам при развитии территории.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Паспорт программы [Электронный ресурс]. URL: <http://programs.gov.ru>
2. Постановление Правительства Российской Федерации от 10 октября 2013 г. № 903 «О федеральной целевой программе «Развитие единой государственной системы регистрации прав и кадастрового учета недвижимости (2014 - 2019 годы)» [Электронный ресурс]. URL: <https://rg.ru/2013/10/17/kadastr-uchet-site-dok.html>
3. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 1 декабря 2012 г. № 2236-р г. [Электронный ресурс]. URL: <https://rg.ru/2012/12/11/karta-site-dok.html>
4. О проблемах внесения в ГКН сведений об административно-территориальных границах, территориальных зонах, зонах с особыми условиями использования территорий и красных линиях [Электронный ресурс]. URL: http://www.gisa.ru/vnesenie_v_gkn.html
5. Обновление информации о границах населенных пунктов [Электронный ресурс]. URL: <http://www.kadastr-23.ru/ru/press-centr/news/2015/06/03/obnovlenie-informacii-o-granichah-naselennyh-punkto/>
6. Ширина Н.В., Кононова О.Ю. Актуальность проблемы учета зон с особыми условиями использования территории // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2014. № 2. С. 135–138.
7. Ширина Н.В., Калачук Т.Г. Внесение в Государственный кадастр недвижимости сведений о границах и зонах Краснодарского края // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. № 1. С. 219–222

Kara K.A., Shirina N.V.

**FILLING OF THE STATE PROPERTY CADASTRAL REGISTRATION
OF THE BOUNDARIES AND AREAS OF BELGOROD REGION**

Results of the analysis of fullness of a database of the State Immovable Property Cadastre by data on borders and areas in the Belgorod region are given. These actions are considered in the light of the carried-out reform of the state cadastral account and the state registration of the rights for real estate and transactions with it according to the federal target program "Development of Uniform State System of Registration of the Rights and the Cadastral Accounting of Real Estate for the Period from 2014 to 2019".

Key words: database, State Immovable Property CADASTRE, borders, areas, land utilization.

Кара Карина Александровна, магистрант.

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

Адрес: 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46.

E-mail: karina200386@yandex.ru

Ширина Наталья Владимировна, кандидат технических наук, доцент кафедры городского кадастра и инженерных изысканий.

Белгородский государственный аграрный университет им. В.Я. Горина.

Адрес: 308503, Белгородская обл., Белгородский р-н, п. Майский, ул. Вавилова, 1

E-mail: schnv02@mail.ru

DOI: 10.12737/22711

Сероштан М.В., д-р экон. наук, проф.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ВОСТРЕБОВАННОСТЬ ВЫПУСКНИКОВ ВУЗОВ В СФЕРЕ ИНЖЕНЕРНОГО ДЕЛА, ТЕХНОЛОГИЙ И ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК НА РЫНКЕ ТРУДА

Seroshtan-m@yandex.ru

Целью данного исследования является проведение статистического и сравнительного анализа показателей трудоустройства выпускников на основе данных мониторинга, официально опубликованного Министерством образования и науки РФ в 2016 году, в разрезе укрупненных групп специальностей и направлений подготовки. В статье представлены результаты проведенного анализа и дана оценка позиций вуза по трудоустройству выпускников в сфере инженерного дела, технологий и технических наук на примере Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова, которые могут быть полезны при принятии управленческих решений.

Ключевые слова: мониторинг трудоустройства выпускников, показатели трудоустройства, рынок труда.

Введение. В современных условиях развитие инженерного образования - один из приоритетов государственной политики в системе высшей школы, отражающий необходимость технологического перевооружения российской промышленности и обеспечения ее высококвалифицированными кадрами, востребованными на рынке труда [1, 2].

Именно и поэтому, в том числе, в новом перечне специальностей и направлений подготовки высшего образования, разработанном в соответствии с международными классификаторами, выделена особая область образования «Инженерное дело, технологии и технические науки» [3].

Востребованность выпускников в сфере инженерного дела, технологий и технических наук - важный показатель конкурентоспособности университетов в региональном и глобальном научно-образовательном пространстве, целевой индикатор развития инженерного образования, подтверждающий признание работодателями его качества, актуальность и соответствие структуры подготовки кадров реальным потребностям рынка труда [4, 5].

По данным мониторинга трудоустройства выпускников, официально опубликованных Министерством образования и науки РФ в 2016 году, инженерные направления подготовки кадров являются наиболее востребованными на рынке труда. Так, общероссийский показатель их трудоустройства составляет от 80 % до 90 %. При этом среди ведущих укрупненных групп специальностей и направлений подготовки по данному показателю - ядерная энергетика и технологии, электро- и теплоэнергетика, химические технологии [6].

Сравнительный анализ трудоустройства выпускников в разрезе анализируемых вузов инженерного профиля ЦФО

Для целей оценки позиций университета по трудоустройству выпускников 2014 года в сфере инженерного дела, технологий и технических наук была сформирована группа из числа государственных вузов инженерного профиля ЦФО, в которых обучались выпускники в рамках сопоставимых с БГТУ не менее чем по 7 УГС(Н): Ивановский государственный политехнический университет (далее - ИВГПУ), Тамбовский государственный технический университет (далее - ТГТУ), Тверской государственный технический университет (далее - ТвГТУ), Тульский государственный университет (далее - ТулГУ), Юго-Западный государственный университет (далее - ЮЗГУ). Выпускники 2014 года в сфере инженерного дела, технологий и технических наук, трудоустроенные в 2015 году, обучались в БГТУ в рамках 12 УГС(Н). Количество УГС(Н), сопоставимых с БГТУ, составило в ИВГПУ - 8, ТвГТУ - 10, ЮЗГУ - 10, ТГТУ - 12, ТулГУ - 12.

Важно отметить, что доля трудоустройства выпускников у всех анализируемых вузов (табл. 1) достигла установленного порогового значения (75 %) и, кроме ТГТУ, достигла или превысила значение по ЦФО (77 %).

По показателю трудоустройства выпускников лидирует ТулГУ, значение которого превышает минимальное в данной группе вузов, характерное для ТГТУ, занимающему третью позицию, на 20 %.

Вторую позицию занимает БГТУ, наряду с такими вузами, как ИВГПУ, ТвГТУ, ЮЗГУ (доля трудоустройства достигла 80 %).

Вместе с тем, в сравнении с данными предыдущего мониторинга произошло снижение показателя трудоустройства выпускников в

БГТУ и ТвГТУ на 5 процентных пунктов. Другие вузы (ИВГПУ, ТГТУ, ТулГУ, ЮЗГУ) сохра-

нили свои позиции на уровне предыдущего мониторинга [8].

Таблица 1

Сравнительный анализ трудоустройства и средней зарплаты выпускников 2014 года в группе анализируемых вузов инженерного профиля ЦФО [7]

Вуз	Количество выпускников, допущенных к обработке, чел.	Доля трудоустройства выпускников, %	Доля трудоустройства выпускников очной формы, получивших образование впервые, за исключением магистров	Средняя сумма выплат выпускникам, тыс. руб.
БГТУ	3647	80	80	28,6
ИВГПУ	1656	80	75	18,2
ТГТУ	1958	75	70	22,0
ТвГТУ	2100	80	75	29,5
ТулГУ	2216	85	80	27,8
ЮЗГУ	3633	80	70	25,1

В мониторинге трудоустройства выпускников в 2016 году был введен такой новый показатель, как доля трудоустройства выпускников очной формы, получивших образование впервые, за исключением магистров. По данному показателю среди группы анализируемых вузов первую позицию разделили БГТУ и ТулГУ, вторую – ИВГПУ и ТвГТУ, а в ТГТУ и ЮЗГУ значение показателя ниже порогового на 5 процентных пунктов.

Важно, что средняя заработная плата выпускников у всех вузов превысила среднюю заработную плату в целом по экономике соответствующего субъекта, а в таких вузах, как ТвГТУ – в 1,3 раза, БГТУ и ТулГУ – в 1,2 раза, ЮЗГУ – в 1,1 раза.

Вариация уровня средней заработной платы среди анализируемых вузов достаточно высокая: от 18,2 тыс. руб. в ИВГПУ до 29,5 тыс. руб. в ТвГТУ. При этом на второй позиции находится БГТУ, незначительно уступая ТвГТУ, на третьей – ТулГУ. Кроме того, средняя заработная плата выпускников БГТУ значительно превышает среднюю заработную плату выпускников таких вузов, как ИВГПУ – в 1,6 раза, ТГТУ – в 1,3 раза, ЮЗГУ – в 1,1 раза.

Следует отметить, что БГТУ имеет положительный опыт реализации практико-ориентированной модели обучения студентов инновационному предпринимательству [9], что в первую очередь, возможно, и обусловило, по мнению автора, самую высокую долю индивидуальных предпринимателей среди трудоустроенных выпускников, обучающихся в университете (5 %). Доля индивидуальных предпринимателей среди трудоустроенных выпускников, обучающихся в других анализируемых вузах, составила 3 % [7].

Распределение анализируемых вузов ЦФО в зависимости от уровня трудоустройства выпускников в рамках исследуемых УГС(Н) в сфере инженерного дела, технологий и технических наук

В зависимости от достигнутого значения показателя трудоустройства выпускников исследуемые УГС(Н), в рамках которых они обучались, в разрезе анализируемых вузов, можно разделить на 3 группы (рис. 1): 1 группа - не достигнуто пороговое значение показателя, менее 75 %; 2 группа - достигнуто пороговое значение показателя, 75 % - 80 %; 3 группа - достигнуто высокое значение показателя, более 80 %.

Для распределения вузов по уровню трудоустройства их выпускников предложена 3-уровневая шкала: низкий, умеренный и высокий уровень (табл. 2).

С учетом доли УГС(Н) 1 – 3 группы в общем их количестве, в рамках которых обучались выпускники, в соответствии с предложенной шкалой вузы также распределились на 3 группы: первая – вузы, имеющие низкий уровень трудоустройства, вторая – вузы, имеющие умеренный уровень трудоустройства, третья – вузы, имеющие высокий уровень трудоустройства. В первой группе, с низким уровнем трудоустройства выпускников, представлены два вуза, имеющие долю УГС(Н) более 25 %, по которым не достигнуто пороговое значение показателя: ТГТУ (75 %) и ИВГПУ (50 %).

Во второй группе, с умеренным уровнем трудоустройства выпускников, представлены три вуза, имеющие долю УГС(Н) 25 % и менее, по которым не достигнуто пороговое значение: БГТУ, ЮЗГУ, ТвГТУ, - доля УГС(Н) 1 группы составляет 25 %, 20 % и 10 % соответственно.

Таблица 2

Шкала уровня трудоустройства выпускников вузов*

Критерий	Низкий уровень – выпускники слабо востребованы на рынке труда	Умеренный уровень – выпускники умеренно востребованы на рынке труда	Высокий уровень – выпускники высоко востребованы на рынке труда
Доля УГС(Н) 1 группы, %	Более 25 %	Не более 25 %	Нет
Доля УГС(Н) 2 группы, %	Менее 75 %	Не менее 75 %	Менее 25 %
Доля УГС(Н) 3 группы, %			Более 75 %

*Составлено автором по материалам исследования

В третьей группе, с высоким уровнем трудоустройства выпускников, представлен один вуз, имеющий долю УГС(Н) более 75 %, по которым достигнуто высокое значение показателя, более 80 %, и не имеющий УГС(Н), по которым

не достигнуто пороговое значение: ТулГУ, в котором доля УГС(Н) 3 группы составляет более 90 %, а УГС(Н) с долей трудоустройства выпускников ниже порогового значения – нет.

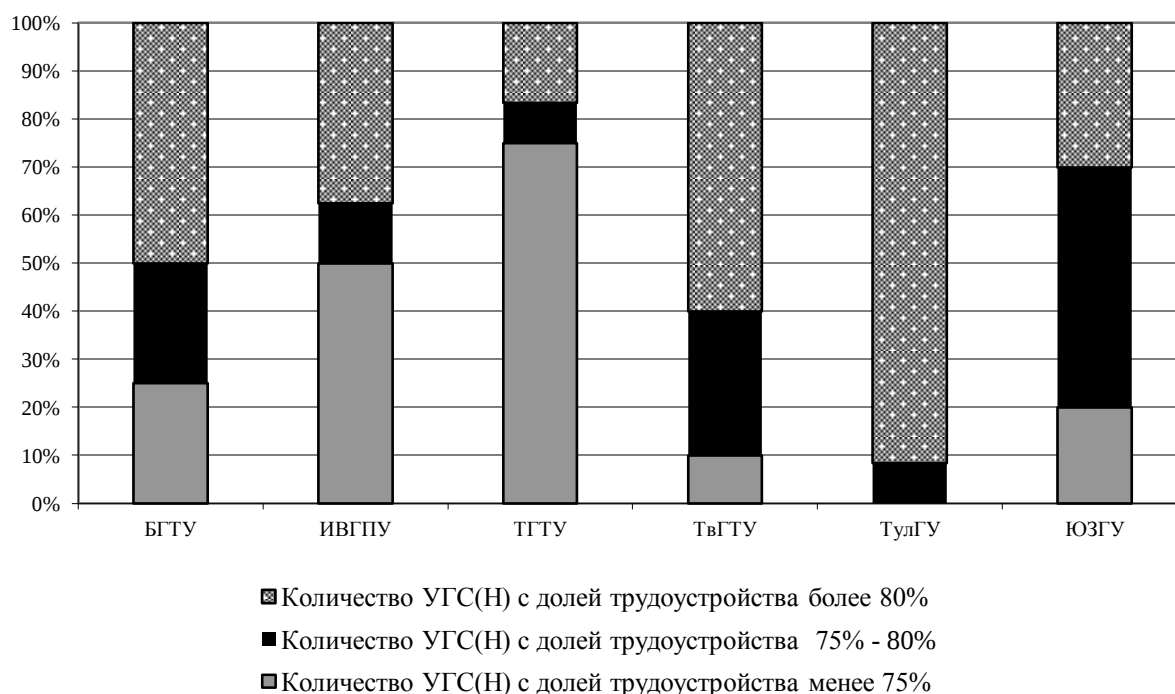


Рис. 1. Распределение количества УГСН в сфере инженерного дела, технологий и технических наук по доле трудоустройства выпускников 2014 года в разрезе анализируемых вузов*

*Составлено автором по материалам исследования

Следует отметить, что в сравнении с трудоустройством выпускников 2013 года, трудоустроенных в 2014 году, ТулГУ улучшил свои позиции, переместившись из группы 2 – с умеренным уровнем трудоустройства в группу 3 – с высоким уровнем трудоустройства выпускников, ТвГТУ, наоборот ухудшил свои позиции и переместился из группы 3 с высокой долей трудоустройства в группу 2 с умеренным уровнем трудоустройства выпускников. Такие университеты, как БГТУ и ЮЗГУ сохранили свои умеренные позиции и умеренный уровень трудо-

устройства выпускников. Сохранили свои слабые позиции, и низкий уровень трудоустройства выпускников в сравнении с предыдущим мониторингом такие вузы, как ИВГТУ и ТГТУ.

Распределение исследуемых УГС(Н) в сфере инженерного дела, технологий и технических наук по трудоустройству выпускников в разрезе анализируемых вузов ЦФО

Как следует из диаграммы распределения исследуемых УГС(Н) в сфере инженерного дела, технологий и технических наук по трудоустройству выпускников в разрезе анализируемых вузов, показатель трудоустройства достиг порого-

вого значения во всех вузах лишь по 2 УГС(Н): 13.00.00 - Электро- и теплоэнергетика (рис.2).
08.00.00 - Техника и технологии строительства и

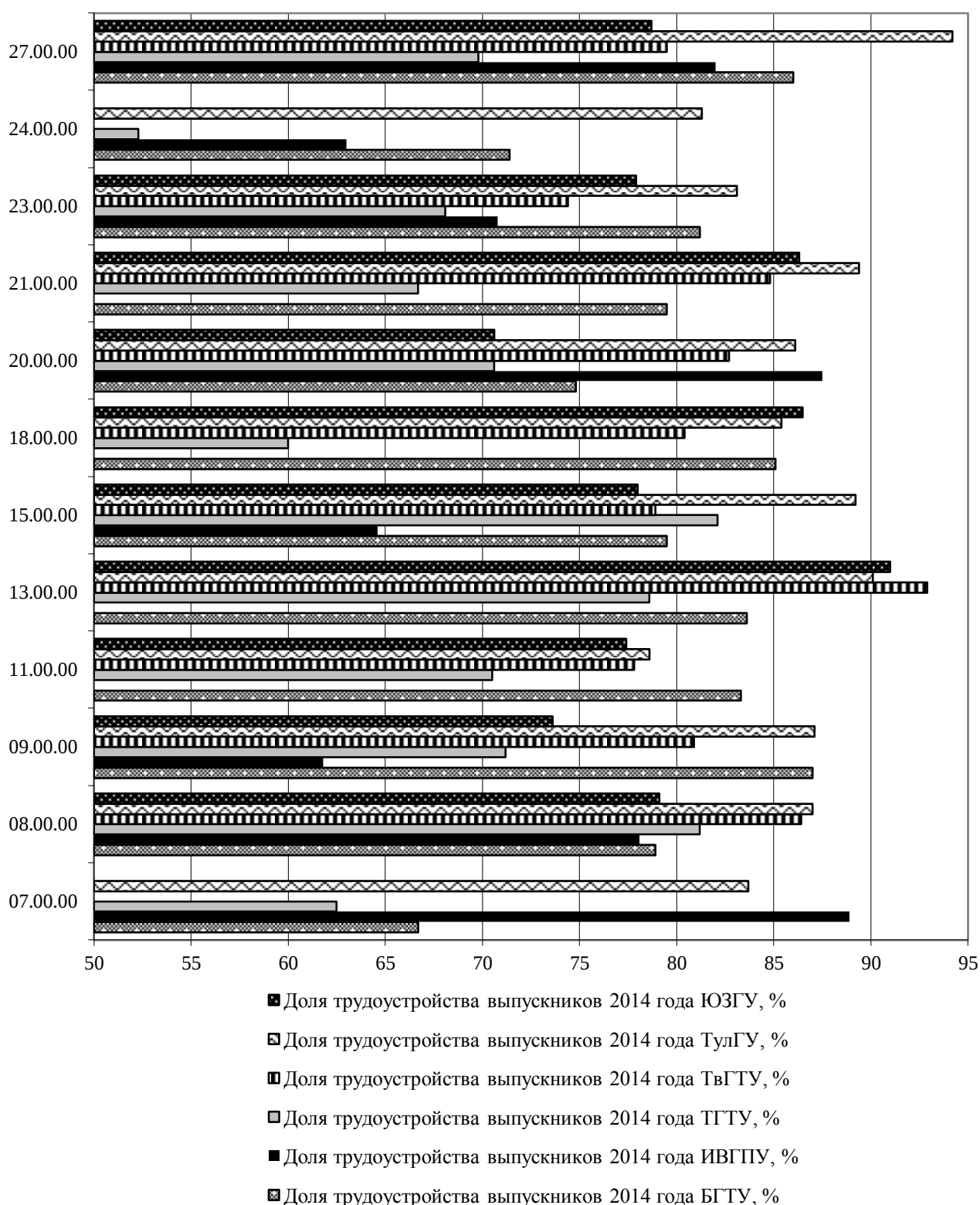


Рис. 2. Диаграмма распределения исследуемых УГС(Н) в сфере инженерного дела, технологий и технических наук по трудоустройству выпускников 2014 года в разрезе анализируемых вузов ЦФО*

*Составлено автором по материалам исследования

Доля трудоустройства ниже пороговое значения по 1 УГС(Н) - в ТвГТУ (23.00.00), по 2

УГС(Н) - в ЮЗГУ (09.00.00, 20.00.00), по 3 УГС(Н) - в БГТУ (07.00.00, 20.00.00, 24.00.00),

по 4 УГС(Н) - в ИВГПУ (09.00.00, 15.00.00, 23.00.00, 24.00.00), по 9 УГС(Н) - в ТГТУ (07.00.00, 09.00.00, 11.00.00, 18.00.00, 20.00.00, 21.00.00, 23.00.00, 24.00.00, 27.00.00).

Значительный разрыв между пороговым значением и показателем трудоустройства (процентных пунктов) характерен для выпускников, обучающихся в вузах в рамках следующих УГС(Н): в сфере авиационной и ракетно-космической техники (ТГТУ – 23, ИВГПУ – 12), в сфере химических технологий (ТГТУ – 15), в сфере архитектуры (ТГТУ – 13), в сфере информатики и вычислительной техники (ИВГПУ – 13). А вот у выпускников вузов, обучающихся в рамках таких УГС(Н), как 09.00.00 – ЮЗГУ, 20.00.00 – БГТУ, 23.00.00 – ТвГТУ, отмечается незначительный.

Как уже подчеркивалось ранее, из 6 анализируемых вузов только в одном из них (ТулГУ) нет УГС(Н) с долей трудоустройства выпускников ниже порогового значения.

Высокое значение показателя трудоустройства выпускников, более 80 %, достигнуто в 3 вузах в рамках 5 УГС(Н): 08.00.00 – Техника и технологии строительства (ТвГТУ, ТвГТУ, ТулГУ), 09.00.00 – Информатика и вычислительная техника (БГТУ, ТвГТУ, ТулГУ), 20.00.00 – Техносферная безопасность и природообустройство (ИВГПУ, ТвГТУ, ТулГУ), 21.00.00 – Прикладная геология, горное дело, нефтегазовое дело и геодезия (ТвГТУ, ТулГУ, ЮЗГУ), 27.00.00 – Управление в технических системах (БГТУ, ИВГПУ, ТулГУ); 4 вузах в рамках 2 УГС(Н): 13.00.00 – Электро- и теплоэнергетика (БГТУ, ТвГТУ, ТулГУ, ЮЗГУ), 18.00.00 – Химические технологии (БГТУ, ТвГТУ, ТулГУ, ЮЗГУ); 2 вузах в рамках таких УГС(Н), как: 07.00.00 – Архитектура (ИВГПУ, ТулГУ), 15.00.00 – Машиностроение (ТГТУ, ТулГУ), 23.00.00 – Техника и технологии наземного транспорта (БГТУ, ТулГУ) и только в 1 из вузов в рамках 1 из УГС(Н): 11.00.00 – Электроника, радиотехника и системы связи (БГТУ), 24.00.00 – Авиационная и ракетно-космическая техника (ТулГУ).

Таким образом, результаты анализа показали, что на рынке труда высоко востребованы выпускники ТулГУ, обучающиеся в рамках 11 из 12 исследуемых УГС(Н). Кроме того, доля трудоустройства выпускников ТулГУ, обучающихся в рамках УГС(Н) 11.00.00 «Электроника, радиотехника и системы связи», также близка к высокому значению. В других анализируемых вузах высоко востребованы на рынке труда выпускники, обучающиеся по отдельным исследуемым УГС(Н): БГТУ – 09.00.00, 11.00.00, 13.00.00, 18.00.00, 23.00.00, 27.00.00; ТвГТУ – 08.00.00, 09.00.00, 13.00.00, 18.00.00, 20.00.00,

21.00.00; ИВГПУ – 07.00.00, 20.00.00, 27.00.00; ЮЗГУ – 13.00.00, 18.00.00, 21.00.00; ТГТУ – 13.00.00, 18.00.00.

Оценка позиций БГТУ по трудоустройству выпускников в разрезе исследуемых УГС(Н) в сфере инженерного дела, технологий и технических наук среди анализируемых вузов ЦФО

Отметим, что минимальное значение показателя трудоустройства выпускников, обучающихся в рамках исследуемых УГС(Н) характерно для 3 среди анализируемых вузов: ТГТУ – 07.00.00, 11.00.00, 13.00.00, 18.00.00, 18.00.00, 20.00.00, 21.00.00, 23.00.00, 27.00.00, ИВГПУ – 08.00.00, 09.00.00, 15.00.00, 24.00.00, ЮЗГУ – 20.00.00 (рис. 3).

Оценка позиций БГТУ показала, что из 12 исследуемых УГС(Н) в сфере инженерного дела, технологий и технических наук среди анализируемых вузов показатель трудоустройства выпускников университета выше минимального значения. Несмотря на это, по таким УГС(Н), как 07.00.00 – Архитектура и 20.00.00 – Техносферная безопасность, природообустройство, значение указанного показателя близко к минимальному и, более того, ниже его порогового. Ниже порогового и по УГС(Н) 24.00.00 – Авиационная и ракетно-космическая техника, хотя почти на 40 % превышает его минимальное значение. И лишь по 2 УГС(Н) 09.00.00 – Информатика и вычислительная техника и 18.00.00 – Химические технологии характерно значительное, в 1,4 раза, превышение минимального.

Исследуемые УГС(Н) по максимальному значению показателя трудоустройства выпускников в разрезе анализируемых вузов распределились таким образом: ТулГУ – 08.00.00, 09.00.00, 15.00.00, 21.00.00, 23.00.00, 24.00.00, 27.00.00, ИВГПУ – 07.00.00 и 20.00.00, БГТУ – 11.00.00, ТвГТУ – 13.00.00, ЮЗГУ – 18.00.00.

Результаты анализа показали, что только по 3 из 12 исследуемых УГС(Н) значение данного показателя БГТУ близко к его максимальному в группе вузов: 09.00.00 – Информатика и вычислительная техника, 18.00.00 – Химические технологии, 23.00.00 – Техника и технологии наземного транспорта. Незначительно, лишь на 9 %, ниже максимального по таким УГС(Н), как 27.00.00 «Управление в технических системах» и 08.00.00 «Техника и технологии строительства», ниже максимального на 10 % – 14 % по УГС(Н): 13.00.00, 15.00.00, 20.00.00, 21.00.00, 24.00.00. Наибольшая разница наблюдается по УГС(Н) 07.00.00 «Архитектура» - на 25 %. Обращает внимание, что доля трудоустройства в сфере архитектуры в ИВГПУ и ТулГУ, составляет более 85 %.

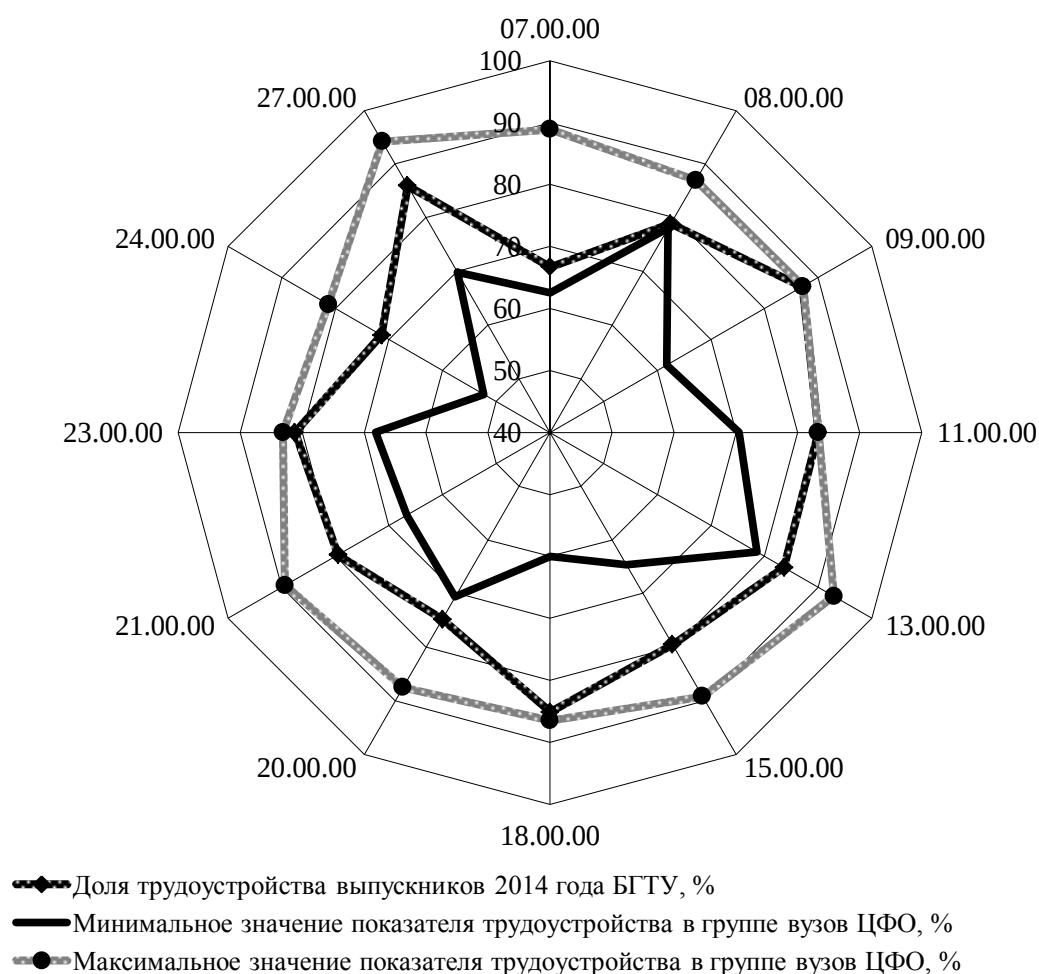


Рис. 3. Позиции БГТУ среди анализируемых вузов инженерного профиля ЦФО по трудоустройству выпускников 2014 г. в разрезе исследуемых УГС(Н) в сфере инженерного дела, технологий и технических наук*

*Составлено автором по материалам исследования

Заключение. Таким образом, в рамках исследуемых УГС(Н) в сфере инженерного дела, технологий и технических наук выпускники ТулГУ - высоко востребованы, БГТУ, наряду с ТвГУ и ЮЗГУ – умеренно востребованы, а ТГТУ и ИВГПУ – слабо востребованы.

Следовательно, для БГТУ характерен стабильно умеренный уровень трудоустройства. Вместе с тем, БГТУ по показателю трудоустройства в целом по вузу уступает ТулГУ, а также значительно отстает от максимальных его значений среди анализируемых вузов в разрезе исследуемых УГС(Н) в сфере инженерного дела, технологий и технических наук.

Представленные результаты сравнительного исследования могут быть использованы при принятии управленческих решений по вопросам развития регионального рынка труда и образовательных услуг.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Государственная программа Российской Федерации «Развитие образования на 2013-2020 годы», утвержденная распоряжением Правительства Российской Федерации от 15 мая 2013 г. № 792.
2. Современное инженерное образование : учеб. пособие / А. И. Боровков [и др.]. СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2012. 80 с.
3. Приказ Министерства образования и науки «Об утверждении перечня специальностей и направлений подготовки высшего образования» от 12 сентября 2013 г. №1061 (с изменениями на 1 октября 2015 года).
4. Глаголев, С.Н., Михайличенко, С.А., Ломаченко, С.Н. Востребованные выпускники для современной экономики //Содействие профессиональному становлению личности и трудоустройству молодых специалистов в современных условиях: сборник материалов VI Международной заочной научно-практической конференции, посвященной 60-летию БГТУ им. В.Г.

Шухова, Белгород, 20 декабря 2014 г.: в 2 ч. Ч. 1. /под ред. С.А. Михайличенко, С.Н. Ломаченко. Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2014. С. 150–154.

5. Сероштан, М.В. Анализ и оценка состояния трудоустройства выпускников на основе данных его мониторинга //Вестник ЮРГТУ(НПИ). 2016. №2. С. 67–76.

6. Мониторинг трудоустройства выпускников. – Режим доступа: <http://graduate.edu.ru/> (дата обращения 25.07.2016г.).

7. Реестр вузов - Портал мониторинга трудоустройства выпускников. – Режим доступа: [http://graduate.edu.ru/registry#/?](http://graduate.edu.ru/registry#/?year=2014&slice=1&page=8)

[year=2014&slice=1&page=8](http://graduate.edu.ru/registry#/?year=2014&slice=1&page=8) (дата обращения 25.07.2016г.).

8. Реестр вузов - Портал мониторинга трудоустройства выпускников. – Режим доступа: <http://graduate.edu.ru/registry#/?year=2013&slice=1&page=8> (дата обращения 17.06.2016г.).

9. Шаповалов Н.А., Романович Л.Г., Глаголев Е.С., Бабаевский А.Н. Опыт реализации практико-ориентированной модели обучения студентов инновационному предпринимательству //Высшее образование в России. 2014. №3. С. 65–72.

Seroshtan M.V.

DEMAND FOR GRADUATES IN DTE FIELD OF ENGINEERING? TECHNOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES ON DTE LABOUR MARKET

The aim of this study is to conduct statistical and comparative analysis of indicators of employment of graduates on the basis of monitoring data, officially published by the Ministry of education and science of the Russian Federation in 2016 by, enlarged groups of specialties and areas of training. The article presents the results of the analysis and the estimation of the position of the University on employment of graduates in the field of engineering, technology and technical Sciences on the example of Belgorod State Technological University named after V. G. Shukhov, which can be helpful when making management decisions.

Key words: *monitoring of employment of graduates; employment rates; labour market.*

Сероштан Мария Васильевна, доктор экономических наук, профессор кафедры стратегического управления. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46
E-mail: Seroshtan@yandex.ru

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ПОНИМАНИЮ КАТЕГОРИИ «ИННОВАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ» В ЭКОНОМИКЕ

olga.kostromitzkaya@yandex.ru

Статья посвящена исследованию понятия и сущности категории «инновационная деятельность». Выяснено, что нет единого, общепринятого толкования данной категории. Подчеркивается, что для дальнейшего изучения инновационной деятельности необходимо ясно понимать, что она собой представляет. В статье приведены и рассмотрены имеющиеся теоретико-методологические подходы к ее пониманию. Была предложена авторская трактовка категории «инновационная деятельность». Выделены характерные черты инновационной деятельности, раскрывающие ее экономическую сущность.

Ключевые слова: инновационная деятельность, понятие, сущность, подходы, характерные черты.

Введение. В современных экономических условиях Российская Федерация избрала перспективными целями своего развития достижение лидерства на международной арене и обеспечение высокого уровня благосостояния и качества жизни населения [1, 2]. Реализация указанных целей возможна, главным образом, за счет перехода от парадигмы сырьевой экономики к парадигме экономики инновационной (экономики знаний).

Переход отечественной экономики на инновационный экспортоориентированный путь развития требует мощного стимулирования инновационной деятельности. Активизация инновационной деятельности должна осуществляться не только путем поддержки фундаментальных и целевых исследований, она должна быть напрямую ориентирована на обеспечение конкурентоспособности отечественной экономики и стабильного экономического роста. Многочисленные исследования [3, 4] подтверждают тот факт, что экономический рост напрямую зависит от эффективности инновационной деятельности.

Изучению особенностей инновационной экономики и инновационной деятельности посвящены труды многих отечественных ученых-экономистов. Среди них можно выделить работы Н.Д. Кондратьева, Р.А. Фатхутдинова, С.Ю. Глазьева, В.Я. Горфинкеля, Л.Э. Миндели, Ю.А. Дорошенко, И.В. Сомин, А.К. Казанцева, С.Д. Ильенковой, А.И. Пригожина и др. В изучение инноваций и инновационной деятельности значительный вклад внесли такие зарубежные ученые, как Й. Шумпетер, Ф. Бетс, Дж. Гросси, Я. Ван Дайн, Т. Брайан и др.

Несмотря на наличие научных исследований в области теории инноватики, многие аспекты инновационной деятельности остаются создания усовершенствованных или новых конкурентоспособных продукта или технологии.

недостаточно проработанными. Так, не существует единого, общепринятого толкования категории «инновационная деятельность». Это обстоятельство заслуживает серьезного внимания и требует глубокого изучения существующих подходов к трактовке инновационной деятельности с целью их сравнения и формулирования определения данной категории, наиболее точно характеризующего ее сущность.

Методы исследования. Теоретическую и методологическую основу исследования составляют комплексный анализ и системный подход к рассмотрению нормативно-правовых актов Российской Федерации, методических рекомендаций, а также трудов ученых-экономистов в области изучения инновационной деятельности и инноваций.

Основная часть. Для дальнейшего изучения инновационной деятельности необходимо ясно понимать, что она собой представляет. Определение любого понятия требует четкой фиксации значения и смысла данного понятия [5].

Как отмечалось ранее, в экономической литературе и нормативно-правовых актах понятие «инновационная деятельность» не имеет общепринятой трактовки. В научной литературе это понятие рассматривается в широком и узком смысле слова.

В широком смысле инновационная деятельность толкуется как использование знаний научно-технического характера с целью преобразования различных сфер общественной жизни (экономической, социальной, политической и т.д.). В узком смысле слова под инновационной деятельностью понимают деятельность, целью которой выступает получение новых знаний и их использование в производственной среде для

Анализ литературы [4–12] позволил выделить основные теоретико-методологические

подходы к трактовке категории «инновационная деятельность»:

- 1) приоритетно-ориентированный (комплексный);
- 2) факторный;
- 3) процессный;
- 4) программно-целевой;
- 5) инвестиционный;
- 6) ценностный (философский).

Согласно приоритетно-ориентированному (комплексному) подходу инновационная деятельность, во-первых, рассматривается как система мероприятий по разработке, внедрению, производству, диффузии и коммерциализации инноваций, во-вторых, непременно должна быть направлена на получение коммерческого успеха.

В рамках факторного подхода инновационная деятельность выступает фактором развития современного общества – повышения уровня жизни населения, модернизации и повышения конкурентоспособности экономики.

Процессный подход предусматривает понимание инновационной деятельности как процесса с четко определенными этапами – от возникновения идеи до ее реализации.

Программно-целевой подход предполагает рассмотрение инновационной деятельности в соответствии с ее целевыми характеристиками, т.е. ее разделение на два вида – тактическую (постепенные изменения) и стратегическую (радикальные изменения).

Инвестиционный подход характеризует тесную взаимосвязь инновационной и инвестиционной деятельности: инвестиции – необходимое условие развития инновационной деятельности.

В рамках ценностного (философского) подхода ученые акцентируют внимание на социогуманитарных аспектах инновационной деятельности, ее влиянии на развитие общества, становлении экономики знаний.

Перечисленные подходы к пониманию инновационной деятельности представлены в табл.1.

Изучение вышеуказанных подходов позволило выделить характерные черты инновационной деятельности, раскрывающие ее экономическую сущность:

- Приоритетность, так как инновационной деятельности отдается первостепенное значение в развитии как отдельного предприятия, так и экономики в целом. Ее эффективное развитие выступает основой становления экспортоориентированной инновационной экономики.

- Комплексность, поскольку инновационная деятельность одновременно затрагивает раз-

личные области науки и техники: информационную, нормативно-правовую, финансовую, образовательную, производственную и т.д.

- Прагматизм, т.е. деятельность в инновационной сфере направлена на получение практически полезных и экономически выгодных результатов. Данное обстоятельство обуславливает возрастание роли изучения социогуманитарных аспектов инновационной деятельности, ее взаимосвязи с современной культурой, а также их влияния на поступательное развитие общества, переход от парадигмы сырьевой экономики к парадигме инновационной экономики.

- Высокая степень рыночной и технической новизны, потому что залогом коммерческого успеха могут быть новшества, действительно необходимые потребителю и удовлетворяющие его постоянно растущие потребности. Данное обстоятельство особенно актуально при переходе отечественной экономики на импортозамещение.

- Эффективность, представляющая собой высший показатель оценки качества инновационной деятельности и предполагающая, чтобы ее конечный результат соответствовал целям и средствам.

- Соответствие эффекта инновационной деятельности определенным временным рамкам и культурному уровню рынка, в противном случае, внедряемое новшество окажется не востребованным на рынке.

Проанализировав основные подходы к трактовке инновационной деятельности и приняв во внимание ее особенности, сформулируем следующее определение: инновационная деятельность – это комплексная, целенаправленная деятельность в сфере экономики, носящая когнитивный, преобразующий характер и включающая в себя систему научно-технологических, производственных, коммерческих, правовых, организационных, финансовых, образовательных и других мероприятий, общей целью которых выступает получение практически полезных и экономически выгодных результатов и их успешная практическая реализация и внедрение на рынке.

Закключение. Следует отметить, что в условиях перехода российской экономики на инновационный экспортоориентированный путь возрастает роль активизации экономической жизни. Большое значение при этом имеет эффективное развитие инновационной деятельности, внедрение инноваций во всех сферах общественной жизни. Вследствие этого изучение инновационной деятельности и расширение знаний в этой области так актуально.

Таблица 1

Теоретико-методологические подходы к пониманию категории «инновационная деятельность»

Подход	Авторы	Определение	Примечание
Приоритетно-ориентированный (комплексный) подход	С.В. Федораев [6]	Инновационная деятельность является элементом системы обеспечения экономической безопасности страны и в рамках этой системы представляет собой совокупность научной, технологической, организационной, финансовой и коммерческой деятельности, направленную на трансформацию новых знаний в новые или усовершенствованные продукт или технологию, внедрение этого продукта на рынке или практическую реализацию этой технологии и обеспечение экономического роста.	Рассматривает инновационную деятельность в рамках экономической безопасности страны. В рамках данного направления достаточно содержательное определение.
	А.В. Стрельцов, С.А. Ерошевский [7]	Инновационная деятельность – деятельность предприятия в области разработки и (или) внедрения нововведений, конкурентоспособных на рынке.	Носит ограниченный характер.
	В.П. Старжинский, В.В. Цепкало [8]	Инновационная деятельность – это комплексная деятельность в сфере экономики, которая включает в себя совокупность научных, технологических, образовательных, организационных, финансовых и других мероприятий, которые в своей совокупности приводят к коммерческому успеху.	Содержательное определение. Отражает экономическую сущность инновационной деятельности.
	Ю.А. Дорошенко, И.В. Сомина [9]	Инновационная деятельность представляет собой не единичный акт внедрения какого-либо новшества, а целенаправленную систему мероприятий по разработке, внедрению, освоению, производству, распространению и коммерциализации инноваций.	Содержательное определение. В работе [7] подробно рассмотрен состав инновационной деятельности: выполнение НИОКР, управление процессами коммерциализации технологий, создание инновационной инфраструктуры и т.д.
Факторный подход	ФЗ «О науке и государственной научно-технической политике» от 23.08.1996 № 127-ФЗ [10]	Государство оказывает поддержку инновационной деятельности в целях модернизации российской экономики, обеспечения конкурентоспособности отечественных товаров, работ и услуг на российском и мировом рынках, улучшения качества жизни населения.	Абсолютизация роли инновационной деятельности, которая выступает определяющим фактором развития общества. Определения инновационной деятельности в нормативно-правовых актах [1-3 и др.] как такового нет, подчеркивается лишь ее роль в развитии экономики и общества.
	Распространенное мнение ряда ученых [4, 8 и др.]	Инновационная деятельность составляет основу развития современного общества. Она определяет приоритетные направления национальной экономической политики в развитии технологий и оказывает влияние на динамику социокультурных изменений.	Абсолютизация роли инновационной деятельности, которая выступает определяющим фактором развития экономики и общества.

Подход	Авторы	Определение	Примечание
Процессный подход	В.И. Аверченков, В.В. Ваинмаер [4]	Инновационная деятельность означает весь без исключения инновационный процесс, начиная появлением идеи и заканчивая диффузией продукта.	Акцент на понимании инновационной деятельности как процесса. Не раскрываются детально стадии процесса.
		Инновационная деятельность – это процесс, направленный на разработку инноваций, реализацию результатов законченных научных исследований и разработок либо иных научно-технических достижений в новый или усовершенствованный продукт, реализуемый на рынке, в новый или усовершенствованный технологический процесс, используемый в практической деятельности, а также связанные с этим дополнительные научные исследования и разработки.	Акцент на понимании инновационной деятельности как процесса. Подробно описываются результаты инновационной деятельности. Не раскрываются детально стадии процесса.
Программно-целевой подход	А.В. Стрельцов, С.А. Ерошевский [7]	Тактическая инновационная деятельность ориентирована на эволюционное совершенствование имеющегося производственного аппарата, других элементов хозяйственной деятельности. Стратегическая инновационная деятельность, ориентированная на стратегическую перспективу, приводит к радикальным изменениям производственной, финансовой, социальной деятельности предприятия, положения на рынке, переходу к другой модели хозяйствования.	Разграничение инновационной деятельности на тактическую и стратегическую применительно к отдельному предприятию. Данное разграничение может быть применено и к другим экономическим системам.
Инвестиционный подход	А.В. Стрельцов, С.А. Ерошевский [7]	Инновационная деятельность закладывает основу, направление для инвестиций.	Подчеркивает взаимосвязь инновационной деятельности с инвестиционной, главенство – у инновационной деятельности.
	Руководство Осло. Рекомендации по сбору и анализу данных по инновациям [3]	Инновационную деятельность можно охарактеризовать как инвестирование в то, что способно окупиться в будущем.	Отождествляет инновационную деятельность с инвестиционной. Отражает экономическую сущность инновационной деятельности.
Ценностный (философский) подход	Е.А. Другова [11], В.С. Степин [12]	Инновационная деятельность: • представляет человека (инноватора) деятельным существом, меняющим этот мир с помощью инноваций; • при этом практически всеми авторами подчеркивается роль творческого мышления и креативных способностей для генерации инновационных идей; • инновационные решения давно уже не ограничиваются технологическими изменениями: теперь обсуждаются инновации социальные и культурные и др.	Достаточно содержательное определение в рамках философии науки. Ключевые моменты – развитие человеческого капитала и этические границы инновационной деятельности. Инновационная деятельность, прежде всего, деятельность творческая и интеллектуальная.

В результате данного исследования было выяснено, что как в научной литературе, так и в законодательных актах действительно нет общепризнанного определения инновационной

деятельности. Анализ особенностей и существующих подходов к пониманию инновационной деятельности позволил сформулировать авторское определение данной категории, вобравшее в себя элементы вышеуказанных подходов.

Важно подчеркнуть, что инновационная деятельность, в первую очередь, познавательная и созидательная деятельность, движущей силой которой является человек с высоким интеллектуальным и творческим потенциалом. Благодаря этому на первый план выходят социальные и культурные аспекты инновационной деятельности.

Разумеется, инновационная деятельность направлена на получение коммерческого успеха, внедрение экономически выгодных результатов на рынке, в этом и заключается ее экономическая сущность. При этом целесообразно усилить акценты на правовом обеспечении инновационной деятельности, на защите интеллектуальной собственности.

Подводя итоги и учитывая вышеизложенное, отметим, что вопрос о сущности инновационной деятельности остается открытым. Это свидетельствует о достаточно высоком потенциале для доработки существующего и включения нового знания, разработки общепринятых теоретико-методологических подходов к исследованию инновационной деятельности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года (Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 17 ноября 2008 г. № 1662-р) (действующая редакция, 2016) [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_82134/28c7f9e359e8af09d7244d8033c66928fa27e527/ (дата обращения: 23.10.2016).
2. Стратегия инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года (Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 8 декабря 2011 г. N 2227-р) (действующая редакция, 2016) [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_123444/2f806c88991ebbad43cdaa1c63c2501dc94c14af/ (дата обращения: 23.10.2016).
3. Руководство Осло. Рекомендации по сбору и анализу данных по инновациям. М.: ЦИСН, 2010. 107 с.
4. Аверченков В.И., Ваинмаер Е.Е. Инновационный менеджмент: учеб. пособие для вузов. 2-е изд., стереотип. М.: ФЛИНТА, 2011. 293 с.
5. Брежнев А.Н., Кочина С.К., Брежнева И.В. О подходах к пониманию категории «качество проекта» / Экономика. Общество. Человек: Материалы III Международной научно-практической конференции «Приоритетные направления в развитии современного общества: междисциплинарные исследования». Часть 1: Россия в глобальном мире: экономические проблемы в междисциплинарных исследованиях / сост. С.В. Бацанова; науч. ред. д-р экон. наук, проф. Е.Н.Чижова; Белгор. гос. технол. ун-т; Белгор. регион. отд-е РАЕН. Белгород: Изд-во БГТУ, 2016. Вып. XXIX. Ч. 1. С. 38–45.
6. Федораев С.В. Теоретико-методологические подходы к определению содержания и классификации инноваций как фактора обеспечения экономической безопасности // Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России. 2010. Т. 5. № 4. С. 142–145.
7. Стрельцов А.В., Ерошевский С.А. Определение экономического результата инновационной деятельности промышленных предприятий на стратегический период // Экономические науки. 2015. № 132. С. 20–23.
8. Старжинский В.П., Цепкало В.В. Методология науки и инновационная деятельность: пособие для аспирантов, магистрантов и соискателей ученой степ. канд. наук техн. и экон. спец.. Минск: Новое знание; М.: ИНФРА-М, 2015. 327 с.
9. Дорошенко Ю.А., Сомина И.В. Управление инновациями: учеб. пособие. Белгород: Изд-во БГТУ, 2011. 148 с.
10. Федеральный закон «О науке и государственной научно-технической политике» от 23.08.1996 № 127-ФЗ (действующая редакция, 2016) [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_11507/ (дата обращения: 26.10.2016).
11. Другова Е.А. Социогуманитарные аспекты инноватики в свете критики техногенной цивилизации // Инновации в науке. 2013. №16. С. 40–46.
12. Степин В.С. История и философия науки: Учебник для аспирантов и соискателей ученой степени кандидата наук. М.: Академический Проект: Трикта, 2011. 423 с.

Kostromitskaya O.I.**THEORETICAL AND METHODOLOGICAL APPROACHES TO THE UNDERSTANDING
THE CATEGORY «INNOVATIVE ACTIVITY» IN THE ECONOMY**

The article is dedicated to the research of the concept and substance of the category «innovative activity». We found out, that there is no unified, generally accepted interpretation of this category. It should be emphasized, that for the further investigation of innovative activity we need to understand clearly what it is. In the article we provided and considered available theoretical and methodological approaches to its understanding. The article presents the author's interpretation of the category "innovative activity". We highlighted distinctive features of the innovative activity, which reveal its economic substance.

Key words: innovative activity, concept, substance, approaches, distinctive features.

Костромицкая Ольга Ивановна, аспирант кафедры стратегического управления.

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

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

E-mail: olga.kostromitzkaya@yandex.ru

DOI: 10.12737/22877

*Калачук Т.Г., канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова,
Ширина Н.В., канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный аграрный университет им. В.Я. Горина*

РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ ПУТЕМ ОРГАНИЗАЦИИ РОДОВЫХ УСАДЕБ (ЧАСТЬ 2)

schnv02@mail.ru

В статье рассматривается новый подход к решению многочисленных проблем человеческого общества и государства за счет создания новых населенных пунктов – экологических поселений, и преобразования в экологические поселения существующих населенных пунктов путем организации родовых усадеб из земель бывших и малонаселённых сельских населённых пунктов.

Ключевые слова: *земельные ресурсы, родовые усадьбы, учет, инвентаризация территорий.*

В Белгородской области, одной из первых среди субъектов России, принят закон «О родовых усадьбах» (с изм. от 31.10.2013 № 239). Закон нацелен на возрождение традиций исконно русских поместий, закрепление населения в селах и хуторах, увеличение количества и качества экологически чистой продукции, производимой в поместном хозяйстве, эффективное использование земли. Наконец, воспитание у граждан чувства ответственного отношения к земле [1, 2].

Сегодня на территории России, в том числе и в Белгородской области, уже существуют так называемые «экопоселения». Многие люди приходят к выводу, что в городе жить не очень-то комфортно, стремятся жить ближе к земле, ко всему натуральному. Вот почему так важен принятый областной закон «О родовых усадьбах». Он дает законные права на создание родового гнезда: выделение одного гектара земли в безвозмездное пользование с правом наследования для последующих поколений [3].

Родовые поместья, которых на территории одного поселения должно быть не менее десяти, объединяются в родовые поселения. Никто не претендует на земли сельскохозяйственного назначения, речь идет о заброшенных селах и хуторах, которые, как правило, находятся в живописных, экологически чистых местах. Сейчас проводится огромная работа по инвентаризации таких территорий. Те земли, которые признаны пригодными для жилья, выделяются желающим создавать в сельской местности родовые усадьбы.

Реализация проекта по созданию и развитию родовых поместий направлена на использование в первую очередь территорий малонаселенных и бывших населенных пунктов, что будет способствовать их возрождению и развитию, а, в конечном счете, более равномерному рассе-

лению, повысит эффективность использования данных земельных участков, имеющих, как правило, хороший ландшафт и экологически более благополучных.

На сегодня проинвентаризованы территории 309 малонаселенных пунктов Белгородской области общей площадью 1839,7 га и 130 бывших населенных пунктов общей площадью 1026,5 га, за исключением Белгорода и Белгородского района, т.к. Белгородский район является стратегическим резервом для развития ИЖС. Застройщик «стандартного» участка ИЖС в 15 соток оплачивает Белгородской ипотечной корпорации за сам участок и еще за подведение дорог и коммуникаций. А надел в 1 га под родовое поместье выдается в бесплатное бессрочное пользование, власти региона подводят дороги и коммуникации к ним бесплатно. Региону вовсе не интересно оплачивать дороги и коммуникации там, где существует устойчивый «платный» спрос на землю.

Таким образом, администрациями муниципальных образований проведена инвентаризация малонаселённых сельских населённых пунктов и территорий бывших населённых пунктов, осуществлена подготовка картографического материала с нанесением границ вышеуказанных населённых пунктов. По результатам инвентаризации на территории области с учётом экологической и социальной пригодности определено около 5 000 га земель в границах территорий 300 бывших и существующих малонаселённых пунктов, пригодных для организации родовых усадеб.

Часть земель населённых пунктов (в том числе уже бывших) передаётся в Белгородскую ипотечную корпорацию (БИК) для последующего малоэтажного строительства и обустройства родовых поместий. В собственность АО «БИК» перешли 19 участков площадью 224 га. В Ва-



Рис. 2. Эскизные проекты и модельные макеты обустройства родового поместья

В Белгородской области осуществлены проекты в х. Гремячий сельского поселения Маслова Пристань Шебекинского района и в с. Устинка Белгородского района – именно они и были инициаторами разработки закона Белгородской области «О родовых усадьбах», который стал прототипом для проекта федерального закона [7]. Так же осуществлен проект родового поселения «Заречье», которое является первым официально созданным по закону Белгородской области.

Так, была разработана **Перспектива развития родового экопоселения «Кореньские родники»** (рис. 3). Этот документ оговаривал основные принципы организации и обустройства родового поселения как части, так и самостоятельной планировочной структуры х. Гремячий сельского поселения Маслова Пристань Шебекинского района, разрабатываемой в соответствии с действующими нормами для включения в Генеральный план района.

Родовое экопоселение «Кореньские родники» является частью населенного пункта хутор Гремячий (рис. 3). Поселение расположено в одном из самых лучших с точки зрения экологии мест, вдали от карьеров железных руд, химических заводов и вблизи крупного лесного массива Белгородской области. Поле примыкает к хутору Гремячий (старое название - Кореньская дача, народное название - Ольшанец). В 1 км – основная часть хутора и село Поляна. Характеризуется как поселение, основанное на

принципах устойчивости и поддерживающее здоровое развитие человека. Форма самоуправления – территориальное общественное самоуправление (ТОС) с долей бюджета [8].

Для организации родовых усадеб были приобретены в собственность 9 земельных участков (бывшие пай), прилегающих к хутору Гремячий (бывш. Кореньская дача). По предложению Управления архитектуры Белгородской области для составления единого Генерального плана поселения участки объединены в единый земельный массив площадью 38,87 га. Произведен выдел земель общего пользования и 24 земельных участка под родовые поместья (рис. 4). В настоящее время идет процесс приведения в соответствие юридического статуса земель фактическому использованию под постоянное проживание и ведение поместного хозяйства. Размер и местоположение выделенных участков определены по желанию будущих хозяев поместий в соответствии с потребностями семьи, а также ландшафтными особенностями земельного массива.

Следует обратить внимание на предусмотренные Перспективой развития варианты решения экологических проблем. Так, с западной стороны поселения (на западном поле) планируется в перспективе создание сельского биосферного комплекса. Его создание позволит решить следующие задачи:

1. Биологическая защита от негативного воздействия птицефабрики (запах, шум).

2. Улучшение гидрогеологического режима (поднятие грунтовых вод) окружающей территории, что в перспективе улучшит водный режим прилегающих родников и ручьев.

3. Защита расположенных в урочище Каменном родников от эрозионного разрушения.

4. Часть территории будет отведена для пастбища и сенокоса поселенцев.

5. На части территории будут посажены деревья для технических нужд (для будущих построек). Это в основном сосна обыкновенная.

6. В перспективе планируется создание пчелопарка с бортническим промыслом. В этой связи основной древесной породой предполагается сделать медоносную липу. Посадка липы должна быть не ближе 100 м от дороги Маслова пристань – Батрацкая дача.

7. В перспективе планируется создание питомника древесных растений для нужд поселения и Шебекинского района.



Рис. 3. План развития родового экопоселения «Кореньские родники» и его месторасположение

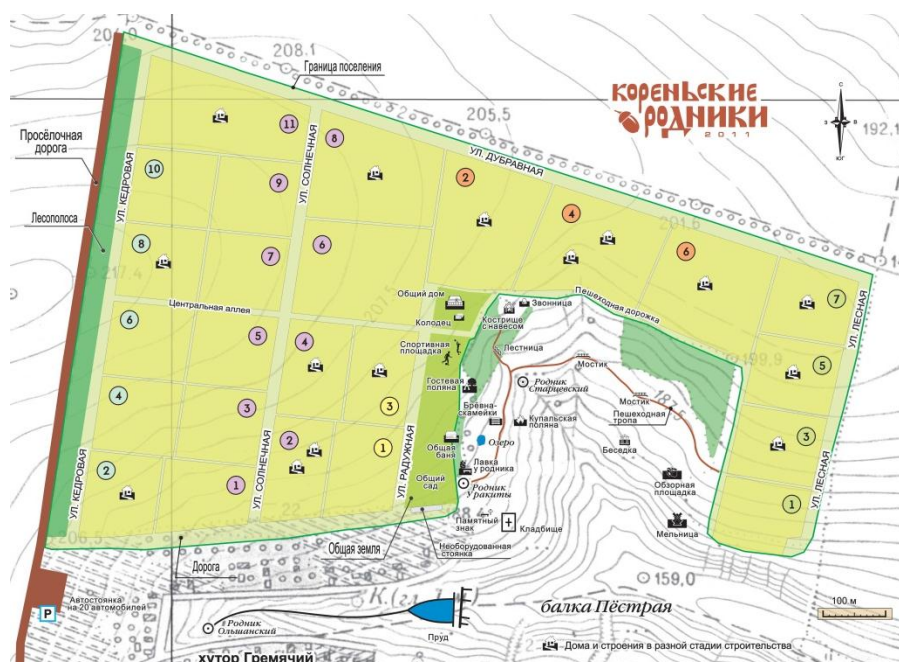


Рис. 4. Схема планировки территории родового экопоселения «Кореньские родники»

Также, после обследования окружающей поселение территории, установлено большое видовое разнообразие растений, из которых 20 видов включено в Красную книгу Белгородской области; наличие редких видов животного мира, в том числе включенных в Красную книгу Белгородской области; большая часть указанных представителей флоры и фауны обнаружены на сравнительно небольшой территории – балка Каменный лог, урочища Каменное, Стрелица, Дворовое. В тоже время этой природной территории угрожают эрозии, идет процесс обеднения биоразнообразия. Происходит усиление нега-

тивного антропогенного воздействия. Родники в урочище Каменном, питающие балку Каменный лог, подвергаются серьезному эрозионному разрушения во время паводковых вод с ближайшего поля. В балке замечен вывоз промышленного и строительного мусора.

С целью сохранения природы Перспективой развития предложено создание особо охраняемой природной территории регионального значения – Природного ботанического парка (рис. 5), выведение части земель из селхозоборота и ограничение хозяйственной деятельности в указанных урочищах и балке Каменный лог.



Рис. 5. Предлагаемая территория природного ботанического парка «Кореньская дача»

Создание сельского биосферного комплекса на северном поле (западнее поселения) позволит существенно улучшить гидрогеологический режим территории и остановить эрозионные процессы.

Анализируя основные положения Закона и результаты его реализации на территории Белгородской области, можно выделить как положительные стороны, так и недоработки.

Положительные стороны Закона следующие:

1. Реализация проекта по созданию и развитию родовых поместий направлена на использование, в первую очередь, территорий малонаселенных и бывших населенных пунктов. Это будет способствовать их возрождению и развитию, и, в конечном счете, более равномерному расселению, повысит эффективность использования земельных участков, имеющих, как правило, хороший ландшафт и экологически более благополучных.

2. Очень важно, что данный закон разработан с учетом экономической, социальной и исторической ситуации, сложившейся в Белгородской области.

3. Закон Белгородской области о родовых поместьях – это один из вариантов создания Родовых поместий **в существующих условиях**. Жители Белгородской области могут уже сейчас на законном основании брать участки земли размером в 1 га с правом строительства и обустройства их.

4. Будущие владельцы родовых поместий включатся в реализацию областных программ по развитию агротуризма, сельского хозяйства, благоустройства и озеленения, освоения территорий. Поселенцы будут сами обеспечивать себя рабочими местами, открывая в поселениях малые предприятия.

Недостатки и недоработки:

1. Правительство Белгородской области признает в своем законе необходимость и целесообразность государственной поддержки родовых поселений. Однако, конкретные формы поддержки определены не в законе, а в нормативных актах. Решение значимых вопросов в подзаконных нормативно-правовых актах чревато неустойчивостью, нестабильностью. Исполнительная власть (например, Губернатор) меняется, и как будет развиваться ситуация зависит от субъективного фактора. Большинство норм этого закона не являются нормами прямого действия. Закон имеет рекомендательный характер.

2. В Белгородском законе не обосновывается необходимость установления размера участка, предоставляемого для создания родового поместья, равного 1 га. По нашему мнению,

установление такого фиксированного размера площади земельного участка не учитывает различные варианты целей создания родового поместья для отдельно взятой семьи, наличие у них трудовых и финансовых ресурсов для обработки земельного участка такой площади. Таким образом, возрастает риск не освоения или нерационального использования земельных участков, ухудшения плодородия земли и, как следствие, необходимость инициировать процедуру изъятия таких земельных участков в связи с их ненадлежащим использованием. При этом судебная практика показывает, что указанная процедура трудно исполнима с учетом сложности доказывания фактов нецелевого использования земельного участка в течение трех и более лет.

3. В Законе введено понятие «родовое поселение». Этот термин обозначает поселение, в котором живут представители одного (!) рода. В данном случае применение этого термина некорректно, так как он не отражает существующей реальности.

4. В законе не регулируется один из важнейших вопросов: предоставления или выделения земли, статуса земельных участков и его владельцев. Частично этот вопрос регулируется постановлением Правительства Белгородской области и приложениями к нему.

5. Важно осознавать, что до выхода Федерального закона земля под Родовое поместье не может быть предоставлена бесплатно. В Белгородской области налог на землю остался. И надо полагать, что он будет расти...

Правительство Белгородской области, приняв закон и обещая при этом материальную помощь из местного бюджета, рассчитывает со временем на «отдачу» в виде налогов, которые в любой момент можно поднять.

6. Закон Белгородской области может быть **примером, но не образцом** для других регионов Российской Федерации. Если 50 и более регионов примут Закон о родовом поместье в привязке к личному подсобному хозяйству, крестьянскому фермерскому хозяйству, а также к индивидуальному жилищному строительству на 25 сотках, то федеральному уровню ничего не останется, как утвердить это в целом на всю страну. При таком раскладе те принципы, которые заложены в идею Родового поместья, не будут реализованы. К сожалению, сегодня в законодательстве еще не существует целевого использования **«земля родового поместья»**. Регионы не вправе самостоятельно вводить новую категорию земли.

7. В законе не определена процедура регистрации родовых поместий. Нами предлагается внести дополнения в закон **«О родовых поме-**

стях в Белгородской области» № 331, а именно добавить статью «Регистрация родового поместья» [9, 10].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Закон Белгородской области от 15.03.2010 № 331 «О родовых усадьбах в Белгородской области» (принят Белгородской областной Думой 18.02.2010) // URL: <http://base.consultant.ru/regbase>
2. Саруханова Е.А., Ширина Н.В. Рациональное использование земельных ресурсов Белгородской области путем организации родовых усадеб (Часть 1) // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. № 11. С. 235–241
3. Буринчик А.С. Родовые поместья (усадыбы) Белгородской области // Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова. 2015. С. 2127–2131.
4. 250 белгородских сёл и хуторов раздадут под родовые поместья / Звонящие кедры России, вып. №9. // URL: <http://www.anastasia.ru/articles/>
5. Места расположения родовых поселений (АО «Белгородская ипотечная корпорация») // URL: <http://www.ipoteka.belgorod.ru/>
6. Порядок организации и обустройства родового поселения / Управление архитектуры и градостроительства Белгородской области. – Белгород, 2010.
7. Паспорт проекта Федерального закона № 555205-6 «О Родовых поместьях и Родовых поселениях в Российской Федерации» // URL: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=PRJ&n=120253&fld=134&from=120703-0&rnd=211977.05822135028880204&>
8. Перспектива развития Родового экоселения «Кореньские Родники» на 2011–2016 годы // URL: http://rodniki.bel.ru/poselenie/gr_perspektiva.htm
9. Порядок учета родовых усадеб и родовых поселений на территории Белгородской области / Приложение к постановлению правительства области от «26» июля 2010 г. № 254-пп (Утвержден постановлением правительства области от 26 июля 2010 г. № 254-пп) // URL: <http://www.belgarant.ru/documents/doc280810-2/>
10. Международный портал Звонящие Кедры России // URL: <http://www.anastasia.ru/>

Kalachuk T.G., Shirina N.V.

THE EFFICIENT USE OF THE BELGOROD REGION LAND RESOURCES BY MEANS ORGANIZING KINDRED ESTATES (PART 2)

The article deals with the new approach to solving various problems of human society and state by means of creating a new type of residential areas – ecological settlements, and transforming the existing settlements to ecological ones by organizing «kindred estates» on the lands of abandoned and sparsely populated rural settlements.

Key words: land resources, kindred estates, account, territories inventory.

Калачук Татьяна Григорьевна, кандидат технических наук, доцент кафедры городского кадастра и инженерных изысканий

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

Адрес: 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46.

Ширина Наталья Владимировна, кандидат технических наук, доцент кафедры городского кадастра и инженерных изысканий.

Белгородский государственный аграрный университет им. В.Я. Горина.

Адрес: 308503, Белгородская обл., Белгородский р-н, п. Майский, ул. Вавилова, 1

E-mail: schnv02@mail.ru

СОПОСТАВЛЕНИЕ АНАЛИТИЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ БУХГАЛТЕРСКОЙ ОТЧЕТНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ РОССИИ И УКРАИНЫ

vsyakikh@bsu.edu.ru

В данной статье рассматриваются сходства и различия ключевых форм бухгалтерской финансовой отчетности предприятий строительной отрасли России и Украины. На основе выявленных расхождений сделана попытка возможности сопоставления показателей, характеризующих результативность финансово хозяйственной деятельности предприятий.

Ключевые слова: бухгалтерская отчетность, бухгалтерский баланс, финансовые результаты.

Введение. В основу процесса оценки эффективности управления предприятием, результативности его хозяйственной финансовой деятельности должна быть положена достоверная информация, ключевым источником, который выступает бухгалтерская финансовая отчетность.

Она также выступает ключевым элементом оценки инвестиционной привлекательности предприятий схожей отраслевой принадлежности. Состав и структура форм отчетности жестко регламентируется законодательством в сфере бухгалтерского учета. Такой подход позволяет в полной мере говорить о сопоставимости показателей отчетности различных предприятий, экономическом содержании отдельных ее показателей. Однако, необходимость оценки и сопоставления деятельности предприятий, осуществляющих свою деятельность в различных государствах. Необходимо обратить должное внимание на нормативную основу формирования отчетности, принятую за основу в конкретной стране, выявить количественную и качественную составляющую отдельных показателей, возможности их прямого или косвенного сопоставления.

Методология. В качестве методической базы исследования использованы законодательные и нормативные акты Российской Федерации в области бухгалтерского учета, налогообложения, российские и международные стандарты финансовой отчетности, материалы периодической печати по вопросам экономики, финансов предприятий, проблемам бухгалтерского учета и контроля, научных конференций, данные финансовой отчетности предприятий.

Основная часть. Рассматривая нормативную основу ведения бухгалтерского учета и формирования бухгалтерской финансовой отчетности в Российской Федерации и Украине следует перечислить конкретные документы, определяющие данную процедуру. В России это:

- Федеральный закон «О бухгалтерском учете» №402-ФЗ от 06.12.2011 г.;

- Приказ Минфина «О формах бухгалтерской отчетности организаций» № 66н от 02.07.2010г.

Для предприятий Украины:

- Национальное положение (стандарт) бухгалтерского учета «Общие требования к финансовой отчетности», утвержденный Приказом МФУ № 73 от 07.02.2013 г.;

- Методические рекомендации по заполнению форм финансовой отчетности, утвержденные Приказом МФУ № 433 от 28.03.2013 г.

Необходимо сопоставить трактовку бухгалтерской финансовой отчетности нормативной документации России и Украины. Так, в соответствии с Федеральным законом «О бухгалтерском учете» №402-ФЗ: «Бухгалтерская (финансовая) отчетность - информация о финансовом положении экономического субъекта на отчетную дату, финансовом результате его деятельности и движении денежных средств за отчетный период, систематизированная в соответствии с требованиями».

Национальное положение (стандарт) бухгалтерского учета №1 Украины дает такое определение: «Финансовая отчетность - бухгалтерская отчетность, содержащая информацию о финансовом состоянии, результатах деятельности и движении денежных средств предприятия за отчетный период» [3].

Рассматривая наименование, назначение и состав форм, финансовой отчетности следует обобщить имеющиеся различия в табл.1. [4].

Наименование разделов и строк имеет некоторые отличия, тогда как коды с обоих случаев четырехзначные, что обобщено в таблице 2. [4].

Для показателей, требующих дополнительного раскрытия дается возможность их детализации в пояснениях (для России) и примечаниях к отчетности (для Украины).

Данные бухгалтерских балансов российских предприятий приводятся за 3 периода. Для украинских организаций предусмотрено раскрытие на

начало и на конец отчетного периода. С этой стороны российской отчетности является более информативной для осуществления анализа хозяйственной деятельности.

В отчете о финансовых результатах данные, как в России, так и в Украине переводится за два периода.

Таблица 1

Содержание форм бухгалтерской (финансовой) отчетности в России и Украине

Годовая бухгалтерская (финансовая) отчетность в соответствии с Законом № 402-ФЗ и Приказом Минфина № 66н РФ	Финансовая отчетность по НП(С)БУ 1
1. Бухгалтерский баланс	1. Баланс (отчет о финансовом состоянии)
2. Отчет о финансовых результатах	2. Отчет о финансовых результатах (отчет совокупном доходе)
3. Отчет об изменениях капитала	3. Отчет о движении денежных средств
4. Отчет о движении денежных средств	4. Отчет о собственном капитале
5. Приложения к ним и пояснительной записки	5. Примечания к годовой финансовой отчетности

Таблица 2

Структурные различия форм бухгалтерской отчетности в рамках Закона №402-ФЗ, Приказа Минфина № 66н Российской Федерации и НП(С)БУ 1 Украины

Форма отчетности	Закон № 402-ФЗ и Приказ Минфина № 66н РФ	НП(С)БУ 1 Украины
Форма 1: Состав активов	1. Внеоборотные активы 2. Оборотные активы	1 - Необоротные активы 2. Оборотные активы 3. Необоротные активы, удерживаемые для продажи и группы выбытия
Форма 1: Состав пассивов	3. Капитал и резервы 4. Долгосрочные обязательства 5. Текущие обязательства	1. Собственный капитал 2. Долгосрочные обязательства и обеспечения 3. Текущие обязательства п обеспечения 4. Обязательства, связанные с необоротными активами, удерживаемыми для продажи и группами выбытия
Форма 2: Строение	Представлены строки, раскрывающие содержание отдельных показателей.	1. Финансовые результаты 2. Совокупный доход 3. Элементы операционных затрат 4. Расчет показателей прибыльности акции

Российские организации вправе приводить детализацию показателей строк бухгалтерской отчетности, что закреплено в п. 3 Приказа № 66н. Согласно НП(С)БУ 1 Украины статьи, по которым отсутствует информация могут не отражаться в формах отчетности, если за предыдущий период данные также отсутствуют, тогда как в российской отчетности изъятие строк даже при нулевых данных не допускается. Также украинские предприятия могут добавлять статьи без корректировки их названия и кода строки из перечня дополнительных статей финансовой отчетности, в случаях, когда статья может быть достоверно оценена и информация является существенной для пользователей отчетности. [1].

Оценивая качественный подход отнесения конкретного вида активов в состав внеоборотных (необоротных) или оборотных действуют схожие принципы, в частности к первой группе относится все имущество с предполагаемым сроком суще-

ствования более одного года, тогда как оборотными активами признаются существующие менее одного года.

Выводы. В ходе проведения исследований был выявлен ряд отличий в действующих формах бухгалтерской (финансовой) отчетности в России и Украине. Опираясь на полученные результаты можно прийти к выводу, что прямое сравнение показателей является малоинформативным в ходе решения задач по анализу хозяйственной деятельности и зачастую способно дать противоречивые результаты в силу различных подходов к их исчислению. Решением данной проблемы может стать использование интегральных показателей, обобщающих ряд частных расчетных финансовых коэффициентов с учетом их весового значения в зависимости от конкретной решаемой задачи.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. О бухгалтерском учете. Федеральный закон №402-ФЗ от 06.12.2011 г. [Электронный ресурс] / правовая система Консультант-плюс — Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_122855/

2. Приказ Минфина России от 02.07.2010 N 66н (ред. от 06.04.2015) "О формах бухгалтерской отчетности организаций" [Электронный ресурс] / правовая система Консультант-плюс — Режим доступа:

http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_103394/

3. Національні положення (стандарт) бухгалтерського обліку 1 «Загальні вимоги до фінансової звітності», яке затверджено Наказом МФУ № 73 від 07.02.2013 [Електронний ресурс] / МФУ — Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/z0336-13#n17>

4. Всяких М.В., Стрельникова Е.Ю. Сходства и различия ключевых форм бухгалтерской (финансовой) отчетности в Российской Федерации и Украине // Молодой ученый. 2016. №9. С. 520-522.

Vsyakih M.V.

COMPARISON OF ANALYTICAL CAPABILITIES FINANCIAL STATEMENTS COMPANIES OF RUSSIA AND UKRAINE

This article discusses the similarities and differences key forms financial accountancy of the enterprises of the construction industry in Russia and Ukraine. Based on the identified differences, an attempt is made the comparability of the indicators characterizing the financial performance of business enterprises.

Key words: financial statements, balance sheet, financial results.

Всяких Максим Владимирович, кандидат экономических наук, кафедры учета, анализа и аудита Белгородский государственный национальный исследовательский университет.
Адрес: Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85.
E-mail: vsyakikh@bsu.edu.ru

DOI: 10.12737/22765

Щетинина Е.Д., д-р экон. наук, проф.,
Кондрашов И.Б., соискатель

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

НЕМАТЕРИАЛЬНЫЕ АКТИВЫ РЕГИОНА: СУЩНОСТЬ, РОЛЬ И ФУНКЦИИ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ РЕГИОНАЛЬНОЙ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬЮ

vanlord@yandex.ru

В статье рассматриваются вопросы, связанные с формированием конкурентоспособной региональной стратегии, основанной на совместном использовании трех концептуальных подходов: выбора «локомотива» региональной экономики в виде строительной отрасли, территориального маркетинга и регионального брендинга. Обосновывается эффективность интеграции указанных подходов, вытекающая из того, что их результатом является позиционирование и продвижение региона, а также региональные нематериальные активы, позволяющие обеспечивать и поддерживать его высокий статус и привлекательность – для инвесторов, партнеров, туристов, квалифицированной рабочей силы и прочих ресурсов. Эти подходы дают возможность одновременного решения триединой стратегической задачи – удовлетворения социальных, экономических и маркетинговых потребностей, а также проблем инновационного развития, стоящих перед регионом.

Ключевые слова: региональная экономика, строительная отрасль, нематериальные активы, конкуренция, конкурентоспособность региона, региональный бренд, территориальный маркетинг.

Введение. Наше время характеризуется тем, что коренным образом меняется и ожесточается международная конкуренция, происходят геополитические сдвиги. Нарастает конкуренция и внутри страны: межотраслевая, межрегиональная, межфирменная. Неравномерность развития регионов связана не только с климатическими и прочими естественными причинами, влияющими на абсолютные конкурентные преимущества, но и с качеством регионального управления, маркетинга, менеджмента конкурентоспособности на мезоуровне. Региональная экономика сегодня переживает непростые времена: с одной стороны, регионы получили больше самостоятельности, с другой – они не всегда способны сами решить серьезные социально-экономические и экологические проблемы, особенно в кризисные времена, и поэтому нуждаются в более тесной и многообразной интеграции, сильных внешних партнерах, в большей открытости для динамичного перемещения и наилучшего использования всех видов ресурсов на мезоуровне. К сожалению, в Белгородской области инвестиционная привлекательность отраслей существенно различается: так, наиболее привлекательными являются аграрная сфера, обрабатывающий и машиностроительный комплекс, горнодобывающие отрасли. [1]. В это число не входит строительный комплекс, хотя географическое положение региона всегда считалось благоприятным для строительства как промышленных объектов, так и жилья, развито производство строительных материалов.

В связи с этим необходимы инновационные методологические подходы к формированию

стратегий развития региона, выбора его делового и социального портфеля и структуры бюджета. Требуются новые нетрадиционные, и в то же время равновесные решения в области эффективной реструктуризации и модернизации регионального хозяйства, наращивании активов и соответствующей инвестиционной политики, направленной на привлекательность вложений в отрасли, особенно «локомотивные». В их число следует включать строительство. Борьба за инвестиции, за рынки сбыта, туристские потоки, гранты и субсидии – ключевое условие интенсивного развития регионов [2]. Неслучайно сегодня в крупных городах и центральных регионах страны всё шире внедряются технологии территориального маркетинга, зонального позиционирования и брендинга и т.п. [5, 6].

Методология. Конкурентная среда для регионов сегодня складывается под противоречивым влиянием с одной стороны - глобализации и ее требований, а с другой – рецидивов протекционизма мировых держав, политикой защиты внутреннего импортозамещения, активно проводимой с 2014 года Россией. Регионы по-прежнему активно и по-новому должны участвовать в борьбе за потребителя, за ресурсы и бизнес-площадки, за свою деловую и особенно инвестиционную репутацию, за высокий статус надежных и безопасных территорий. Так, по данным риэлтерских агентств, Белгородская область в 2015-2016г.г. понизила свою привлекательность для покупателей жилья и прочих агентов в связи с украинскими событиями и соответствующим ростом рисков в приграничных

областях, заняв 18 место в рейтинге регионов РФ [3].

Таким образом, масштабы и средства этой борьбы должны адаптироваться под насущные задачи, изменяясь принципиально и технологически меняются. В связи с указанным требуется также формирование более эффективной концепции управления региональной конкурентоспособностью, подразумевающей поиск источников конкурентных преимуществ в иной системе координат. Акцент при такой концепции делается на нетрадиционные инструменты и неосязаемые активы региона. Кроме того, фактором конкурентоспособности должна выступить некая отрасль регионального хозяйства, которая станет привлекать инвестиции из других регионов и положительно влиять на смежные отрасли и производства. Это прием известен из истории экономики, в частности, США и Германии в 30-г.г. прошлого века [10].

Что касается понятия «нематериальные активы» (далее НМА) уже не относится к совершенно новым терминам в экономике – как теоретической, так и практической. С развитием рыночных отношений в составе имущества многих, особенно зарубежных, предприятий появился новый вид средств, капитала, отличительной особенностью которых следует считать отсутствие вещественно-натуральной формы – нематериальные активы

Под региональным маркетингом понимают философию управления территорией региона, нацеленную на ее социально-экономическое развитие посредством удовлетворения потребителей (частных и юридических лиц) в разнообразных ресурсах с целью проживания и/или ведения деятельности на данной территории.

Основная часть.

В современных условиях территория региона, как и прочих экономических систем, не может успешно развиваться без интеграции, различного рода коммуникаций и связей, интенсивного обмена идеями, мнениями, открытиями и всеми видами ресурсов, для чего ей необходимо становиться полноценным участником экономико-информационного поля и сильной конкуренции.

Кроме того, как отмечается авторами, сегодня как никогда «актуализируются вопросы, связанные с инвестиционной привлекательностью и инвестиционными решениями, становящиеся общественно необходимыми и важными» [4]. Однако привлечь инвестора в нынешних условиях прозрачности информационной среды и известной ограниченности «игроков» на финансовом рынке – весьма непростая проблема, требующая не только учета наличия факторов есте-

ственного конкурентного преимущества (водные и земельные ресурсы, ископаемые, наличие и стоимость рабочей силы) и инфраструктурного обеспечения региона. Здесь требуется еще определённые гарантии инвестору – в плане целой совокупности рисков, защиты от коррупции, желаемой лояльности населения и бизнес-партнеров, наличия адекватной культурной среды. Это ресурсы не экономического характера, тем не менее, имеющие значимую ценность для деловых партнеров и играющие большую роль при выборе ими объекта инвестиционных вложений.

Таким образом, региональная экономика должна существенно перестраивать механизмы своего развития и саморазвития с тем, чтобы решать свою главную задачу – удовлетворение потребностей проживающих на данной территории граждан, как физических, так и юридических лиц, резидентов данного экономического субъекта.

Как известно, любой механизм опирается на инструментарий анализа и оценки состояния управляемого объекта. От качества этого инструментария зависит обоснованность выводов и принимаемых далее стратегических и тактических решений.

Помимо традиционного для экономики факторного анализа, уровень состояния, развития и репутации региона и его конкурентоспособность отражается обычно в рейтингах. Рассмотрим, что влияет на рейтинговые показатели в первую очередь и каким образом можно их: а) методически усовершенствовать с учетом новых реалий и б) найти резервные возможности и направления их повышения на практике.

В обязательном порядке рейтинг регионов учитывает объемы производства – валовый региональный продукт и темпы его изменения в динамике. Кроме того, учитывается доля этого продукта в национальном (ВНП). В целом методические подходы к оценке уровня социально-экономического развития региона охватывают:

- количественные методы оценки на основе макроэкономических показателей для анализа тенденций;
- рейтинговые оценки для анализа инвестиционной привлекательности региона;
- оценки эффективности использования элементов социально-экономического потенциала для анализа конкурентных преимуществ региона.

Каждая из этих групп методик оценки имеет свои разновидности. К количественным методам оценки на основе макроэкономических показателей социально-экономического развития относится оценка на основе интегральных

показателей [9]. Интегральность обеспечивается расчётом совокупности частных показателей, характеризующих динамику протекания отдельных процессов внутри региона.

Выделяют 4 интегральных показателя:

1) ИПСЭР 1 – интегральный показатель социально-экономического развития (методика А. Ревайкина), он ориентирован на экономические и социальные показатели региона с упором на ВРП;

2) ИПСЭР 2 – интегральный показатель социально-экономического развития (методика Г. Губанова), в большей мере ориентирован на экономические показатели региона;

3) ИКРТ – интегральный критерий развития территории (методика И. Вистбакка и А. Шишкина), ориентирован на баланс экономических и социальных показателей;

4) ИПУСБ – интегральный показатель уровня социального благополучия, рассчитанный по методике Института экономики УрО РАН, нацелен на уровень социального благополучия населения региона; ИПСУБ – он представляет собой результат деления интегрального показателя уровня жизни населения на интегральный показатель уровня социальной напряженности.

К группе структурных методов оценки уровня социально-экономического развития регионов относится методика на основе трех показателей, оценивающих промышленное и финансовое развитие: сельскохозяйственный потенциал, уровень жизни и социальная сфера [2]. На основании результатов оценки по данной методике все территории классифицируются по шести типам:

1) отсталые (низкий уровень почти всех социально-экономических показателей);

2) промышленно-депрессивные (большинство показателей сельскохозяйственного производства сопоставимо со средними показателями; уровень душевого производства продукции крайне низок; высокие темпы падения капиталовложений производственного назначения; нет возможности самостоятельно формировать доходы местного бюджета);

3) сельскохозяйственно-депрессивные (самые высокие темпы падения сельскохозяйственных показателей; показатели уровня жизни и социальной сферы на уровне средних; показатели промышленного производства лучше, чем по первому и второму типам);

4) благополучные (показатели уровня жизни и социального развития выше средних; способны за счет промышленного и сельскохозяйственного потенциала сформировать более 1/2 доходов бюджета);

5) вполне благоприятные (самые лучшие показатели);

6) средние (средние показатели).

Компонентами инвестиционной привлекательности регионов выступают индикаторы, отвечающие требованиям отечественных и зарубежных инвесторов:

1) абсолютные и относительные индикаторы экономического потенциала регионов, включающие наряду с характеристиками их производственно-ресурсного потенциала и показатели состояния производственной и социальной инфраструктуры;

2) показатели доходов и потребления населением материальных благ и услуг, образующие в единстве и взаимной обусловленности понятие «уровень и качество жизни населения», которые позволяют учесть при оценке инвестиционной привлекательности регионов уровень не только экономической, но и социальной эффективности;

3) показатели развития новых форм экономических отношений, выражающих процесс реформирования экономики и всего общества, развитие рыночной инфраструктуры, процесс структурной перестройки экономики и формирование ее социальной ориентации;

4) показатели экономической безопасности регионов, представляющие интерес для инвестора с точки зрения уровня гарантий защищенности его интересов от социальных конфликтов, криминогенного, экологического и других факторов риска.

Ряд авторов [7] выделяет три крупных группы регионов соответственно трем уровням инвестиционной привлекательности:

а) высокий (бесспорные лидеры, высокие экономический потенциал и конкурентоспособность);

б) средний (нуждающиеся в инвестициях, средний потенциал);

в) низкий (низкий уровень потенциала, инфраструктуры, устаревшие технологии, депрессивность, острая нужда в инвестициях).

В ракурсе заявленной темы были рассмотрены подходы к исследованию понятия «потенциал» для рассмотрения и анализа процесса формирования конкурентных позиций региона. Обобщенное понимание экономического потенциала выглядит так: это совокупность ресурсов, способных принимать участие в производстве материальных благ и оказании услуг при определенном уровне развития производительных сил для удовлетворения потребностей общества [8]. Конкурентоспособность региона представляет собой способность удовлетворять потребности населения и бизнеса на базе возможностей

территории при задействовании всего комплекса ресурсов, имеющихся в регионе, использовании особенностей существующей и перспективной структуры его хозяйства, географического положения, социально-институциональных факторов в интересах повышения качества жизни населения региона. Она, таким образом, является обобщенным результатом использования его потенциала конкурентоспособности.

Важно определить структуру этого потенциала, и здесь может быть несколько подходов. Так, например, С. Кукура, С. Лобанов, О. Ломовцева выделяют структурные элементы потенциала региона по фазам воспроизводства: производства, распределения, обмена, потребления. Рассматривая экономический потенциал региона как систему, в качестве ее составляющих многие авторы выделяют: трудовую, инвестиционную, природно-ресурсную, инновационную.

Для целей исследования нами предлагается структура регионального потенциала конкурентоспособности в виде трех блоков.

Базовый ресурсный потенциал региона объединяет такие частные потенциалы, как природ-

но-ресурсный, технико-технологический, научный, кадрово-демографический.

Социально-экономический потенциал региона выражается в достигнутых результатах использования базового потенциала: объемы продукции, экспорт и импорт, уровень доходов бизнеса и населения, объемы привлеченных инвестиций, качество жизни. Кроме того, он учитывает изменение (за определенный период) базового ресурсного потенциала – наращивание мощностей, капитализацию, состояние природной среды, качество и количество трудовых ресурсов и т.д.

Преобразовательный потенциал призван способствовать реализации базовых ресурсных потенциалов. Он базируется на организационно-управленческом, информационном, маркетинговом частных потенциалах. Иначе этот потенциал можно назвать отношенческим, так как он призван организовать отношения между производственными силами и социальной средой.

Структура потенциала конкурентоспособности региона тогда может быть представлена следующим образом (рис.1):



Рис. 1. Структура регионального потенциала конкурентоспособности

Подчеркнем, что в основе потенциала преобразования (отношенческого) лежат факторы не материального, а скорее, духовного порядка, и это вполне соответствует духу времени. Эволюция подходов к управлению капиталом в условиях экономики знаний обнаруживает тенденцию к смещению акцентов от осязаемо-технической и овеществленной компоненты к невидимой, с низкой долей вещественной составляющей, в которую вложен интеллектуальный труд.

Ключевой особенностью нематериального вида регионального капитала является также то, что он интегрирует в себе сразу несколько результативных процессов и функций, что требует нового типа работников, мышления и компетенций, а также позволяет привлечь разнообразные потенциалы общественного характера.

Потенциал преобразования, по нашему мнению, это всё то, что активизирует базовый потенциал, интегрирует его частные потенциалы и способствует их совместной трансформации в региональный продукт. Это средства информирования, влияния, мотивации участников рынка и социума, продвижения идей и побуждающих импульсов, способы включения и активации глубинных резервов человека и коллективов. Этот вид потенциала отражает возможности роста конкурентоспособности за счет более эффективного использования ресурсов региона и получения им значимых социально-экономических преимуществ. На наш взгляд, *здесь лежит теоретико-методологическое основание для описания, оценки и исследования сущности региональных нематериальных ресурсов.* Суть в том, что потенциал преобразования определяется резервами повышения готовности

региона, его мобилизации к практической реализации тех или иных трансформаций в различных сферах его жизнедеятельности. Этот вид потенциала несет в себе духовную компоненту, пассионарность, сознательность, патриотизм. Одним из индикаторов для оценки этого потенциала может служить степень готовности населения региона (социально-психологическая, правовая, организационная, техническая, информационная, научно-методическая и т.п.) к практической реализации намечаемых изменений, новаций и т.п..

Один из подходов к оценке преобразовательного потенциала, а также входящих в него НМА, может быть построен на основе определения коэффициента преобразования (см. формулу 1):

$$K_{пр.} = \frac{Псэ}{Прес.} \quad (1)$$

где $K_{пр.}$ – коэффициент преобразования; $Псэ.$ – достигнутый социально-экономический потенциал; $Прес.$ – базовый ресурсный потенциал.

При этом $Прес.$ оценивается в стоимостном выражении на начало периода (года), а $Псэ$ – на конец периода, также в стоимостном выражении.

Закономерность здесь такова, что чем выше коэффициент преобразования ($K_{пр.}$), тем выше соответствующий потенциал.

Примером важного элемента потенциала преобразования служит региональный бренд. Неслучайно эти два термина имеют общий корень – образ, поскольку бренд – это совокупность символов, знаков, цветовых, шрифтовых и дизайнерских решений, а также слоганов, отражающих отличительные преимущества того или иного региона. Иными словами, бренд – образ региона. Суть в том, что он может служить преобразованию базовых, не всегда действующих («спящих») ресурсов региона в активно действующие, пробужденные.

Важно, что этот бренд, опираясь в известной мере на марки региональных производителей, имеет свою специфику по сравнению с фирменными или ритейлерскими марками, а также выполняет ряд важнейших социально- и экономически значимых функций [10].

Основные функции регионального бренда состоят в формировании имиджа региона и его компаний, в том числе, на мировом рынке;

- обозначает основные социальные и экономические характеристики региона, идентифицирует его;
- сокращает сроки и издержки на продвижение региональных бизнес-проектов;

- привлекает в регион инвесторов и деловых партнеров.

Кроме того, бренд формирует лояльно и активно настроенных граждан и патриотов региона, структурно укрепляет его кадры, формируя законную гордость за свою территорию, дает приток специалистов высокого класса, обеспечивает единство целей и решения общих задач, поднимает дух и желание принести пользу своему городу, области.

Бренд – часть культуры и истории региона, носитель и выразитель его идейно-духовной платформы, образ, пробуждающий генную память и положительные чувства.

Ядром регионального бренда являются два компонента:

- а) миссия региона в повышении качества жизни на основе инноваций и гуманизма;
- б) гарантия чего-либо (например, устойчивости, безопасности, соблюдения сроков, параметров качества, а также прогрессивности) для контрагента, обеспечение ему тех потребностей, в которых он особенно нуждается в настоящий период времени.

Региональный бренд задействует, что важно, психологическую удовлетворенность, социальные и личностные запросы, этические и эстетические ценности. Однако бренд должен опираться на некие реальные процессы и преимущества территории. Как отмечалось в начале статьи, для фундамента брендинга наиболее целесообразно использовать локомотивную отрасль, служащую драйвером прочих сфер и инноваций.

Нам представляется, что таким «локомотивом» региональной экономики может стать строительство. Аргументы для этого следующие: преимущество в ценах на строительные материалы, историческая специализация, наличие мощностей; уже имеющиеся проекты в данной области, в том числе, международные; наличие ведущего в РФ вуза – БГТУ им.В.Г.Шухова, его инновационных ресурсов и соответствующего кадрового потенциала. Немаловажно, что эта отрасль является социально значимой, придавая репутационный вес именно этой бренд-стратегии. Кроме того, уже имеется слоган «Белгород – зеленая столица», опыт репутационного менеджмента и социальной рекламы на ряде заводов и корпораций (ЖБК-1, «Аэробел» и др.) В силу указанного все эти аргументы будут достаточно легко закрепляться и пропагандироваться региональным брендом и прочим маркетинговым инструментарием.

Итак, мы полагаем целесообразным использовать одновременно несколько концептуальных

подходов, которые имеют общую платформу для интегрирования, а именно:

- выдвижение в качестве «локомотива» строительной отрасли;
- формирования нематериальных активов как наиболее эффективных ресурсов в условиях информационной экономики [12],
- концепцию регионального и территориального маркетинга.

Средством формирования регионального бренда выступают интегрированные маркетинговые коммуникации и PR-деятельность, кобрендинг, региональный маркетинг, соответствующие стратегические действия, административные рычаги и планомерное и достаточное инвестирование в этот вид НМА. В рамках территориального маркетинга и наращивания региональных ресурсов – как материальных, так и нематериальных – в Белгороде уже предложена модель «ТЭИЛ» – территориально-экономико-имиджевого лифта [13]. Поэтому использование регионального бренда может преследовать несколько целей в зависимости от того, какую систему ценностей исповедует целевая аудитория:

- безопасность и выживание – 1-я фаза развития рынка и его ведущих социальных групп;
- подражание, принадлежность к определенной социальной группе – 2-я фаза;
- достижение высокого качества, элитарность – 3-я фаза;
- дифференциация – 4-я фаза;
- подчеркивание индивидуальности, самореализация – 5-я фаза.

Таким образом, региональный бренд в сочетании с локомотивной стратегией выходит сразу на 5-й уровень и включает в себе как маркетингово-коммерческую, так и социально-психологическую значимость, помогая позиционировать регион в нужном направлении, интегрируя его духовные и креативные потенциалы.

Вывод:

Итак, положение региона описывается приведенными выше многочисленными показателями, а его конкурентоспособность – многокритериальными моделями. Но эта характеристика в современных условиях виртуализации, информатизации и дематериализации экономики может и должна быть существенно дополнена группой параметров, отражающих состояние нематериальных ресурсов и активов региона и существенно влияющих на его статус. Отметим, что в какой-то мере неосозаемые активы присутствуют в социологической оценке (отношение к региону со стороны населения и юридических лиц, к его политике, стратегии, одобрение

власти или наоборот, моральное состояние и ожидания населения). Но этого явно недостаточно для анализа ситуации и эффективного адаптивного [15] управления активами региона.

Для развития методов оценки и анализа региональной конкурентоспособности, исследования ее источников и формирования преимуществ следует использовать понятия «локомотивная отрасль», а также «потенциал конкурентоспособности», который включает условно три составных части, интегрирующим среди них является «потенциал преобразования» или отнесенческий потенциал. С этой целью представляется методологически целесообразным выделить и более полно охарактеризовать элементы этого потенциала – к числу их, прежде всего, относятся нематериальные активы региона: бренд, репутация, имидж и гудвилл, разработать методы его оценки, в которых сегодня присутствует существенный элемент субъективизма, а также обеспечить условия его формирования и реализации. Локомотивом развития региона следует считать не только аграрный сектор и горнодобывающую промышленность, но и строительный комплекс.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Выборнова В.В., Туаева В.З. Инвестиционная привлекательность Белгородской области // Белгородский экономический вестник. 2015. №4. С.69–70.
2. Данилов И.П. Конкурентоспособность регионов России: теоретические основы и методология. М.: Канон. 2007. 112 с.
3. Таранова О.С. Белгородская область в цифрах // Крат. стат. сб. Белгород: Белгородстат. 2015. 283 с.
4. . Аркатов А.Я. Проблемы и перспективы инновационного развития экономических систем / Актуальные проблемы экономического развития: сб. докладов. Междун. заочной научно-практ. конф., посвященной 20-летию ИЭМ. Белгород: Изд-во БГТУ. 2013. Ч.1. С.41–43.
5. Сачук Т.В. Территориальный маркетинг. СПб.: Питер. 2009.
6. Панкрухин А.П. Территориальный маркетинг // Маркетинг в России и за рубежом. 1999. №5. С. 23–25.
7. Дорошенко Ю.А., Бухонова С.М., Сомина И.В. Теоретические аспекты привлекательности экономических систем // Белгородский экономический вестник. №2. 2014. С. 3–7.
8. Дорошенко Ю.А. Экономический потенциал как объект исследования экономической науки /Актуальные проблемы реформирования экономики (часть 5): научн. труды. Белгород: Изд-во БелГТАСМ. 2001. С. 18–25.

9. Карминский, А.М., Пересецкий А.А., Петров А.Е. Рейтинги в экономике: теория и практика. М.: Финансы и статистика. 2005. 234 с.

10. Роль инноваций в тренде российской экономики / Под ред. С.В. Куприянова. Белгород: БГТУ. 2016. 221 с.

11. Современная экономическая наука / под ред. Н.Н. Думной. М.: ЮНИТИ ДАНА, 2012. 355 с.

12. Щетинина Е.Д., Козлова Н.В. Маркетинг региона как инструмент капитализации экономических ресурсов территории // Белгородский

экономический вестник. 2015. №2. С. 217–221.

13. Козлова Н.В. Брендинг как механизм продвижения территории // Белгородский экономический вестник. 2015. №3. С. 203–210

14. Черковец В.Н. Проблемы и противоречия воспроизводства в России и за рубежом. Теория. Сопоставление. Поиски. / под ред. В.Н. Черковца. М.: Экономический факультет МГУ. ТЭИС. 2014.

15. Адаптивное управление корпорацией / под ред. Щетининой Е.Д. Белгород: Изд-во БГТУ. 2010. С. 22–23.

Shchetinina E. D., Kondrashov I.B.

INTANGIBLE ASSETS OF A REGION: ESSENCE, ROLE AND FUNCTIONS IN THE SYSTEM OF MANAGEMENT OF REGIONAL COMPETITIVENESS

The article discusses issues related to the formation of a competitive regional strategy, based on the combined use of three conceptual approaches: the choice of "locomotive" of the regional economy in the construction industry, territorial marketing and regional branding. The effectiveness of the integration of these approaches, stemming from the fact that the result is positioning and promotion of the region as well as regional intangible assets, to ensure and maintain its high status and attractiveness for investors, partners, tourists, skilled labour and other resources. These approaches allow the simultaneous solution of the triune strategic objectives are to meet the social, economic and marketing needs, and problems of innovation development facing the region.

Key words: regional economy, the construction industry, intangible assets, competitiveness of region, regional brand, regional marketing.

Щетинина Екатерина Даниловна, доктор экономических наук, проф., зав. кафедрой маркетинга
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова
Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.
E-mail: schetinina@inbox.ru

Кондрашов Иван Борисович, соискатель кафедры маркетинга
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова
Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.
E-mail: vanlord@yandex.ru

DOI: 10.12737/22801

*Баранов В.М., канд. пед. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова
Шилова В.С., д-р пед. наук, проф.
Белгородский государственный национальный исследовательский университет*

ГОТОВНОСТЬ ВЫПУСКНИКА БГТУ ИМ. В.Г. ШУХОВА К ОБЕСПЕЧЕНИЮ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ: ОСНОВНЫЕ КРИТЕРИИ СФОРМИРОВАННОСТИ

vladimirbaranov84@gmail.com

В настоящее время проблема обеспечения экономической безопасности является приоритетом деятельности Правительства Российской Федерации, федеральных органов исполнительной власти ее субъектов. Действенным инструментом обеспечения экономической безопасности выступают органы исполнительной власти в лице правоохранительных органов. Их действия включают в себя комплекс мер, направленных, прежде всего, на минимизацию угроз экономической безопасности, что в свою очередь предъявляет особые требования к профессиональной готовности специалиста.

Ключевые слова: *экономическая безопасность, служба безопасности предприятия, обеспечение экономической безопасности в сфере производства строительных материалов, сотрудник службы безопасности строительного предприятия, профессиональная готовность, критерии готовности к профессиональной деятельности.*

Проблема обеспечения экономической безопасности в настоящее время является приоритетом деятельности Правительства Российской Федерации, федеральных органов исполнительной власти ее субъектов. Многочисленные исследования проблемы в научной и специальной литературе позволяют говорить об ее актуальности на сегодняшний день. Авторами [3, 4, 5, 6, 9, 10]. рассмотрен широкий круг вопросов: от проблем, связанных с разработкой концептуальных основ обеспечения безопасности и стабильности государства и общества, до форм и методов ее обеспечения.

Напомним, что экономическая безопасность (далее - ЭБ) является важнейшей качественной характеристикой экономической системы, определяющей ее способность поддерживать нормальные условия жизни и деятельности населения страны, устойчивое обеспечение ресурсами развитие народного хозяйства, а также последовательную реализацию национально-государственных интересов России.

Обеспечение защищенности жизненно важных интересов общества и государства, в том числе и в экономической сфере, от внешних и внутренних угроз является одной из первоочередных задач государства. Решением данной задачи призваны заниматься специалисты-выпускники института экономики и менеджмента БГТУ им. В.Г. Шухова.

Приоритетом указанного направления деятельности государственных институтов выступают, с одной стороны, определение национальных интересов в экономической сфере, а с другой стороны, выявление и прогнозирование по-

тенциальных угроз и принятие соответствующих мер реагирования, способных минимизировать возможные риски, в том числе и на объектах производства строительных материалов

Как известно, действенным инструментом обеспечения экономической безопасности выступают органы исполнительной власти в лице правоохранительных органов. Их действия включают в себя комплекс мер, направленных, прежде всего, на:

- прогнозирование преступных посягательств, угрожающих экономической сфере России;
- разработку и реализацию краткосрочных и долгосрочных мер предупредительного (профилактического) характера, а также неотложных мер по устранению возникающих угроз;
- выработку и реализацию конкретных мер по минимизации ущерба от правонарушений в сфере экономики, с учетом задач, решаемых посредством экономической инфраструктуры;
- соблюдение требований международных стандартов в сфере экономических отношений.

Модернизация комплекса мер, направленных на обеспечение экономической безопасности, разработка нормативно-правовой базы, регулирующей правоотношения в указанной сфере, совершенствование научного обеспечения и методических разработок по такому сложному направлению, как экономическая безопасность в сфере строительства, в конечном итоге снижают риски, связанные с безопасным функционированием экономической системы.

Рассматривая указанные направления деятельности, мы полагаем, что их невозможно осуществить без качественной подготовки кадров, способных противостоять внешним и внутренним угрозам, в том числе и на объектах производства строительных материалов. Это позволяет нам перейти к проблеме оценки, прежде всего, личностных качеств будущих сотрудников служб безопасности в сфере строительства, а значит, к определению критериев и показателей их профессиональной готовности.

Прежде, чем рассмотреть критерии, напомним, что категория готовности достаточно полно представлена в работах ученых психологов. Анализ работ В.Н. Мясищева, Д.Н. Узнадзе, А.С. Прангшвили, М.И. Дьяченко, А.В. Петровского [7, 11, 13, 15]. и других авторов позволил определить ее сущность. Готовность определяется как форма установки, ее внешнее проявление, тенденция перспективного действия, его направленность, характеристика последствия (В.Н. Мясищев); пригодность к конкретной деятельности, обусловленная соответствующими способностями, необходимыми в данном случае, и общими психологическими условиями (В.А. Крутецкий); как склонность к чему-либо [16].

В любом случае готовность обозначает личностное качество, либо совокупность качеств, обуславливающих решение конкретных задач в жизни и деятельности личности. Сущность готовности, ее ядро составляет установка. Этот факт в свое время был выявлен Д.Н. Узнадзе, по мнению которого установка представляет собой определенное состояние субъекта, его основную изначальную реакцию на воздействие ситуации, в которой ему приходится ставить и разрешать задачи. При этом особо подчеркивается, что, несмотря на бессознательный характер, установка будет целостным состоянием, ляжет в основу определенных психических явлений, возникающих в сознании. И далее автор раскрывает установку как готовность к определенной активности, возникновение которой зависит от наличия следующих условий: от потребности, актуально действующей в данном организме, и от объективной ситуации удовлетворения этой потребности. Вне этих условий установка не может актуализироваться. Д.Н. Узнадзе трактует установку как модус целостного субъекта в каждый дискретный момент его деятельности [15].

Исследуя механизмы готовности, М. И. Дьяченко, например, указывает на необходимость учета двух стадий в процессе выполнения человеком любой задачи: стадию под-

готовки и стадию выполнения. По обоснованному определению автора, готовность — это избирательная, прогнозирующая активность на стадии подготовки, настраивающая личность на будущую деятельность; это сложное, целенаправленное проявление личности, между компонентами структуры которой существуют функциональные зависимости. При этом М. И. Дьяченко выделяет два основных вида готовности к деятельности: длительную (состояние подготовленности) и временную (состояние готовности). Первая включает в себя прежние установки, знания, умения и навыки, опыт, качества и мотивы деятельности. Именно на этой основе возникает состояние готовности к выполнению того или иного действия. Длительная готовность (подготовленность) действует постоянно, нет необходимости формировать ее заново. Поэтому она является предпосылкой успешной деятельности. Временная (ситуативная) готовность предполагает, по мнению ученого, актуализацию и приспособление всех сил, психологических возможностей для успешного осуществления деятельности. Эта готовность представляет собой динамическое состояние личности, внутреннюю направленность на определенное поведение, мобилизованность всех сил на активные и целесообразные действия..

Возвращаясь к понятию «критерий», отметим, что он рассматривается в разных областях науки, но во всех случаях смысловое значение слова подобное. В экономико-математическом словаре критерий понимается как признак, на основании которого производится оценка (напр., оценка качества системы, ее функционирования), сравнение альтернатив (т.е. эффективности различных решений), классификация объектов и явлений. В психологическом словаре «критерий» (от греч. criterion - признак, служащий основой оценки) понимается как мера оценки, определения, сопоставления явления или процесса; признак, являющийся основой классификации. В философском словаре критерий понимается как мера достижения цели [8].

Безусловно, формулирование критериев оценки профессиональной готовности обучаемых в образовательном учреждении — это самостоятельная и очень трудоемкая исследовательская задача. Разработка и обоснование критериев и показателей оценки эффективности и качества образовательного процесса относятся к числу наиболее сложных и мало исследованных теоретических проблем. Дело в том, что до сих пор отсутствует четкая самостоятельная теория оценочной деятельности, существуют объективные трудности с

определением общей стратегии разработки основ конструирования критериального аппарата, без реализации которого невозможны управление, контроль и корректировка педагогического процесса и т.п.

Заметим, что сложность оценивания результативности обучения и воспитания в вузе объясняется тем, что целью ее, как мы могли убедиться, является формирование каких-либо личностных новообразований обучаемых, а их очень трудно количественно оценить.

В сфере гуманитарного познания все большее распространение получают количественные методы исследования, которые позволяют отразить взаимодействие объективных и субъективных факторов, влияющих на эту сферу. Для познания опыта, переживаний, чувств конкретных людей, из практики необходимо знание, основанное преимущественно на понимании и интерпретации. Ясно, что точных критериев такого знания не может существовать. Исследовательские процедуры при количественном подходе стандартизованы, предполагается их дублирование, а на качественном уровне они дублируются редко. В первом случае анализ осуществляется статистическими методами, во втором — путем обобщения идей из собранных эмпирических данных, а их организация направлена на получение известной картины. Необходимо сочетание количественных и качественных методов, а также соблюдение правил научного подхода при разработке качественных методов [1, с.16-17].

Согласно словарю, критерий (греч. – *kriterion*) – есть мерило оценки, суждения. [12, с.281].

Критерий представляет собой конкретный, видимый показатель, с помощью которого можно проводить замеры, отследить и оценить результат деятельности (в нашем случае профессиональной), проверить эффективность, результативность разработок, сделать выводы о достигнутых успехах, выявить недостатки и ошибки.

Опираясь на научные подходы В.П. Беспалько, Т.И. Шамовой и др. [1, 16], мы полагаем, что в качестве критериев готовности студентов к обеспечению экономической безопасности можем использовать следующие критерии:

- потребностно-целевой (самооценка волевой регуляции при осуществлении обеспечения экономической безопасности, мотивы, стремление выполнить поставленные задачи на высоком уровне, успешность преодоления психологических барьеров и др.);
- знаниевый (усвоение специальных знаний, понимание значимости и перспектив ЭБ);
- операционально-действенный (умение выполнять функции ЭБ, владение навыками ра-

боты со специальной техникой, умение оформлять материалы и др.).

В содержательную часть когнитивного компонента на наш взгляд должны лечь знания в рамках дисциплин запланированных в учебном процессе и отражающих:

- функционирование экономической структуры страны;
- особенности функционирования отраслей экономики;
- специфику осуществления административно-служебной деятельности на объектах экономики;
- специфику проведения оперативно-разыскных мероприятий в специфической сфере;
- моделирования и выработки путей решения нештатных ситуаций на экономических объектах;
- организацию межведомственного взаимодействия различных подразделений правоохранительных органов.

Операционально-действенный компонент, по нашему мнению должен включать умения и навыки по:

- организации служебной деятельности на объектах экономики;
- осуществлении проверок, направленных на выявление потенциальных угроз ЭБ;
- процессуальному оформлению документов;
- процессуальным действиям в случаях предусмотренных законом;
- действиям при обнаружении признаков преступлений и правонарушений;
- локализации угроз;
- использовании информационных систем для выявления, поиска и задержания преступников.

Указанные критерии профессиональной готовности обучаемых, на наш взгляд будут способствовать видению собственной профессиональной роли, профессионального имиджа, индивидуального стиля профессиональной деятельности, определения для себя профессиональных перспектив, их достижения, установление новых профессиональных целей, стремление к гармоничному раскрытию и утверждению своего природного творческого потенциала.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Беспалько В.П. Слагаемые педагогической технологии. М.: Педагогика, 1989. 192 с.
2. Веретенникова И.И. Факторы и условия экономического роста. СПб.: Химиздат, 2005.

3. Градов А.П., Ильин И.В. Экономическая безопасность страны: принципы анализа состояния и противодействия угрозам // Экономическая наука современной России. 2005. № 3. С. 88–101.
4. Doroshenko Y.A., Somina I.V., Rijova A.S., Radosavljeviae Z. Technological Innovations in Economic Development: Conceptual Bases and Practices of Introduction into Modern Conditions // Middle-East Journal of Scientific Research. 2013. Volume 17. Number 9. P. 1337–1342.
5. Kalugin V.A., Pogarskaya O.S., Malykhina I.O. The principles and methods of the appraisal of commercialization projects of the universities innovations // World applied sciences journal. 2013. Number 1. Volume 25. P. 97–105.
6. Дьяченко М. И. Психологическая готовность личности к деятельности // Вопросы психологии личности: Межвузовский сборник. Ульяновск, 1977.
7. Краткий психологический словарь. /Под общей ред. А. В. Петровского, М. Г. Ярошенко. М., 1985.
8. Криворотов, В.В., Калина А.В., Эриашвили Н.Д. Экономическая безопасность государства и регионов: Учеб. пособие. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2012. 351 с.
9. Метелев С.Е. Национальная безопасность и приоритеты развития России: социально-экономические и правовые аспекты. М.: ЮНИТИ, 2006.
10. Мясищев В.Н. Психология отношений; под ред. А. А. Бодалева. М., 1995; Крутецкий В. А.. Психология математических способностей школьников. М., 1968.
11. Ожегов С.И. Словарь русского языка. Около 57000 слов. Изд. 10-е, стереотип. Под ред. д-ра филолог. наук проф. Н.Ю. Шведовой. М.,» Сов.Энциклопедия». 1973. 846 с.
12. Прангишвили А. С. Проблема установки на современном уровне ее разработки грузинской психологической школой // Хрестоматия по психологии. М., 1977.
13. Сенчагов В.К. Экономическая безопасность как основа обеспечения национальной безопасности России // Вопросы экономики. 2001. № 8. С. 64–79.
14. Узнадзе Д. Н. Экспериментальные основы психологии установки. Общее учение об установке. Постановка проблемы установки // Под ред. проф. А. В. Петровского. М., 1977.
15. Шамова Т.И., Давыденко Т.М., Шибанова Т.Н. Управление образовательными системами: учебное пособие для сотрудников пед. учеб. заведений; под ред. Т.И. Шамовой. М.: Изд. Центр «Академия», 2002. 384 с.
16. Ядов В.А. Стратегия социологического исследования. Описание, объяснение, понимание социальной реальности. М.: «Добросвет», 2003. 596 с.

Baranov V.M., Shilova V.S.

THE WILLINGNESS OF THE UNIVERSITY GRADUATE THEM. V.G. SHUKHOV TO ENSURE ECONOMIC SECURITY: BASIC CRITERIA OF

Now the problem of ensuring economic security is a priority for the Government of the Russian Federation, federal bodies of executive power to its subjects. An effective instrument for ensuring economic security Act the executive authorities in the face of law enforcement. Their actions include a set of measures aimed primarily at minimizing threats to economic security, which, in turn, imposes special requirements to the professional readiness specialist.

Key words: *economic security, enterprise security service, ensuring economic security in the sphere of production of construction materials, security officer of a construction company, vocational readiness, operational readiness criteria of professional activity.*

Баранов Владимир Михайлович, кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры стратегического управления.

Белгородский государственный технологический университет им В.Г. Шухова.

Адрес: 308012, Белгород, ул. Костюкова, д.46

E-mail: vladimirbaranov84@gmail.com

Шилова Вера Сергеевна, доктор педагогических наук, профессор, академик Российской Академии Естественных наук, профессор кафедры педагогики БГУ.

Белгородский государственный национально исследовательский университет.

Адрес: 308015, Белгород, ул. Победы, д.85

E-mail: shilova@bsu.edu.ru

*Растворцева С.Н., д-р экон. наук, проф.,
Усманов Д.И., канд. экон. наук, ст. препод.*

Белгородский государственный национальный исследовательский университет

АНАЛИЗ СТЕПЕНИ ВКЛЮЧЕННОСТИ РОССИИ В ГЛОБАЛИЗАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ (ЧАСТЬ 2)

rastvortseva@bsu.edu.ru

В статье представлены результаты оценки интенсивности торговых отношений России с крупнейшими торговыми организациями ближнего и дальнего зарубежья. Сравниваются товарные структуры по ключевым группам оборудования, изделий и полуфабрикатов (машинное оборудование, ядерные реакторы, паровые котлы, электрическое и электронное оборудование, пластик и изделия из него, оптические, технические и медицинские аппараты, химические продукты, натуральные химикаты, железо и сталь, руда, шлак, зола и др.) со странами СНГ, ОЧЭС, БРИК.

Ключевые слова: *товарная структура, экономические союзы, интеграционные объединения, экспортный и импортный потенциал, степень включенности и др.*

В первой части одноименной статьи были выявлены основные процессы глобализации в российских регионах с учетом особенностей динамики взаимодействия формальных и неформальных институтов – интеграционных объединений по отдельным категориям экспортных и импортных групп товаров и изделий, в том числе предназначенных для промышленных и строительных отраслей. Для этой цели была разработана авторская методика оценки (включает 22 показателя). С помощью, которой был проведен анализ динамики, степени включенности и интенсивности торговли на примере организации АТЭС. Форум АТЭС является одной из наиболее крупных интеграционных группировок в мире, в число которой входит 21 страна, в том числе и Россия. В рамках настоящей статьи считаем целесообразным также проанализировать экспортные и импортные потоки интеграционных объединений стран СНГ, ОЧЭС и БРИК и др.

Проведем оценку интенсивности торговых отношений России в последовательности уменьшения объема экспорта России в интеграционное объединение в 2012 году:

- со странами АТЭС (91 490 918 тыс. долл. США);
- со странами СНГ (61 308 291 тыс. долл. США);
- со странами ОЧЭС (46 585 849 тыс. долл. США);
- со странами БРИКС (45 917 135 тыс. долл. США) и БРИК (45 638 390 тыс. долл. США);
- со странами ЕврАзЭС (41 958 тыс. долл. США);

Вторым по объему торговли с Россией интеграционным объединением является СНГ. Соглашение о создании СНГ стало первым документом о сотрудничестве на постсоветском пространстве. Доля стран СНГ в мировом экспорте и импорте невелика – в среднем за 2001-2012 годы она составляла 3,39 % и 2,14 %

соответственно - однако, она имеет тенденцию роста (в 2012 году она составляла 4,32 % и 2,14 %). Положительна и динамика объемов экспорта и импорта – ежегодный темп прироста составил 19,44 % и 21,33 % соответственно. Динамика экспорта России в страны СНГ и импорта России из стран СНГ имеет более ярко выраженный характер. Так, например, темп прироста импорта России из стран СНГ в 2010 году увеличился на 45,49 %, однако имеет место и снижение этого же показателя в 2009 году на 45,49 %. В среднем динамика внешней торговли России со странами СНГ составляет 16,02 % ежегодно.

Доля стран СНГ в экспорте России составляет в среднем за анализируемый период 14,17 %, в импорте – 17,86 %. Отметим, что Россия является наиболее крупным членом интеграционного объединения: ее доля в общем объеме торговли составляет 64 % (69,64 % в объеме экспорта и 54,88 % в объеме импорта за 2001 - 2012 гг.).

Показатели интенсивности торговли также свидетельствуют о значимости интеграционного объединения для России. Их значение колеблется от 3,17 (индекс интенсивности импорта в 2008 г.) до 11,97 (индекс интенсивности импорта в 2001 г.). Отметим, что в предкризисные периоды значение данного показателя снижается, а в кризисные годы, наоборот, возрастает. Данная тенденция, на наш взгляд, показывает, что страны СНГ являются наиболее постоянными партнерами для России.

Индекс интенсивности межстрановой торговли имеет стабильную динамику снижения, что объясняется некоторым сокращением доли стран СНГ в общем объеме торговли России на фоне увеличения ее доли в мировой торговле. Для более подробного анализа взаимной торговли рассмотрим товарную структуру экспорта и импорта (табл. 3).

Таблица 3

Товарная структура торговли России со странами СНГ в 2010 - 2012 гг.*
(доля товарной группы в общем объеме экспорта / импорта),%

Наименование продукта	Импорт				Экспорт			
	2010 год	2011 год	2012 год	Сред- няя	2010 год	2011 год	2012 год	Сред- няя
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Все продукты	100	100	100	100	100	100	100	100
Минеральное топливо, нефть, продукты перегонки	4,34	6,34	4,72	5,13	3,65	2,84	6,17	4,22
Железо и сталь	5,52	5,72	7,01	6,09	1,66	1,65	3,72	2,34
Машинное оборудование, ядерные реакторы, паровые котлы	5,56	4,92	13,56	8,01	3,02	2,84	6,38	4,08
Транспорт (кроме ж/д и трамвайных линий)	2,53	2,46	5,67	3,55	0,44	0,46	1,84	0,91
Электрическое и электронное оборудование	2,91	2,70	8,61	4,74	1,21	1,39	3,84	2,14
Изделия из железа и стали	3,16	3,45	3,51	3,38	14,2	14,06	41,08	23,11
Неорганические химикаты, драгоценные металлы, изотопы	1,76	1,94	3,01	2,24	0,31	0,26	1,16	0,58
Древесина и изделия из нее, древесный уголь	0,13	0,13	0,75	0,34	0,85	0,77	2,20	1,27
Пластик и изделия из него	1,34	1,31	3,61	2,09	0,93	1,05	3,35	1,78
Оборудование для железных дорог и трамвайных линий	6,03	7,16	6,12	6,44	0,20	0,15	0,46	0,27
Удобрения	0,03	0,01	0,02	0,02	0,95	1,90	2,40	1,75
Бумага и картон и изделия из них	1,95	1,63	1,85	1,81	0,36	0,34	0,73	0,47
Руда, шлак, зола	0,09	0,09	3,70	1,29	0,01	0,02	0,11	0,05
Натуральные химикаты	0,25	0,32	0,65	0,40	0,72	0,61	1,26	0,86
Соль, сера, грунт, камни, известь и цемент	0,94	0,86	1,67	1,16	0,00	0,00	0,07	0,02
Какао и какао продукты	1,14	0,97	1,11	1,07	0,41	0,38	0,80	0,53
Фармацевтические продукты	0,12	0,10	0,29	0,17	0,80	0,75	1,61	1,05
Оптические, технические, медицинские и фотоаппараты	0,39	0,31	2,86	1,19	0,42	0,38	0,74	0,51
Готовые продукты питания	0,09	0,09	0,19	0,12	1,43	1,40	2,20	1,68
Химические продукты	0,14	0,13	0,24	0,17	0,41	0,61	1,15	0,72
Напитки, спиртные напитки, уксус	1,55	1,01	1,35	1,31	0,02	0,02	0,03	0,03
Продукты первого потребления, яйца, мед, животные продукты	1,28	1,00	3,28	1,85	0,13	0,09	0,28	0,17
Инструменты, столовые приборы из металла	0,05	0,05	3,13	1,07	0,49	0,39	0,73	0,54
Одежда и аксессуары (не вязаные)	0,66	0,61	2,36	1,21	0,34	0,25	0,60	0,40
Съедобные фрукты, орехи, кожура цитрусовых, дыни, арбузы	2,63	1,30	1,21	1,72	0,03	0,03	0,08	0,04
Ткани, кружево, gobelen	0,01	0,01	0,13	0,05	0,73	0,79	1,41	0,98
Растительные материалы для плетения, растительные продукты	0,00	0,00	0,00	0,00	58,7	59,76	0,00	39,49

* Таблица рассчитана по Bilateral trade between Russian Federation and Commonwealths of Independent States (CIS) // International Trade Centre: Trade map. Trade statistics for international business development. – URL: <http://www.trademap.org>.

В таблице представлены только те товарные группы, доля которых в общем объеме экспорта / импорта в среднем за анализируемый период превышает 1 %.

Как видно из таблицы, более половины экспорта России составляют растительные продукты (58,72 % и 59,76 % в 2010 и 2011 соответственно), в то время как их импорт вообще не осуществляется. Далее следуют изделия из железа и стали (14,2 0% и 14,08 % в 2010 и 2012 гг.), но в то же время их импорт производится наиболее быстрыми темпами: в 2010 г. – 5,52 %, в 2012 – 7,01 %. В общем виде можно сказать, что импорт России за 2012 год в боль-

шей мере составляют машинное оборудование, ядерные реакторы и паровые котлы (13,56 %), электрическое и электронное оборудование (8,61 %), железо и сталь (7,01 %), оборудование для железных дорог и трамвайных путей (6,1 2%) и транспорт (5,67 %). Экспорт же товаров преимущественно осуществляется путем поставок изделий из железа и стали (41,08 %), машинного оборудования, ядерных реакторов и паровых котлов (6,38 %), минерального топлива, нефти, продуктов перегонки (6,17 %), железо и сталь (3,72 %).

Еще одной интеграционной группировкой, объемы российской торговли с которой доста-

точно высоки, является Организация черноморского экономического сотрудничества – ОЧЭС. Динамика основных показателей интенсивности торговых отношений России со странами ОЧЭС в 2001 - 2012 гг. показала, что доля стран объединения в международной торговле стабильно увеличивается. В 2001 г. она составляла 2,84 %, а в 2012 г. уже 4,85 %. Однако, наибольшее значение (5,08 %) она приобрела в предкризисный 2008 г., сократившись до 4,37 % уже в 2009 г.

Динамика экспорта и импорта также указывает на перспективность развития интеграционного объединения. В среднем за анализируемый период ежегодный прирост оборота торговли (даже с учетом сокращения 2009 г.) составил 17,65 %. Несколько более активно растет и экспорт России в страны ОЧЭС (в среднем на 19,34 % ежегодно) и российский импорт из стран ОЧЭС (20,92 %). Доля стран объединения в экспорте России и доля стран в импорте России приблизительно равны и составляют в среднем 11,41 %. При этом Россия, являясь одним из ключевых членов группировки, имеет значительную долю именно в объеме экспорта – 56,41 % (среднее за 2001 – 2012 гг.), а в общем объеме импорта гораздо меньшую долю – 29,13 %.

Интенсивность торговых отношений России со странами ОЧЭС аналогична отношениям со странами СНГ, но, надо отметить, что в последние годы она несколько снижается. Страны ОЧЭС остаются значимыми партнерами для Российской Федерации. Показатель интенсивности межстрановой торговли тоже стабильно снижается: в 2001 г. он составлял 10,34, а в 2012 г. – уже 3,95.

Рассмотрим товарную структуру торговых потоков России и стран ОЧЭС (табл. 4).

В таблице представлены только те товарные группы, доля которых в общем объеме экспорта/импорта в среднем за анализируемый период превышает 1 %.

Как видно из таблицы, более половины экспорта России в страны ОЧЭС составляют минеральное топливо, нефть и продукты перегонки (55,24 % и 51,97 % в 2010 и 2011 соответственно), что традиционно является существенной статьей платежного баланса Российской Федерации, в то время как их импорт осуществляется в крайне небольших размерах (6,09 – 9,06 %). Далее следуют железо и сталь (7,47 % и 7,42 % в 2010 и 2012 гг.), но в то же время импорт данного вида товара для России является важным (7,88 % и 9,19 % в 2010 и 2012 гг.). Помимо этого существенную долю российского экспорта в страны ОЧЭС составляют машинное оборудование, ядерные реакторы и паровые котлы (в пределах 3,93 %).

Большую часть импорта России в период с 2010 - 2012 гг. составляют машинное оборудование, ядерные реакторы и паровые котлы (в среднем 10,47 %) и значительно превышает объемы экспортных поставок в страны ОЧЭС. В общем виде можно сказать, что импорт России за 2012 год составляют преимущественно оборудование для железных дорог и трамвайных линий (9,13 %), железо и сталь (8,54 %), а также электрическое и электронное оборудование (в среднем – 6,78 %) и др.

В мировой экономической системе форум БРИКС является одним из наиболее противоречивых интеграционных объединений. Мы можем согласиться с тем, что появление данной группировки носило случайный характер, что входящие в группировку страны имеют мало общего в экономической, социальной, культурной сферах, при этом на мировом рынке они часто выступают в качестве конкурентов, нежели партнером. Однако принятые в 2012 году Этеквинская декларация и Этеквинский план действий свидетельствуют о намерениях стран относительно полномасштабного сотрудничества [6]. Целью интеграционной группировки БРИКС является «поступательное развитие БРИКС и его трансформация в полноформатный механизм текущей и долгосрочной координации по широкому кругу ключевых проблем мировой экономики и политики» [7].

БРИКС является одной из наиболее перспективных экономических группировок в мире. Страны БРИКС – это крупнейшие державы с огромным экономическим потенциалом, значительными ресурсами. Географически на страны БРИКС приходится треть суши, проживает 43 % населения, на их территории сосредоточены залежи полезных ископаемых. БРИКС объединяет страны с быстро развивающимися рынками, диверсифицированной структурой экономики, растущими высокотехнологичными секторами производства. БРИКС можно оценивать как структуру, способную составить альтернативу существующим центрам мировой экономики.

Отметим, что развитие торговых отношений России с ЮАР находится на недостаточно высоком уровне - объемы взаимной торговли малы. На фоне незначительного роста объемов международной торговли мы видим, что экспорт стран БРИК увеличивается в среднем на 19,83 % в год, экспорт России – на 18,48 %, в том числе, в страны БРИК – на 20,27 %. Важно отметить, что показатели импорта в среднем имеют более высокие темпы прироста. Так, объем импорта стран БРИК возрастает на 20,82 %, российского импорта – на 20,74 %, в том числе, из стран БРИК – на 34,25 %.

Таблица 4

Товарная структура торговли России со странами ОЧЭС в 2010 - 2012 гг.* (доля товарной группы в общем объеме экспорта / импорта),%

Продукт	Импорт				Экспорт			
	2010 год	2011 год	2012 год	Средняя	2010 год	2011 год	2012 год	Средняя
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Все продукты	100	100	100	100	100	100	100	100
Минеральное топливо, нефть, продукты перегонки	6,09	9,06	3,19	6,12	55,24	51,97	50,93	52,71
Железо и сталь	7,88	8,53	9,19	8,54	7,47	8,81	7,42	7,90
Машинное оборудование, ядерные реакторы, паровые котлы	9,99	10,15	11,26	10,47	4,25	3,83	3,70	3,93
Злаки	0,12	0,19	0,15	0,15	1,35	2,02	2,98	2,12
Неорганические химикаты, драгоценные металлы, изотопы	2,58	2,88	2,82	2,76	1,34	2,89	2,52	2,25
Алюминий и изделия из него	0,54	0,43	0,50	0,49	3,27	3,57	2,71	3,18
Удобрения	0,01	0,02	0,02	0,02	1,91	2,39	2,30	2,20
Натуральные химикаты	0,49	0,54	0,64	0,56	1,36	2,02	2,11	1,83
Электрическое и электронное оборудование	7,45	6,62	6,27	6,78	1,92	2,08	1,92	1,98
Пластик и изделия из него	2,78	2,87	3,47	3,04	1,27	1,17	1,07	1,17
Транспорт (кроме ж/д и трамвайных линий)	4,79	5,61	5,95	5,45	1,32	1,84	1,76	1,64
Растительные и животные жиры и масла, продукты разложения	1,30	0,76	0,24	0,77	0,38	0,52	1,55	0,82
Каучук и изделия из него	0,71	0,87	1,01	0,86	1,26	1,45	1,24	1,32
Медь и изделия из нее	0,59	0,59	0,53	0,57	3,16	1,98	1,60	2,25
Бумага и картон и изделия из них	2,99	2,54	2,42	2,65	1,27	1,20	1,06	1,18
Корабли, лодки и др. морские суда	1,58	0,76	0,99	1,11	0,60	0,11	0,22	0,31
Табак и табачные изделия	0,57	0,43	0,41	0,47	0,80	0,77	0,88	0,82
Изделия из железа и стали	5,00	5,53	4,53	5,02	0,81	0,82	0,80	0,81
Оборудование для железных дорог и трамвайных линий	8,39	10,21	8,78	9,13	0,55	0,61	0,82	0,66
Какао и какао продукты	1,61	1,39	1,53	1,51	0,42	0,42	0,41	0,41
Соль, сера, грунт, камни, известь и цемент	1,62	1,72	2,65	2,00	0,61	0,36	0,43	0,47
Фармацевтические продукты	2,18	1,87	1,94	2,00	0,41	0,36	0,44	0,40
Напитки, спиртные напитки, уксус	2,32	1,56	2,00	1,96	0,29	0,25	0,28	0,27
Съедобные овощи и некоторые корнеплоды	2,74	2,30	2,20	2,41	0,04	0,27	0,17	0,16
Продукты первого потребления, яйца, мед, животные продукты	1,77	1,44	1,23	1,48	0,19	0,16	0,16	0,17
Мебель, осветительная аппаратура, фабричные строения	1,01	1,25	1,52	1,26	0,13	0,10	0,09	0,10
Одежда и аксессуары (не вязаные)	1,37	1,39	1,72	1,49	0,01	0,03	0,04	0,03
Съедобные фрукты, орехи, кожура цитрусовых, дыни, арбузы	6,10	4,60	5,11	5,27	0,00	0,00	0,00	0,00
Снаряды и боеприпасы и их составляющие	0,31	0,25	0,24	0,27	0,96	0,66	1,23	0,95
Самолеты, космические корабли, их комплектующие	0,00	0,00	0,20	0,07	0,00	0,00	1,04	0,35

* Таблица рассчитана по Bilateral trade between Russian Federation and Black Sea Economic Cooperation Zone (BSEC) // International Trade Centre: Trade map. Trade statistics for international business development. – URL: <http://www.trademap.org>.

Внешняя торговля стран БРИК также развивалась неравномерно, однако максимальное снижение ее объемов, имевшее место в 2009 г. составило лишь 18,32 % (при сокращении мировой торговли на 23,14 %). Максимальный рост (33,62 %) имел место в 2010 году. Мы можем отметить, что внешняя торговля стран БРИК развивается более стабильно, чем российская внешняя торговля. Она меньше зависит от конъюнктуры мирового рынка. Данный вывод мы можем подтвердить и высокой амплитудой колебаний темпов прироста внешней торговли России со странами БРИК: от снижения на 25,86 % в 2009 г. до роста на 41,54 % и 39,74 % в 2008 г. и 2010 г. соответственно.

Анализируя степень включенности стран БРИК в международную торговлю, мы можем отметить, что их доля стабильно возрастает, как по показателю экспорта (с 7,65 % в 2001 г. до 17,20 % в 2012 г.), так и по показателю импорта (с 6,20 % в 2001 г. до 15,56 % в 2012 г.). Анализ внешней торговли России в рамках интеграционного объединения не показывает столь позитивной динамики. Доля экспорта России в общем объеме экспорта стран БРИК колеблется на протяжении анализируемого периода от 16,46 % в 2009 г. до 21,33 % в 2001 г. и в среднем составляет 18,77 %. Доля импорта также изменяется незначительно и составляет в среднем 11,09%. Примечательно, что если доля стран БРИК в экспорте России варьируется от 6,07 % (2008 год) до 8,7 (2012 год), составляя в среднем 7,21 %, то доля стран БРИК в импорте России неуклонно растет: от 7,44 % в 2001 году до 18,4 % в 2012 году.

Анализ динамики показателя интенсивности экспорта свидетельствует о том, что для экспорта России страны БРИК имели существенное значение лишь в период с 2001 по 2003 годы. Кардинально иной вывод мы можем сделать, ориентируясь на динамику индекса интенсивности импорта: страны БРИК остаются значимым партнером России при импорте на протяжении всего анализируемого периода (за исключением 2004 – 2006 гг.).

Динамика индекса интенсивности межстрановой торговли показывает, что небольшой рост значимости стран БРИК для российского экспорта и импорта имел место в 2002 г., 2009 г. и 2012 г.

Таким образом, мы видим перспективную положительную динамику стран БРИК в международной торговле, в которой Россия выступает больше как импортер, нежели экспортер. Для того чтобы разобраться в ситуации, рассмотрим товарную структуру экспорта и импорта России в торговле со странами БРИК (табл. 5).

В таблице представлены только те товарные группы, доля которых в общем объеме экспорта/импорта в среднем за анализируемый период превышает 1 %.

Отметим, что более половины экспорта и импорта составляет минеральное топливо, нефть и продукты перегонки (50,88 % и 50,73 % в среднем за 2010–2012 гг. соответственно), удобрения (9,37 % и 7,88 %), древесина и изделия из нее, древесный уголь (6,18 % и 7,22 %). В целом мы можем сказать, что структура экспорта и импорта в торговле России со странами БРИК схожи. Незначительные отличия наблюдаются в том, что Россия преимущественно экспортирует машинное оборудование, ядерные реакторы, паровые котлы (доля в экспорте в страны БРИК в 2010 - 2012 гг. составила 3,83 %), электрическое и электронное оборудование (1,72 %), корабли, лодки и морские суда (1,09 %), снаряды, боеприпасы и их составляющие (1,09 %). Преимущественно импортером из стран БРИК Россия является по таким товарным группам, как никель и изделия из него (4,81 в импорте), жемчуг, драгоценные камни, металлы и монеты (3,17 %).

Страны ЕвразЭС являются активными партнерами России во внешней торговле. Динамика основных показателей по данному интеграционному объединению за 2001 – 2012 гг. показывает, что Россия здесь выступает скорее экспортером, нежели импортером. Отношения имеют устойчивую тенденцию роста, прерываемую только кризисными явлениями.

Крупным экспортером выступает Россия и в отношении с Белоруссией. Ежегодный темп прироста объемов торговли составляет в среднем 15,47 %, но, надо отметить, что динамика его крайне нестабильна.

Проведенный анализ степени включенности регионов России в глобализационные процессы позволил сделать некоторые выводы. Страны АТЭС для России выступают скорее поставщиком, нежели покупателем. Роль России в интеграционном объединении незначительна. Более половины экспорта России в страны АТЭС составляет мясная продукция, далее следуют овощи, фрукты, орехи, изделия из кожи, снаряжения, товары для путешествий.

Импорт России из АТЭС составляет машинное оборудование, ядерные реакторы и паровые котлы, растительные и животные жиры и масла, продукты разложения, обувь и чулочно-носочные изделия, транспорт.

Доля стран СНГ в экспорте России составляет в среднем 14,17 %, в импорте – 17,86 %. Россия является наиболее крупным членом интеграционного объединения: ее доля в общем объеме торговли стран СНГ составляет 64%.

Более половины экспорта России - это растительные продукты, изделия из железа и сталь. Импорт России в большей мере представлен машинным оборудованием, ядерным реактором и паровыми котлами, электрическим и электронным оборудованием, железом и сталью,

оборудованием для железных дорог и трамвайных путей и транспортом. Экспорт – это изделия из железа и стали, машинное оборудование, ядерные реакторы и паровые котлы, минеральное топливо, нефть, продукты перегонки, железо и сталь.

Таблица 5

Товарная структура торговли России со странами БРИК в 2010-2012 гг.*
(доля товарной группы в общем объеме экспорта / импорта),%

Ко про- дукта	Наименование продукта	Импорт				Экспорт			
		2010	2011	2012	Сред- няя	2010	2011	2012	Сред няя
	Все продукты	100	100	100	100	100	100	100	100
'27	Минеральное топливо, нефть, продукты перегонки	43,28	50,01	58,90	50,73	41,06	56,11	55,48	50,88
'31	Удобрения	8,47	7,58	7,58	7,88	10,24	8,34	9,53	9,37
'44	Древесина и изделия из нее, древесный уголь	8,78	7,38	5,66	7,27	8,08	5,86	4,59	6,18
'26	Руда, шлак, зола	3,92	7,09	4,88	5,30	3,62	6,45	4,49	4,85
'75	Никель и изделия из него	5,43	5,80	3,20	4,81	0,95	0,31	0,09	0,45
'71	Жемчуг, драгоценные камни, металлы и монеты	3,50	3,38	2,63	3,17	1,64	1,42	1,72	1,59
'03	Рыба, ракообразные, моллюски	4,02	3,36	2,61	3,33	3,32	2,27	2,04	2,54
'29	Натуральные химикаты	2,84	2,12	1,71	2,22	3,11	2,71	1,85	2,56
'40	Каучук и изделия из него	2,69	2,06	1,66	2,14	1,38	1,13	0,80	1,11
'72	Железо и сталь	3,88	1,68	1,65	2,40	3,26	1,45	1,56	2,09
'47	Древесная масса (опилки), целлюлозные материалы,	2,15	1,97	1,47	1,86	2,33	1,98	1,51	1,94
'74	Медь и изделия из нее	1,55	0,96	1,27	1,26	0,23	0,20	0,14	0,19
'28	Неорганические химикаты, драгоценные металлы, изотопы	1,91	1,47	0,80	1,39	2,10	1,61	0,63	1,45
'39	Пластик и изделия из него	1,43	0,94	0,57	0,98	1,66	1,02	0,56	1,08
'84	Машинное оборудование, ядерные реакто-	0,83	0,47	0,51	0,60	5,35	2,82	3,33	3,83
'85	Электрическое и электронное оборудова- ние	0,32	0,27	0,30	0,30	2,06	1,66	1,45	1,72
'89	Корабли, лодки и др. морские суда	0,05	0,03	0,02	0,04	0,15	0,15	2,99	1,09
'93	Снаряды и боеприпасы и их составляющие	0,10	0,01	0,02	0,05	1,45	0,57	1,25	1,09

* Таблица рассчитана по Trade map. Trade statistics for international business development. International Trade Centre. – URL: www.trade-map.org.

Динамично растут объемы внешней торговли России со странами ОЧЭС. Доля стран объединения в экспорте России и доля стран в импорте России приблизительно равны и составляют в среднем 11,41 %. Россия является одним из ключевых членов группировки.

Доля экспорта России в общем объеме экспорта стран БРИК составляет 18,77 %. Доля импорта изменяется незначительно и составляет 11,09 %. Примечательно, что если доля стран БРИК в экспорте России варьируется от 6,07 % до 8,7 %, то доля стран БРИК в импорте России неуклонно растет (до 18,4 % в 2012 году).

Страны ЕвразЭС являются активными партнерами России во внешней торговле. Россия выступает скорее экспортером, нежели импортером, в данном объединении. Динамика отношений имеет устойчивую тенденцию роста, прерываемую только в период кризисных явлений.

Значимым экспортером выступает Россия и в отношении с Белоруссией. Ежегодный темп прироста объемов торговли составляет в среднем 15,5 %, но, надо отметить, что динамика его крайне нестабильна.

Таким образом, проведя анализ степени включенности России в глобализационные процессы, мы определили: базовые векторы геоэкономических процессов; степень интенсивности экономического сотрудничества в рамках интеграционных группировок, членом которых является Россия, а также определили экспортные и импортные приоритеты России в мировой торговле.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Bilateral trade between Russian Federation and Asia-Pacific Economic Cooperation (APEC) // International Trade Centre: Trade map.

Trade statistics for international business development. – URL: <http://www.trademap.org>.

2. Bilateral trade between Russian Federation and Black Sea Economic Cooperation Zone (BSEC) // International Trade Centre: Trade map. Trade statistics for international business development. – URL: <http://www.trademap.org>.

3. Bilateral trade between Russian Federation and Commonwealth of Independent States (CIS) // International Trade Centre: Trade map. Trade statistics for international business development. – URL: <http://www.trademap.org>.

4. Trade map. Trade statistics for international business development. International Trade Centre. – URL: www.trademap.org.

5. Рогатных Е. Б. Эволюция современной системы многостороннего межправительственного сотрудничества и место БРИКС в этой системе // Российский внешнеэкономический вестник. 2013. № 7. С. 3–18.

6. Этеквинская декларация и Этеквинский план действий. 27 марта 2012 года [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: http://президент.рф/ref_notes/1430. – Загл. с экрана (дата обращения 15.02.2016).

Rastvortseva S.N. Usmanov D.I.

ANALYSIS OF THE DEGREE OF RUSSIA INCLUSION IN GLOBALIZATION PROCESSES (Part 2)

The article presents the results of evaluation of the intensity of trade relations of Russia with the largest trade organizations near and far abroad. A comparison of commodity structure of the key groups of equipment, products and semi-finished products (machinery, nuclear reactors, boilers, electrical and electronic equipment, plastics and articles thereof, optical, technical and medical equipment, chemical products, organic chemicals, iron and steel, ores slag, ash and others.) with CIS, BSEC, BRICK.

Key words: product structure, economic unions, integration associations, export and import potential, the degree of involvement, and others.

Растворцева Светлана Николаевна, доктор экономических наук, профессор, заведующая научно-исследовательской лабораторией международной торговли и новой экономической географии, профессор кафедры мировой экономики.

Белгородский государственный национальный исследовательский университет.

Адрес: Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85.

E-mail: rastvortseva@bsu.edu.ru

Усманов Далер Ирматович, кандидат экономических наук, старший преподаватель кафедры менеджмента и маркетинга.

Белгородский государственный национальный исследовательский университет.

Адрес: Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85.

E-mail: us.dali@mail.ru, usmanov@bsu.edu.ru

Научное издание

«Вестник БГТУ имени В.Г. Шухова»
№ 12, 2016 г.

Научно-теоретический журнал

Ответственный за выпуск Н.И. Алфимова
Компьютерная верстка А.В. Федоренко
Дизайн обложки Е.А. Гиенко

Учредитель журнала – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова»
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

Журнал зарегистрирован Министерством РФ по делам печати, телерадиовещания и средств массовой информации ПИ №ФС77-26533

Сдано в набор 10.11.16. Подписано в печать 02.12.16. Формат 60×84/8

Усл. печ. л. 30,57. Уч.-изд. л. 32,88.

Тираж 1000 экз. Заказ 336. Цена договорная.

Все публикуемые материалы представлены в авторской редакции.

Адрес редакции: г. Белгород, ул. Костюкова, 46, оф. 336 Лк.
Номер сверстан в редакции научно-теоретического журнала
«Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова».
Отпечатано в РИЦ БГТУ им. В.Г. Шухова

